



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ
(Α.Τ.Ε.Ι ΠΑΤΡΩΝ)
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΑΙΓΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ & ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Η χρήση της ισοκίνησης στην φυσικοθεραπευτική
αποκατάσταση»**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΒΑΣΙΛΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ,
ΞΙΟΥΡΗΣ ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΣ**

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΤΣΕΠΗΣ ΗΛΙΑΣ

ΑΙΓΙΟ 2012

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον εποπτεύων καθηγητή μας κ. Τσέπη Ηλία για τις πολύτιμες συμβουλές του, σε θέματα που οι γνώσεις μας δεν επαρκούσαν και για την επίβλεψη της πτυχιακής μας εργασίας. Επιπλέον, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε συνεργασία και όλους όσους με βοήθησαν στο να βρούμε υλικό για την εργασία μας και μας υποστήριξαν κατά τη διάρκεια διεκπεραίωσής της. Ειδικότερα την εταιρεία ιατρικών μηχανημάτων Γ. ΧΡΙΣΤΟΦΙΛΟΠΟΥΛΟΣ για τα εγχειρίδια χρήσης των ισοκινητικών δυναμομέτρων, τους φυσικοθεραπευτές κ. Αλεξόπουλο Ευάγγελο, Διονάτο Διονύσιο και τις φυσικοθεραπεύτριες κ. Καλογήρου Ευαγγελία και κ. Καραλή Μαρία για την πολύτιμη βοήθειά τους στο συγγραφικό μας έργο. Τέλος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τις βιβλιοθήκες των ΤΕΦΑΑ και ΤΕΙ ΑΙΓΙΟΥ καθώς και του ΤΕΙ ΑΘΗΝΩΝ για την προθυμία και την εξυπηρετικότητα που επέδειξαν στην προσπάθειά μας για εύρεση επιστημονικών πηγών.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ακόμα και στις μέρες οι βιβλιογραφικές πηγές για την ισοκίνηση είναι περιορισμένες, για το λόγο αυτό προσπαθήσαμε να προσεγγίσουμε σφαιρικά την έννοια της ισοκίνησης στη φυσιοθεραπευτική αποκατάσταση. Η αναφορά μας σε στοιχεία ανατομίας, φυσιολογίας και κινητικής του ανθρώπινου σώματος είναι απαραίτητη για την ομαλότερη ροή της αναφοράς μας στην ισοκινητική διαδικασία. Με την βοήθεια συγγραμμάτων και επιστημονικών άρθρων προσπαθήσαμε να αναλύσουμε τον τρόπο λειτουργίας του ισοκινητικού δυναμόμετρου όπως και της αποκατάστασης σε διάφορους τραυματισμούς. Όπως για κάθε μέθοδο αποκατάστασης, έτσι και για την ισοκίνηση αναφέραμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της, ορισμένες αντενδείξεις χρησιμοποίησής της και βασικές αρθρώσεις στις οποίες εφαρμόζεται. Λόγω ότι ο τομέας της ισοκίνησης έχει μεγάλο επιστημονικό εύρος, προσπαθήσαμε να αποδώσουμε με σαφή και περιεκτικό τρόπο τις κυριότερες περιπτώσεις εφαρμογής του. Με γνώμονα ότι η ισοκίνηση αποτελεί μια εξειδικευμένη άσκηση, από μόνη της είναι αντικείμενο μελέτης και εργαστηριακών ερευνών και δεν μπορεί να καλυφτεί σε όλο της το μέγεθος σε μια εργασία ανασκόπησης. Παρ' όλα αυτά συλλέξαμε τις συνηθέστερες παθήσεις και συχνότερους τραυματισμούς που μπορούμε να εφαρμόσουμε την μέθοδο αυτή. Ας μην ξεχνάμε όμως ότι η ισοκίνηση είναι ένα μέσο που «υπηρετεί» το ανθρώπινο σώμα και συγκεκριμένα την μυϊκή λειτουργία στην οποία θα αναφερθούμε στη συνέχεια και αποτελεί την βάση για εκτέλεση οποιασδήποτε μορφής κίνησης .

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ισοκίνηση έχει αναφερθεί από το 1967 ως μέθοδος αξιολόγησης, εκγύμνασης και αποκατάστασης, ενώ τις δύο τελευταίες δεκαετίες χρησιμοποιείται συστηματικά ως συμπληρωματικό μέσο της αποκατάστασης. Με το ισοκινητικό δυναμόμετρο απομονώνονται οι κινήσεις σε όλες τις μεγάλες αρθρώσεις και ελέγχεται η μυϊκή απόδοση σε σύγκεντρες και έκκεντρες μυϊκές δράσεις μέσω Η/Υ. Όλες δε οι κινήσεις εκτελούνται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα με σημαντικότερα αποτελέσματα αξιοπιστία στις μετρήσεις και μέγιστη φόρτιση των μυϊκών ομάδων στο σύνολο της τροχιάς κίνησης, ταυτόχρονα με υψηλή ασφάλεια. Χρησιμοποιείται κυρίως σε επαγγελματίες αθλητές, χωρίς ωστόσο να εξαιρούνται απόλυτα ο γενικός πληθυσμός καθώς και ειδικές κατηγορίες ατόμων όπως είναι οι νευρολογικοί ασθενείς.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	ii
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	iii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iv
ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ-ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	vi
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	2-12
1.1 ΜΥΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ.....	2
1.2 ΕΙΔΗ ΜΥΙΚΩΝ ΣΥΣΤΟΛΩΝ.....	3
1.3 ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΜΥΩΝ ΣΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ.....	4
1.4 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ.....	5
1.5 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ.....	7
1.6 ΜΟΧΛΟΙ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΚΙΝΗΣΗ.....	9
1.7 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	13-29
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ.....	13
2.2 ΤΟ ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟ.....	13
2.3 Η ΣΩΣΤΗ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΑΣΘΕΝΗ ΣΤΟ ΙΣΟΚ. ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟ.....	16
2.4 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΟΣ ΚΑΙ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ.....	18
2.5 Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΙΣΟΚΙΝΗΣΗΣ.....	22
2.6 ΤΥΠΟΙ ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΩΝ.....	22
2.7 ΠΙΝΑΚΑΣ: ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΙΣ. ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΩΝ.....	23
2.8 ΕΙΔΙΚΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ.....	24
2.9 ΤΑΧΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ.....	26
2.10 ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΙΣΟΚΙΝΗΣΗΣ.....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	30-45
3.1 ΙΣΟΚΙΝΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....	30
3.2 ΑΡΘΡΩΣΗ ΤΟΥ ΩΜΟΥ ΚΑΙ ΙΣΟΚΙΝΗΣΗ.....	30
3.3 ΙΣΟΚΙΝΗΣΗ ΚΑΙ ΠΧΚ ΑΡΘΡΩΣΗ.....	31
3.4 ΙΣΟΚΙΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΧΡΟΝΙΑ ΤΕΝΟΤΝΙΤΙΔΑ.....	33
3.5 ΙΣΟΚΙΝΗΣΗ ΣΤΟΝ ΑΚΡΟ ΠΟΔΑ.....	34
3.6 ΙΣΟΚΙΝΗΣΗ ΚΑΙ ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΑΣΘΕΝΕΙΣ.....	35
3.7 ΙΣΟΚΙΝΗΣΗ ΚΑΙ ΑΡΘΡΩΣΗ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ.....	39
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	46
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	47-50

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ - ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΑΚΑ= Ανοιχτή κινητική αλυσίδα

ΚΚΑ= Κλειστή κινητική αλυσίδα

ΠΔΚ= Ποδοκνημική άρθρωση

ΠΧΣ= Πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος

ΟΧΣ= Οπίσθιος χιαστός σύνδεσμος

F= Δύναμη

L= Μήκος

τ = Ροπή

d= Απόσταση

N/m= Newton/meter

ω = Γωνιακή ταχύτητα

I= Ροπή αδράνειας

P= Ισχύς

W= Έργο

t= χρόνος

H/Y= Ηλεκτρονικός Υπολογιστής

ft= πόδια

lb= λίβρες

ΣΠΚ= Συνεχής Παθητική Κίνηση

MP= Μέγιστη Ροπή

ΚΣ= Καρδιακή Συχνότητα

ΑΠ= Αρτηριακή Πίεση

H/Q ratio= το ποσοστό της δύναμης του τετρακέφαλου ως προς τους ισχιοκνημαίαιους

I/N ratio= το ποσοστό της εμπλεκόμενης ως προς την μη εμπλεκόμενη πλευρά του σώματος

E/C ratio= το ποσοστό των έκκεντρων ως προς τις σύγκεντρες συστολές

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις μέρες μας η φυσικοθεραπευτική αποκατάσταση απαιτεί τη χρήση όσων περισσότερων μέσων έχουν στα χέρια τους οι φυσικοθεραπευτές. Η ταχεία τεχνολογική ανάπτυξη σε συνδυασμό με την ανάγκη για μείωση του χρόνου αποκατάστασης είχε ως αποτέλεσμα την κατασκευή και τη χρήση μηχανημάτων, όπως είναι το ισοκινητικό δυναμόμετρο.

Το ισοκινητικό δυναμόμετρο είναι ένα χρήσιμο εργαλείο κυρίως στην αποκατάσταση αθλητικών κακώσεων, αλλά και σε τραυματισμούς εκτός αθλητικών χώρων. Φυσικά δεν πρέπει να λησμονήσουμε τη σημαντική χρήση του στην αξιολόγηση και την πρόληψη τραυματισμών.

Το σημαντικότερο πλεονέκτημα στη χρήση της ισοκίνησης στην αποκατάσταση είναι το αίσθημα ασφάλειας που προκαλεί στον ασθενή, επιτρέποντας με αυτό τον τρόπο στο θεραπευτή να κινητοποιήσει οποιαδήποτε άρθρωση του ανθρώπινου σώματος σε ελεγχόμενο και ασφαλές εύρος τροχιάς.

Παρά το σημαντικό μειονέκτημα του μηχανήματος που είναι το υψηλό κόστος του, είναι αδιαμφισβήτητο πως η επικουρική χρήση του στην αποκατάσταση και στην αξιολόγηση το καθιστούν στις μέρες μας απαραίτητο εργαλείο στα χέρια ενός φυσικοθεραπευτή.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να κατανοήσει ο αναγνώστης τον τρόπο λειτουργίας και εφαρμογής της ισοκινητικής άσκησης μέσα στα πλαίσια της φυσιοθεραπευτικής αποκατάστασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1 ΜΥΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Ένας μυς αποτελείται από εκατοντάδες χιλιάδες μυϊκές ίνες. Το μυϊκό κύτταρο είναι μια νηματοειδής ίνα με μήκος από 2.5-5 εκατοστά και περιέχει τον πυρήνα του κυττάρου, τα μιτοχόνδρια, την μυοσφαιρίνη και το γλυκογόνο. Επίσης η μυϊκή ίνα αποτελείται από πολλές εκατοντάδες μυϊκά ινίδια έγκλειστα μέσα στο σαρκόπλασμα μέσα σε μια λεπτή μεμβράνη γνωστή ως σαρκείλημμα που έχει την ικανότητα να αναπαράγει και να μεταδίδει τις νευρικές ώσεις. Κάθε ίνα επικαλύπτεται από μια θήκη από λεπτό συνδετικό ιστό το ενδομύιο. Τα μικροσκοπικά μυοϊνίδια που είναι τα συστατικά στοιχεία διατάσσονται σε παράλληλο σχηματισμό μέσα στην ίνα και αποτελούνται από εναλλασσόμενες φωτεινές και σκοτεινές ζώνες που προσδίδουν στις μυϊκές ίνες την γραμμωτή τους εμφάνιση. Το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο έχει αποκαλύψει ότι οι γραμμώσεις είναι επαναλαμβανόμενα πρότυπα από ζώνες και γραμμές, που προκύπτουν από τη διασταυρούμενη διάταξη δύο ομάδων νηματίων. Αυτά τα μυονημάτια από συσταλτές πρωτεΐνες, κυρίως ακτίνη (λεπτά) και μυοσίνη (παχιά), όταν διεγερθούν διολισθαίνουν το ένα πάνω από το άλλο. Αυτό οφείλεται στη σύζευξη και αποδέσμευση των εγκάρσιων γεφυρών που εμφανίζονται ως προβολές (κεφαλές) του νηματίου της μυοσίνης, που προσκολλώνται στο νηματίο της ακτίνης. Το μυοϊνίδιο διαιρείται σε μία σειρά από πολλά σαρκομέρια με το κάθε ένα να ορίζεται ως το τμήμα του μυοϊνιδίου μεταξύ δύο γραμμών Z. Το σαρκομέριο θεωρείται ότι αποτελεί τη λειτουργική συστατική μονάδα του σκελετικού μυ.

Όσον αφορά τη δομή των μυϊκών ινών, αυτές έχουν τη μορφή δεσμίδων μέσα σε άλλες δεσμίδες. Κάθε δεσμίδα από μυϊκές ίνες λέγεται δεμάτιο και περικλείεται μέσα σε μια θήκη από ινώδη ιστό το περιμύιο. Η ομάδα των δεματίων που σχηματίζει ένα αυτοτελή μυ, περικλείεται με τη σειρά της σε μια σκληρότερη θήκη, το επιμύιο. Στους μακρούς μυς, όπου οι ίνες εκτείνονται παράλληλα προς τον επιμήκη άξονα του μυ σχηματίζουν τα δεμάτια (αλυσίδες), οι οποίες λειτουργούν σαν να διέτρεχαν οι ίνες το συνολικό μήκος του μυ. Η μέση μυϊκή ίνα μπορεί να βραχυνθεί ή να διαταθεί περίπου στο μισό του μήκους ηρεμίας της.

Οι μυϊκές ίνες χωρίζονται σε βραδείας και ταχείας συστολής. Οι ίνες ταχείας συστολής είναι μεγάλες και λευκές και διαθέτουν μια λιγότερο περίπλοκη τροφοδοσία σε αίμα από ίνες βραδείας συστολής. Μόλις διεγερθούν οι ίνες ταχείας συστολής ανταποκρίνονται γρήγορα αλλά κουράζονται εύκολα. Οι ίνες βραδείας συστολής είναι μικρές και κόκκινες έχοντας πλούσια τροφοδοσία σε αίμα (Hamilton & Luttgens, 2003).

1.2 ΕΙΔΗ ΜΥΙΚΩΝ ΣΥΣΤΟΛΩΝ

Η μυϊκή συστολή συμβαίνει κάθε φορά που οι μυϊκές ίνες παράγουν τάση στα άκρα τους και που μπορεί να συμβαίνει όταν ένας μυς βραχύνεται, παραμένει στο ίδιο μήκος ή επιμηκύνεται. Έτσι έχουμε τα διάφορα είδη μυϊκής συστολής όπως:

- 1) Μειομετρική συστολή συμβαίνει όταν η αναπτυσσόμενη τάση από τον μυ επαρκεί για να υπερνικήσει την αντίσταση και να μετακινήσει το τμήμα του σώματος της μιας πρόσφυσης προς το τμήμα της άλλης. Σε μία τέτοια συστολή που αποτελεί στην ουσία μια βράχυνση του μυός, ολισθαίνει ένα νημάτιο μωσίνης πάνω από ένα νημάτιο ακτίνης, έλκοντας τις γραμμές Z μεταξύ τους.
- 2) Πλειομετρική συστολή έχουμε όταν ένας μυς επιμηκύνεται αργά καθώς ενδίδει σε μια εξωτερική δύναμη όπως είναι η βαρύτητα που είναι μεγαλύτερη από τη συσταλτική δύναμη που μπορεί να ασκήσει. Σε αντίθεση με την μειομετρική συστολή, εδώ συμβαίνει το αντίστροφο, με το νημάτιο της ακτίνης να ολισθαίνει προς τα έξω, με αποτέλεσμα την επαναφορά του σαρκομερείου στο αρχικό του μήκος, ή σε ακόμα μεγαλύτερο.

Όσον αφορά τους τρόπους μυϊκής δράσης της μειομετρικής και της πλειομετρικής, αυτοί είναι οι εξής:

- 1) Ισομετρική συστολή είναι η τάση του μυ σε μερική ή πλήρη συστολή χωρίς κάποια ουσιαστική αλλαγή στο μήκος του. Αυτή η ισορροπία μεταξύ βράχυνσης και επιμήκυνσης του μυός προκύπτει από μια συνεχή δόμηση και αποδόμηση των εγκάρσιων γεφυρών.
- 2) Ισοτονική συστολή είναι η συστολή κατά την οποία η τάση παραμένει συνεχής καθώς ο μυς επιμηκύνεται ή βραχύνεται.
- 3) Ισοκινητική συστολή που σημαίνει ίσης ή ίδιας κίνησης συστολή. Με την χρήση ειδικού εξοπλισμού είναι δυνατόν να έχουμε μέγιστη μυϊκή προσπάθεια στην ίδια ταχύτητα για όλο το εύρος τροχιάς κίνησης του σχετικού μοχλού. Είναι δηλαδή η αντίδραση των μυών σε μέγιστη συστολή προς την προσαρμοζόμενη αντίσταση του μηχανήματος.

Τα παραπάνω είδη συστολών βρίσκουν εφαρμογή μέσω των μυϊκών ομάδων. Ένας μυς της οποιασδήποτε μυϊκής ομάδας έχει σαν ρόλο την αξιοποίηση της χημικής ενέργειας με την μετατροπή αυτής σε μηχανική, για την παραγωγή κίνησης. Οι απαιτήσεις της κίνησης υπαγορεύουν τους

συγκεκριμένους ρόλους ανάλογα με την περίπτωση. Οι ρόλοι αυτοί επιμερίζονται σε πρωταγωνιστές, ανταγωνιστές, συνεργούς, σταθεροποιούς και εξουδετεροποιούς (Σφετσιώρης,2003).

1.3 ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΜΥΩΝ ΣΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ

Ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο συμβάλλουν οι μύες στις λειτουργικές και κινητικές δραστηριότητες, διαχωρίζονται σε:

Πρωταγωνιστές: Ο πρωταγωνιστής είναι ο μυς που είναι άμεσα υπεύθυνος για την εκτέλεση της κίνησης. Στην πλειονότητα των κινήσεων υπάρχουν πολλοί αγωνιστές, κάποιοι περισσότερο σημαντικοί από τους υπόλοιπους. Αυτοί είναι οι κύριοι αγωνιστές. Οι μύες που βοηθούν στην εκτέλεση της κίνησης, αλλά δεν φαίνονται τόσο σημαντικοί, ή συστέλλονται μόνο κάτω από ορισμένες συνθήκες, είναι οι βοηθητικοί αγωνιστές. Οι μύες, που βοηθούν μόνο όταν είναι απαραίτητη επιπλέον δύναμη όπως όταν εκτελείται η κίνηση με αντίσταση, είναι μύες εκτάκτου ανάγκης. Η διαφοροποίηση ,μεταξύ των διαφόρων μυών είναι σχετικά αυθαίρετη. Μπορεί να διαφέρουν οι απόψεις σχετικά με το πόλο ενός μυ κύριου ή βοηθητικού αγωνιστή σε μία κίνηση.

Συνεργοί: Με τον όρο αυτό περιγράφουμε διάφορους μυς από αμοιβαίους εξουδετεροποιούς μέχρι σταθεροποιούς. Οι μύες που δρουν ως συνεργοί, μπορεί να εκπληρώνουν πολλούς και διάφορους ρόλους. Ο τρόπος, με τον οποίο βοηθά ένας μυς στην παραγωγή της επιθυμητής κίνησης, καθορίζει και τον συνεργικό του ρόλο. Οι μύες μπορούν να δράσουν ως εξουδετεροποιόί, ή ως σταθεροποιόί.

Σταθεροποιόί: Η ομάδα αυτή περιλαμβάνει τους μυς, που συστέλλονται στατικά για να σταθεροποιήσουν ή να υποστηρίξουν κάποιο τμήμα του σώματος ενάντια στην έλξη των συστέλλομένων μυών, στην έλξη της βαρύτητας, ή ενάντια στην επίδραση της ορμής και αντίδρασης σε κάποιες έντονες κινήσεις. Μία από τις πιο συχνές λειτουργίες των σταθεροποιών είναι η καθήλωση του οστού , πάνω στην οποία προσφύεται ο μυς, που συστέλλεται. Μόνο μέσω της σταθεροποίησης της μιας πρόσφυσης του μπορεί ο μυς να προκαλέσει μία αποτελεσματική κίνηση του οστού, που καταλήγει η άλλη πρόσφυση του.

Εξουδετεροποιόί: Ένας εξουδετεροποιός είναι ο μυς, που δρα έτσι ώστε να αποφύγουμε μια ανεπιθύμητη δράση ενός αγωνιστή. Έτσι, αν ένας μυς κάμπει και απάγει ταυτόχρονα αλλά επιθυμούμε μόνο την κάμψη συστέλλεται ένας προσαγωγός για να εμποδίσει την απαγωγή, που θα προκαλέσει ο αγωνιστής. Μερικές φορές μια ενέργεια είναι κοινή για δύο αγωνιστές, οι οποίοι όμως έχουν και ανταγωνιστικές δευτερεύουσες ενέργειες. Για παράδειγμα, ένας μυς μπορεί να στρέφει άνω και να προσάγει, ενώ κάποιος άλλος να στρέφει κάτω

και να προσάγει. Όταν συστέλλονται μαζί για να προκαλέσουν προσαγωγή, οι στροφικές τους λειτουργίες αλληλοεξουδετερώνονται. Οι μύες, που συμπεριφέρονται με αυτόν τον τρόπο δεν είναι μόνο αγωνιστές, αλλά και αμοιβαίοι εξουδετεροποιοί.

Ανταγωνιστές: Οι μύες, που έχουν την αντίθετη δράση από αυτή των αγωνιστών, ονομάζονται ανταγωνιστές. Οι καμπτήρες του αγκώνα που εντοπίζονται στην πρόσθια επιφάνεια του βραχιονίου, είναι ανταγωνιστές των εκτεινόντων του αγκώνα που εντοπίζονται στην οπίσθια επιφάνεια του βραχιονίου. Όταν εκτελείται έκταση του αντιβραχίου στον αγκώνα, όπως όταν κάνουμε κάμψεις, οι εκτεινόντες είναι οι αγωνιστές, και συστέλλονται μειομετρικά για να παράγουν τη δύναμη για την κίνηση. Οι καμπτήρες είναι οι ανταγωνιστές και είναι χαλαροί.

1.4 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφέρουμε την διαδικασία η οποία προηγείται πάντοτε μιας μυϊκής συστολής. Η εκτέλεση μιας τέτοιας συστολής προϋποθέτει την κατανάλωση ενέργειας αλλά και την παραγωγή της από πλευράς κυτταρικών εργασιών. Η διαδικασία αυτή διακρίνεται σε τρία στάδια μετασχηματισμού ενέργειας:

- 1) Φωτοσύνθεση
- 2) Κυτταρική αναπνοή
- 3) Βιολογικό έργο

Η σωματική απόδοση εξαρτάται από την μεταβολική διεργασία της ενέργειας στην ATP. Η μεταφορά αυτή γίνεται με τρία ενεργειακά συστήματα:

- 1) Φωσφορογόνο σύστημα
- 2) Γλυκολυτικό σύστημα
- 3) Οξειδωτικό σύστημα

Φωσφορογόνο σύστημα

Το φωσφορογόνο σύστημα δραστηριοποιείται σε μυϊκές προσπάθειες μέγιστης ισχύος που διαρκούν για λίγα μόνο δευτερόλεπτα παρέχοντας άμεση ενέργεια για τη συστολή των μυϊκών κυττάρων. Τέτοιες προσπάθειες μέγιστης ισχύος είναι οι εκρηκτικές εκκινήσεις, οι δρόμοι ταχύτητας κατά τη φάση της επιτάχυνσης στα πρώτα 30-40 μέτρα, τα αγωνίσματα ρίψεων, η άρση βαρών, τα άλματα, η ενόργανη γυμναστική κ.α. Σε όλες αυτές τις αγωνιστικές προσπάθειες απαιτείται άμεση προμήθεια ενέργειας που εξασφαλίζεται από απλές και σύντομες μονοενζυματικές αντιδράσεις διάσπασης της τριφωσφορικής αδενοσίνης και της φωσφοκρεατίνης.

Γλυκολυτικό σύστημα

Το γλυκολυτικό σύστημα επικρατεί κατά κύριο λόγο σε αγωνιστικές προσπάθειες μέγιστης ταχύτητας που διαρκούν από λίγα δευτερόλεπτα μέχρι ένα λεπτό. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι δρόμοι ταχύτητας από 100-400 μέτρα, η κολύμβηση 50 μέτρων, πολλές φάσεις διαφόρων αθλοπαιδιών, η πάλη, η πυγμαχία κ.α. Η ενέργεια που απαιτείται στις αγωνιστικές αυτές προσπάθειες εξασφαλίζεται από πολυενζυματικές αντιδράσεις μιας σύντομης μεταβολικής οδού της αερόβιας γλυκόλυσης όπου αποδομείται γλυκογόνο και παράγεται γαλακτικό οξύ χωρίς την παρουσία οξυγόνου. Η ένταση κατά την κλιμακούμενη μυϊκή προσπάθεια που αντιστοιχεί σε απότομη αύξηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέως στο αίμα αναφέρεται ως αναερόβιο κατώφλι. Για την ερμηνεία του φαινομένου αυτού έχουν προταθεί οι εξής εναλλακτικοί μηχανισμοί:

- 1) Μειωμένη εκροή γαλακτικού οξέως από το αίμα
- 2) Επιστράτευση των μυϊκών ινών ταχείας συστολής
- 3) Γλυκολητική επιτάχυνση

Για τον προσδιορισμό του αναερόβιου κατώφλιού χρησιμοποιούνται οι εξής μέθοδοι και προσεγγίσεις:

- 1) Το γαλακτικό κατώφλι
- 2) Το αναπνευστικό κατώφλι
- 3) Το κατώφλι καρδιακής συχνότητας

Οξειδωτικό σύστημα

Το οξειδωτικό σύστημα ενεργοποιείται σε όλες τις μυϊκές προσπάθειες που διαρκούν από λίγα λεπτά μέχρι λίγες ώρες. Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται οι δρόμοι αντοχής από 1500 μέτρα μέχρι το αγώνισμα του μαραθωνίου, το κολύμπι από 200-1500 μέτρα, η κωπηλασία, η ποδηλασία καθώς και όλες οι υπομέγιστες προσπάθειες. Η ενέργεια προέρχεται από πολύπλοκες αντιδράσεις μεταβολικών οδών που λαμβάνουν χώρα στο κυτταρόπλασμα και κυρίως στο μιτοχόνδριο, όπου είναι απαραίτητη η παρουσία οξυγόνου. Η δε μεταφορά οξυγόνου από τους πνεύμονες, καθώς και η μεταφορά ενεργειακών υποστρωμάτων (γλυκόζης, γλυκογόνου, λιπών και αμινοξέων) από το ήπαρ και το αίμα, όπου αποθηκεύονται, καθιστούν ακόμα πιο χρονοβόρα την παραγωγή ενέργειας από το οξειδωτικό σύστημα (Κλεισούρας,2003).

1.5 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναπτύξουμε ορισμένες έννοιες από την φυσική και θα ασχοληθούμε με τους θεμελιώδεις νόμους που διέπουν τον τομέα της κινητικής και της κινηματικής. Αυτές βρίσκουν εφαρμογή στον άνθρωπο αφού πρόκειται για ένα έμβιο ον που περνά από διάφορα στάδια κινητικής εξέλιξης μέχρι να φτάσει στο τελικό. Εδώ θα ασχοληθούμε με τα δεδομένα που αποτελούν την στέρεα βάση για την ενασχόλησή μας με την κινηματική του ανθρώπινου σώματος.

Όπως όλοι γνωρίζουμε οι κινήσεις που πραγματοποιούνται σε σχέση με το δάπεδο δέχονται την επίδραση της βαρύτητας. Αν θέλουμε λοιπόν να αναλύσουμε μια κίνηση σε σχέση με το δάπεδο ή την διεύθυνση της βαρύτητας πρέπει να αναφερθούμε σε ένα απόλυτο σύστημα αναφοράς χωρικών συντεταγμένων (καρτεσιανό σύστημα αξόνων). Τέτοιες αναφορές είναι υποχρεωτικές στην κινησιολογική και βιομηχανική ανάλυση στα εργαστήρια κατά τις οποίες χρησιμοποιούνται συσκευές και συστήματα καταγραφής της κίνησης. Η κινησιολογική ανάλυση καθώς και οι κινησιολογικές αναφορές υπακούουν σε διεθνές σύστημα τυποποίησης όρων. Αυτές συμπεριλαμβάνουν την ανατομική και την ουδέτερη θέση αναφοράς, καθώς και την ονοματολογία των κινήσεων στα επίπεδα αναφοράς.

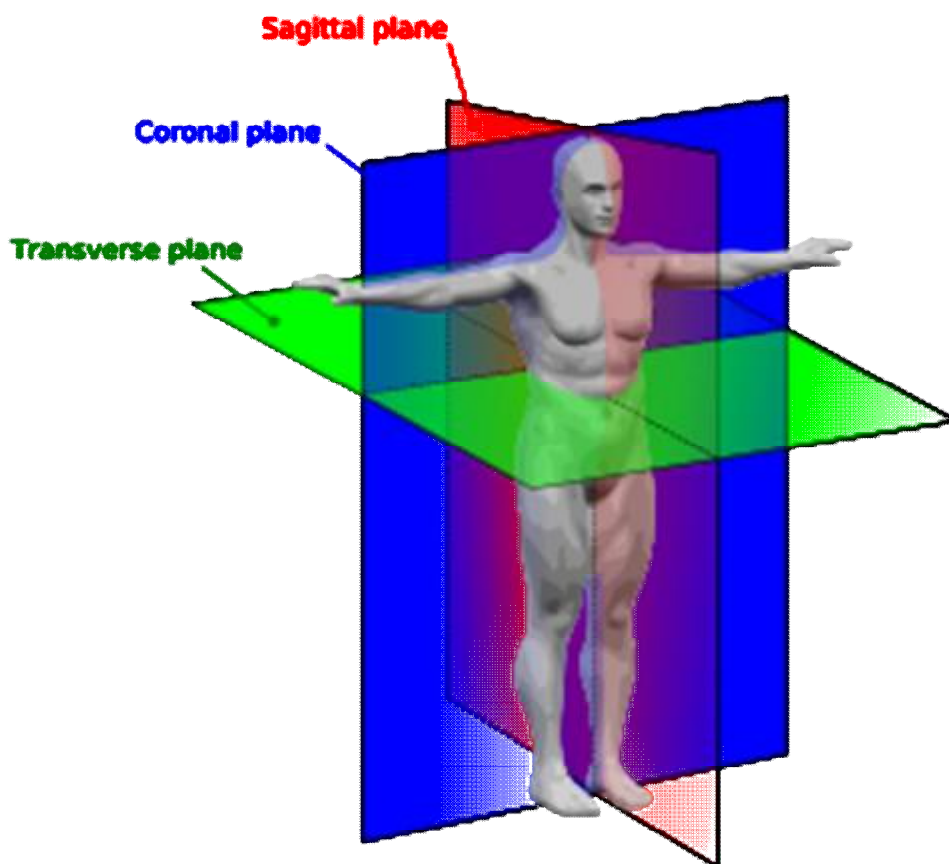
Για να αναφέρουμε όλη την ορολογία, πριν φτάσουμε στην ανάλυση οποιασδήποτε κίνησης, τοποθετούμε τον ασθενή μας σε όρθια στάση, με τα πόδια παράλληλα το ένα δίπλα στο άλλο, τα άνω άκρα χαλαρά στο πλάι, με τις παλάμες να κοιτούν μπροστά. Αυτή η θέση καλείται βασική ανατομική θέση. Η θέση 0 ή ουδέτερη, είναι η ανατομική με τη διαφορά ότι οι παλάμες είναι παράλληλες με το σώμα, από την οποία αρχίζει η αρθρική γωνιομέτρηση. Όσον αφορά τα επίπεδα στα οποία εκτελούνται οι κινήσεις, αυτά είναι τρία φανταστικά επίπεδα αναφοράς που διχοτομούν το σώμα του ανθρώπου σε τρεις διαστάσεις. Ένα επίπεδο είναι μια επιφάνεια δύο διαστάσεων με προσανατολισμό καθοριζόμενο από τις συντεταγμένες τριών διακριτών σημείων, μη κειμένων επί της ίδιας ευθείας. Μπορούμε να το θεωρήσουμε και σαν μια φανταστική επίπεδη επιφάνεια.

- 1) Οβελιαίο ή προσθιοπίσθιο επίπεδο(sagittal plane) : Διαιρεί το σώμα κατακόρυφα σε δεξιό και αριστερό ήμισυ, το καθένα από τα οποία περιλαμβάνει την ίδια σωματική μάζα.
- 2) Μετωπιαίο επίπεδο(coronal plane) : Διαιρεί το σώμα κατακόρυφα σε πρόσθιο και οπίσθιο ήμισυ ίσης μάζας.
- 3) Εγκάρσιο ή οριζόντιο επίπεδο(transverse plane) : Διχοτομεί το σώμα σε άνω και κάτω ήμισυ ίσης μάζας.

Για κάποιον που στέκεται στην ανατομική θέση αναφοράς, τα τρία κύρια επίπεδα τέμνονται σε ένα μοναδικό σημείο, το κέντρο βάρους του σώματος. Τα τρία κύρια αυτά επίπεδα υπάρχουν μόνον αναφερόμενα στο ανθρώπινο σώμα. Αν δηλαδή κάποιος στραφεί κατά κάποια γωνία προς τα αριστερά, τα επίπεδα αναφοράς θα στραφούν επίσης προς τα αριστερά, κατά τις ίδιες μοίρες στροφής. Θα πρέπει να θεωρούνται σαν να είναι καρφωμένα πάνω στο κέντρο βάρους και να μετακινούνται μαζί με το σώμα. Όταν αναφερόμαστε στην κίνηση μια άρθρωσης, ως προς τα τρία επίπεδα, τότε αναφερόμαστε σε παράλληλα σε αυτά τα επίπεδα, που τέμνονται στο κέντρο περιστροφής της άρθρωσης. Μεταφέρεται δηλαδή το σύστημα των τριών επιπέδων αναφοράς, από το κέντρο βάρους του σώματος, στο κέντρο περιστροφής της άρθρωσης. Η θεωρητική αυτή μεταφορά γίνεται στην ανατομική θέση.

Μπορεί να θεωρήσει κανείς και σε αυτήν την περίπτωση το σύστημα των τριών επιπέδων καρφωμένο στο κέντρο περιστροφής της άρθρωσης. Αν δηλαδή η αρχική θέση της άρθρωσης δεν είναι η θέση της στην ανατομική και έχει γίνει κάποια κίνηση σε ένα από τα επίπεδα αναφοράς, είναι δηλαδή τροποποιημένη, ομοίως και ισότιμα τροποποιημένη είναι και η θέση των επιπέδων. Πολλές από τις κινήσεις που επιτελούνται γίνονται σε διάφορα επίπεδα διαφορετικά από τα επίπεδα αναφοράς. Όλες όμως οι κινήσεις μπορούν να αναλυθούν σε συνισταμένες κινήσεις, οι οποίες γίνονται στα τρία βασικά επίπεδα αναφοράς, το οβελιαίο, το μετωπιαίο και το εγκάρσιο επίπεδο.

Επιπροσθέτως κάθε κίνηση που αναφέρεται σε άρθρωση σκελετικού μέλους εμπεριέχει μια γραμμική και μια γωνιακή μετατόπιση. Όταν ένα σκελετικό μέρος του σώματος κινείται, περιστρέφεται γύρω από έναν φανταστικό άξονα περιστροφής, που διασχίζει την άρθρωση, στην οποία αναφέρεται η στροφή. Υπάρχουν τρεις ανατομικοί άξονες αναφοράς για την περιγραφή της κίνησης, καθένας από αυτούς είναι κάθετος σε ένα επίπεδο αναφοράς.



- 1) Ο μετωπιαίος άξονας είναι μια φανταστική γραμμή κάθετη στο οβελιαίο επίπεδο, γύρω από την οποία περιστρέφεται το οβελιαίο επίπεδο.
- 2) Ο οβελιαίος ή πρόσθιο-οπίσθιος άξονας, είναι μια φανταστική γραμμή κάθετη στο μετωπιαίο επίπεδο, γύρω από την οποία περιστρέφεται το μετωπιαίο επίπεδο.
- 3) Ο επιμήκης ή κατακόρυφος άξονας, είναι μια φανταστική γραμμή κάθετη στο εγκάρσιο επίπεδο, γύρω από την οποία περιστρέφεται το εγκάρσιο επίπεδο(Karandji, 2000).

1.6 ΜΟΧΛΟΙ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΚΙΝΗΣΗ

Μοχλός καλείται ένα στερεό σώμα μέσω του οποίου μπορεί να εξασκηθεί μια δύναμη επί κάποιου σώματος, εφαρμόζοντας διαφορετική δύναμη σε ένα άλλο σημείο του μοχλού. Αν για παράδειγμα επιχειρηθεί να μετατοπιστεί ένα αντικείμενο με ένα λοστό και ασκηθεί στο άκρο του λοστού μια δύναμη F_1 , στο αντικείμενο μέσω του άλλου άκρου του λοστού εφαρμόζεται μια δύναμη F_2 . Στο λοστό ασκούνται τρεις δυνάμεις. Οι F_1, F_2, F_3 , όπου F_3 είναι η δύναμη αντίδρασης του εδάφους στο σημείο κύρτωσης του λοστού, με αντίθετη φορά από τις προηγούμενες. Το συγκεκριμένο σημείο είναι εκείνο που έρχεται σε επαφή με το δάπεδο. Αν το σύστημα ισορροπεί, τότε το άθροισμα των ασκουμένων στο λοστό δυνάμεων είναι μηδενικό ή $F_3 = F_1 + F_2$ και οι ροπές ως

προς το σημείο επαφής δαπέδου και λοστού είναι μηδενικές, δηλαδή $F_1 \cdot L_1 + F_2 \cdot L_2 = 0$ ή $F_2 = F_1 \cdot L_1/L_2$, όπου L_1 και L_2 οι αποστάσεις από το σημείο επαφής με το δάπεδο των δυνάμεων F_1 και F_2 αντίστοιχα. Όσο μεγαλύτερο είναι το L_1 από το L_2 , τόσο μεγαλύτερη είναι η ασκούμενη δύναμη στο αντικείμενο. Σε κάθε μοχλό μπορεί κανείς να διακρίνει το σταθερό σημείο, το υπομόχλιο, την κινούσα δύναμη, την δύναμη αντίστασης και τους σχετικούς μοχλοβραχίονες. Το οστό είναι ο λοστός, η άρθρωση το υπομόχλιο και το βάρος του συναρθρωμένου οστού μόνο του ή μαζί με το όποιο άλλο εξωτερικό βάρος εφαρμοζόμενο πάνω του, η αντίσταση. Οι κινούσες δυνάμεις είναι οι μυϊκές δυνάμεις. Οι μοχλοί, ανάλογα με τη διάταξη των θέσεων του υπομοχλίου, της δύναμης και της αντίστασης ταξινομούνται σε τρία είδη:

A) Μοχλός 1^{ου} είδους: Το υπομόχλιο βρίσκεται μεταξύ της αντίστασης και της δύναμης του μυός. Στο αρθροκινηματικό σύνολο συναντάται σπάνια (ατλαντοϊνιακή άρθρωση).

B) Μοχλός 2^{ου} είδους: Το υπομόχλιο εντοπίζεται στο ένα άκρο, ενώ στο άλλο άκρο εντοπίζεται η δύναμη του μυός και στο κέντρο μεταξύ αυτών εντοπίζεται η αντίσταση (ποδοκνημική άρθρωση).

Γ) Μοχλός 3^{ου} είδους: Το υπομόχλιο εντοπίζεται στο ένα άκρο, ενώ στο άλλο άκρο εντοπίζεται η αντίσταση και στο κέντρο μεταξύ αυτών εντοπίζεται η δύναμη του μυός. Είναι ο συχνότερος μοχλός του αρθροκινηματικού συνόλου (άρθρωση του αγκώνα). (Σφεισιώρης, 2003).

Όπως αναφέραμε παραπάνω, στο ανθρώπινο σώμα εκτελούνται πλην των άλλων και στροφικές κινήσεις. Γενικά ένα στέρεο σώμα κάνει στροφική κίνηση όταν όλα τα σημεία του περιστρέφονται γύρω από έναν άξονα με γωνιακή ταχύτητα ω . Η γωνιακή ταχύτητα ορίζεται ως εξής: $\omega = \phi/t$, όπου ϕ η γωνία που διαγράφει η ακτίνα σε χρόνο t , έχει διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο της τροχιάς και φορά που καθορίζεται από τον κανόνα του δεξιού χεριού. Είναι ένα διανυσματικό μέγεθος που μετρείται σε rad/s.

Από την στιγμή όπου οι κινήσεις στο ανθρώπινο σώμα εκτελούνται υπό την επίδραση και τη συμμετοχή των μοχλών, όπως αναλύσαμε προηγουμένως, κρίνεται σκόπιμο και αναγκαίο να αναφέρουμε έννοιες δανεισμένες από την επιστήμη της φυσικής που θα μας βοηθήσουν στην κατανόηση του θέματος αυτής της ανασκόπησης. Αρχικά ας ασχοληθούμε με την ροπή. Ροπή μια δύναμης F ως προς τον άξονα περιστροφής ονομάζουμε το διανυσματικό μέγεθος (τ) το οποίο έχει:

- 1) Μέτρο το γινόμενο του μέτρου της δύναμης F επί τη απόσταση d του άξονα από τον φορέα της δύναμης.

- 2) Διεύθυνση τον άξονα περιστροφής
- 3) Φορά που βρίσκεται με τον κανόνα του δεξιού χεριού (την φορά του αντίχειρα όταν τα υπόλοιπα δάκτυλα δείχνουν την φορά περιστροφής του σώματος αν στο σώμα ασκείται μόνο η F).

Η ροπή δίνεται από τον μαθηματικό τύπο $\tau = F \cdot d$ και μονάδα μέτρησης είναι το $1\text{N}\cdot\text{m}$.

Θεωρούμε θετική την ροπή της δύναμης εκείνης που, όταν ασκείται μόνη της στο σώμα, τείνει να το περιστρέψει αντίθετα από την φορά περιστροφής των δεικτών του ρολογιού και αρνητική τη ροπή της δύναμης που, όταν ασκείται μόνη της στο σώμα, τείνει να το περιστρέψει κατά τη φορά κίνησης των δεικτών του ρολογιού.

Μιας και το κυρίως μέρος της εργασίας μας είναι η ισοκίνηση, εκτός της ροπής που αναφέραμε παραπάνω, θα αναλύσουμε τους όρους στροφική κίνηση και ροπή της αδράνειας, μεγέθη που τα συναντούμαι μέσω της χρήσης του ισοκινητικού δυναμομέτρου.

Στροφική κίνηση: $\Sigma\tau = I \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu}$. Στην στροφική κίνηση για να μεταβληθεί η γωνιακή ταχύτητα ενός σώματος που στρέφεται γύρω από έναν σταθερό άξονα πρέπει να ασκηθεί σε αυτό μία ροπή. Μεταξύ της αιτίας (ροπή) και του αποτελέσματος (μεταβολή γωνιακής ταχύτητας, γωνιακή επιτάχυνση) ισχύει $\Sigma\tau = I \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu}$.

Αν $\Sigma\tau = 0$ τότε $\alpha_{\gamma\omega\nu} = 0$ άρα το σώμα έχει σταθερή γωνιακή ταχύτητα (ω) ή δεν θα κάνει στροφική κίνηση. $\alpha_{\gamma\omega\nu} = d\omega/dt$ (ρυθμός αύξησης γωνιακής ταχύτητας). Τέλος ας αναφερθούμε στην ροπή της αδράνειας. Ροπή αδράνειας (I) ενός σώματος ως προς κάποιον άξονα περιστροφής είναι το άθροισμα των γινομένων των στοιχειωδών μαζών από τις οποίες αποτελείται το σώμα επί τα τετράγωνα των αποστάσεών τους από τον άξονα περιστροφής, δηλαδή: $(I = m_1r_1^2 + m_2r_2^2 + \dots)$. Η ροπή της αδράνειας ενός σώματος ως προς κάποιον άξονα, εκφράζει την αδράνεια του σώματος στη στροφική του κίνηση γύρω από τον άξονα περιστροφής και η μονάδα μέτρησής της είναι το $1\text{Kg}\cdot\text{m}^2$.

1.7 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ

Οι θεραπευτικές ασκήσεις που εκτελεί το ανθρώπινο σώμα σ' ένα πλάνο αποκατάστασης, χωρίζονται σε κλειστής και ανοιχτής κινητικής αλυσίδας (ΚΚΑ, ΑΚΑ).

Όταν το περιφερικό τμήμα ενός άκρου σταθεροποιείται ή ακινητοποιείται, τότε η κινητική αλυσίδα είναι κλειστή. Κατ' αναλογία, σε μία ανοιχτή κινητική αλυσίδα το περιφερικό τμήμα κινείται και δεν είναι

σταθεροποιημένο. Τόσο οι ασκήσεις ΚΚΑ, όσο και αυτές της ΑΚΑ, έχουν εξ' ίσου σημαντική θέση στη διαδικασία της αποκατάστασης (Prentice, 2007).

Ασκήσεις ΑΚΑ συνιστώνται στα πρώτα στάδια της αποκατάστασης, διότι έτσι δεν επιβαρύνονται με μεγάλα φορτία οι αρθρώσεις και τα μαλακά μέρη. Αντίθετα στα πλαίσια επανένταξης του ασθενή ή του αθλητή στις καθημερινές –αγωνιστικές του δραστηριότητες, εκτελούνται ασκήσεις ΚΚΑ ή συνδυασμός ανοιχτής και κλειστής, με τον οποίο επιτυγχάνουμε υψηλά επίπεδα μυϊκής δύναμης και αντοχής.

Πέρα από την κινητική αλυσίδα μιας άσκησης, ας αναφερθούμε σε δύο θεμελιώδεις σχέσεις που διέπουν την λειτουργία ενός μυός κατά την κίνησή του. Οι σχέσεις αυτές είναι η μηκοδυναμική και η ταχοδυναμική σχέση της μυϊκής συστολής.

Μηκοδυναμική σχέση: Σε αυτήν περιγράφεται η αναλογία της δύναμης του μυός σε σχέση με το μήκος του. Πιο συγκεκριμένα, όσο αυξάνεται το μήκος του μυός, τόσο μειώνεται η δύναμή του και αντίστροφα.

Ταχοδυναμική σχέση: Εδώ παραθέεται η αναλογία δύναμης του μυός ως προς την ταχύτητα εκτέλεσης μιας συστολής. Όσο αυξάνεται η ταχύτητα εκτέλεσης, τόσο μικρότερη η παραγωγή της δύναμης και αντίστροφα (Πουλμέντης,2007).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο Η ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

Παρ' ότι ο όρος ισοκίνηση φαινομενικά είναι καινούριος στο χώρο της φυσικοθεραπείας, εν τούτοις η πρώτη αναφορά σε αυτόν χρονολογείται το 1967 από τους Hislop & Perrine.

Ισοκίνηση ή ισοκινητική άσκηση, είναι ο τύπος της άσκησης που εκτελείται σε μία άρθρωση, σε καθορισμένο εύρος κίνησης με σταθερή την γωνιακή ταχύτητα εκτέλεσης σε όλο το εύρος αυτό. Εδώ θα πρέπει να γίνει ξεκάθαρο πως στην ισοκινητική άσκηση μας ενδιαφέρει η ταχύτητα εκτέλεσης της κίνησης και όχι το μέγεθος της αντίστασης που εφαρμόζεται ενάντια στην δράση του μυός (Τσακλής, 1997).

2.2 ΤΟ ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟ



Οι ισοκινητικές κινήσεις βρίσκουν εφαρμογή μέσω μιας συσκευής η οποία παρέχει αντίσταση για κίνηση των άκρων, έτσι ώστε ένα τμήμα αυτών να μην μπορεί να επιταχύνει πέρα από την προκαθορισμένη γωνιακή ταχύτητα του μηχανήματος. Ως αποτέλεσμα αυτού το μηχάνημα δεν παρέχει αντίσταση ή μέτρο ροπής, έως ότου το τμήμα των άκρων επιχειρήσει να υπερβεί την προκαθορισμένη ταχύτητα. επομένως, όταν το τμήμα των άκρων επιτυγχάνει να φτάσει την προκαθορισμένη ταχύτητα και προσπαθεί να επιταχύνει, το μέλος θα κινηθεί με σταθερή ταχύτητα. Επειδή το άκρο του ασθενούς κινείται κατά τη διάρκεια μιας ισοκινητικής δοκιμής, οι μετρήσεις που προκύπτουν φαίνεται ότι παρέχουν περισσότερες πληροφορίες για την λειτουργικότητα του μέλους, παρά όταν οι μετρήσεις προκύπτουν από μια ισομετρική συστολή. Η ισοκινητική συστολή ενός άκρου, δηλαδή με σταθερή γωνιακή ταχύτητα (ω), δεν έχει πρακτική εφαρμογή από τον ίδιο τον άνθρωπο. Ένα άκρο κινείται ισοκινητικά κατά τη διάρκεια της δοκιμής λόγω

του περιορισμού της κίνησης από την αντίσταση του ίδιου του μηχανήματος. Οι συσκευές ισοκίνησης μετρούν ροπή, η οποία είναι η δύναμη που εφαρμόζεται κάθετα στον άξονα περιστροφής (δηλαδή, μοχλοβραχίονας ροπής). Όταν ένα άκρο εφαρμόζεται με τη συσκευή, ο άξονας περιστροφής του πρέπει να ευθυγραμμιστεί με τον μηχανικό άξονα της μηχανής. Ο μοχλοβραχίονας για το άκρο και το μηχανήμα είναι, ως εκ τούτου, ο ίδιος. Σε ισοκινητικά δυναμόμετρα όπως το CYBEX II δεν είναι απαραίτητο να γίνει μέτρηση της απόστασης (d) από το σημείο εφαρμογής της δύναμης F , για τον υπολογισμό της ροπής.

Αν το μηχανήμα έχει βαθμονομηθεί σωστά τότε η απόσταση (d) από το σημείο εφαρμογής δεν χρειάζεται να μετρηθεί. Με συσκευές όπως η KIN / COM®, οι οποίες μετρούν τις δυνάμεις μέσα από τη χρήση ενός οργάνου μέτρησης της καταπόνησης, τοποθετώντας το άκρο στο βραχίονα της μηχανής. Μετράμε την απόσταση ώστε να υπολογιστούν σωστά οι μετρήσεις για την εύρεση της τιμής της ροπής (Rothstein et al, 1987).

Σχετικά με τον άξονα περιστροφής αν και, μπορεί να θεωρηθεί λιγότερο σημαντικό και μικρής σημασίας, είναι από τα σπουδαιότερα και σημαντικά θέματα στις ισοκινητικές μετρήσεις. Κάθε φορά που ο άξονας περιστροφής του άκρου και αυτός του μηχανήματος δεν μπορούν να ευθυγραμμισθούν, τότε οι μετρήσεις ροπής που λαμβάνονται δεν θα αντικατοπτρίζουν με ακρίβεια την απόδοση των μυών (Kues et al, 1992).

Όταν η κίνηση αφορά άρθρωση με περισσότερο από έναν βαθμό ελευθερίας, τα αποτελέσματα της μέτρησης δεν είναι αξιόπιστα. Αντίθετα το σφάλμα γίνεται μικρότερο όταν αφορά άρθρωση μόνο-αξονική. Για παράδειγμα, όταν επιχειρούμε μέτρηση σε αρθρώσεις όπως είναι του ώμου ή της ποδοκνημικής όπου δεν μπορούμε να περιορίσουμε την κίνηση, το σφάλμα στην μέτρηση είναι μεγαλύτερο σε αντίθεση με την άρθρωση του αγκώνα ή του γόνατος όπου το σφάλμα περιορίζεται. Σε τέτοιες δοκιμασίες, που υπάρχει μεγάλο σφάλμα, τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τις μετρήσεις μας οδηγούν σε μη αξιόπιστα συμπεράσματα όσον αφορά την κατάσταση, την δύναμη και την λειτουργικότητα των μυών.

Ανεξαρτήτως από τον τρόπο της ισοκινητικής δοκιμασίας, μην ξεχνάμε πως όλοι οι μύες αναπτύσσουν μια τάση. Με τον όρο αυτό εννοούμε την γραμμική δύναμη η οποία δημιουργείται όταν ένας μύς ασκεί έλξη σε έναν τένοντα και η οποία μπορεί να μετρηθεί μόνο με συγκεκριμένου τύπου όργανα. Αυτή η δύναμη υπολογίζεται με την ευθυγράμμιση των ειδικών οργάνων πάνω στην νοητή γραμμή του τένοντα. Εάν η τάση μετρηθεί σωστά, τότε δεν επηρεάζεται από άλλους μηχανικούς παράγοντες όπως τον μοχλοβραχίονα ροπής. Οι μετρήσεις ροπής που λαμβάνονται από ένα ισοκινητικό δυναμόμετρο δεν δείχνουν μόνο τη τάση που παράγει ένας μύς, αλλά αντικατοπτρίζουν

μηχανικούς παράγοντες (όπως ο μοχλοβραχίονας ροπής) τη στιγμή όπου στο εύρος τροχιάς η ροπή είναι μετρήσιμη.

Έχει υποστηριχθεί η άποψη πως οι ισοκινητικές δοκιμές με χαμηλή ταχύτητα αυξάνουν την μυϊκή δύναμη, ενώ δοκιμασίες με υψηλές ταχύτητες αυξάνουν την μυϊκή ισχύ, πράγμα το οποίο δεν έχει πιστοποιηθεί επιστημονικά (Perrin et al).

Γνωρίζουμε επίσης ότι η ισχύς ισούται με το έργο στην μονάδα του χρόνου ($P=W \cdot t$). Η ισχύς έχει χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει τις τιμές ροπής που προκύπτουν από ισοκινητικές δοκιμασίες μεγάλης ταχύτητας. Η δύναμη δεν έχει κάποιον εγγενή ορισμό όταν χρησιμοποιείται για να περιγράψει την απόδοση των μυών και πρέπει να ορίζεται για λειτουργικούς σκοπούς κάθε φορά που χρησιμοποιείται. Η αλόγιστη χρήση των όρων δύναμη και ισχύς φαίνεται να βασίζεται σε μια γενική επιθυμία να επικρατήσει πως οι αργές και οι γρήγορες δοκιμασίες ισοκίνησης, αντικατοπτρίζουν διαφορετικές πτυχές της μυϊκής απόδοσης. Επικρατεί η πεποίθηση ορισμένων εργαστηριακών που υποστηρίζουν ότι διαφορετικοί τύποι μυϊκών ινών μετριοούνται σε διαφορετικές ταχύτητες. Παρ' όλα αυτά κανένα στοιχείο δεν υπάρχει που να υποστηρίζει την άποψη πως οι διαφορετικές ταχύτητες κίνησης ελέγχουν διαφορετικά μυϊκά χαρακτηριστικά (Croisier et al. 2007).

Το ισοκινητικό δυναμόμετρο αυξομειώνει ανάλογα την αντίσταση ώστε η ταχύτητα εκτέλεσης να παραμένει σταθερή σε όλο το εύρος της κίνησης.

Υπάρχουν δύο είδη ισοκινητικών συστημάτων:

1. Το αμιγές μηχανικό, που αποτελείται από ένα απλό δυναμόμετρο και τα τμήματα εφαρμογής (κρεβάτι, καρέκλα). Τα όργανα αυτά χρησιμοποιούνται μόνο για εξάσκηση και αποκατάσταση.
2. Τα ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα στα οποία το δυναμόμετρο συνδέεται με Η/Υ του οποίου το λογισμικό παρέχει την δυνατότητα των ισοκινητικών εργομετρήσεων και βοηθά στην αξιολόγηση μιας κίνησης. Επίσης έχει την δυνατότητα να παρέχει ηλεκτρονικά ελεγχόμενη εξάσκηση όπως το Biofeedback (Τσακλής, 2000).

Για να πετύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας δύο βασικούς παράγοντες που είναι η σωστή τοποθέτηση του ασκούμενου και την κατάλληλη σταθεροποίηση του άκρου που θα εφαρμοστεί η άσκηση. Για το λόγο αυτό πρέπει να λάβουμε υπόψη μας τα ακόλουθα κριτήρια:

1. Πρέπει να υπάρχουν τα κατάλληλα αξεσουάρ εξάσκησης και σταθεροποίησης που συνοδεύονται από το ισοκινητικό δυναμόμετρο.

2. Το δυναμόμετρο και το επίπεδο που θα εκτελεστεί η άσκηση πρέπει να είναι τοποθετημένα παράλληλα.
3. Πρέπει να έχουμε ευθυγράμμιση του άξονα της κίνησης του δυναμόμετρου με τον ανατομικό άξονα της άρθρωσης γύρω από τον οποίο θα εκτελεστεί η συγκεκριμένη άσκηση.
4. Σωστή επιλογή του μήκους του μεταλλικού βραχίονα εξάσκησης.

Το λανθασμένο μήκος του βραχίονα δεν θα επιτρέψει να εκτελεστεί η κίνηση ομαλά στο πλήρες εύρος της και θα επηρεάσει την σταθεροποίηση της άρθρωσης. Επίσης η λανθασμένη οριοθέτηση των αξόνων της κίνησης έχει το ίδιο αποτέλεσμα κάποια σημεία που θα μας οδηγήσουν να αποφύγουμε λάθη στην εφαρμογή την άσκηση με ισοκινητικό δυναμόμετρο είναι η εξής:

- α) Αν υπάρχει η αίσθηση ότι το μέλος υφίσταται διάταση ή συμπίεση καθ' όλη τη διάρκεια της άσκησης και σε όλο το εύρος της κίνησης τότε πρέπει να εξετάσουμε το μήκος του βραχίονα.
- β) Εάν δεν είναι σωστή η ευθυγράμμιση των αξόνων τότε θα υπάρχει στο ασκούμενο η αίσθηση το μέλος διατείνεται στο ένα άκρο του εύρους και ταυτόχρονα υπάρχει συμπίεση στο άλλο. Το πρόβλημα μπορεί να διορθωθεί εάν ο ασκούμενος μετακινηθεί προς την διεύθυνση που αισθάνεται το μέλος του να διατείνεται.
- γ) Η ευθυγράμμιση των αξόνων μπορεί να διαταραχθεί αν ο ασκούμενος αισθάνεται το μέλος του να συμπιέζεται ή να διατείνεται στο μέσο του εύρους τροχιάς της κίνησης ενώ βελτιώνεται η αίσθηση στα άκρα. Με την μετακίνηση του ασκούμενου προς την κατεύθυνση που διατείνεται το μέλος.
- δ) Πρέπει να αποφύγουμε την κίνηση του μέλους του ασκούμενου όταν αυτό βρίσκεται κοντά στην άρθρωση που μας ενδιαφέρει να ενδυναμώσουμε. Η άρθρωση πρέπει να παραμένει σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της άσκησης (Τσακλής,2000).

2.3 Η ΣΩΣΤΗ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΑΣΘΕΝΗ ΣΤΟ ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟ

Προκειμένου να πετύχουμε σωστά αποτελέσματα κατά την άσκηση και να έχουμε σωστές μετρήσεις πρέπει να λάβουμε υπόψη μας κάποιους παράγοντες που μπορεί να οδηγήσουν σε τραυματισμό του ασκούμενου και σε λάθος μετρήσεις.

Η σωστή τοποθέτηση του ασθενή πάνω στο ισοκινητικό δυναμόμετρο είναι βασικός παράγοντας και προστατεύει τον ασκούμενο από απρόοπτες καταστάσεις, όπως για παράδειγμα το λανθασμένο μήκος του.

Τι πρέπει να προσέχουμε σε μια ισοκινητική άσκηση

Υπάρχουν κάποιοι περιοριστικοί παράγοντες σε μια ισοκινητική άσκηση. Ο αθλητής ή ο ασκούμενος που λαμβάνει μέρος σε μια ισοκινητική εφαρμογή δεν είναι πάντα σε άριστη κατάσταση. Η υγεία του μπορεί να είναι κλονισμένη ή ακόμα και ο τραυματισμός που έχει υποστεί μπορεί να είναι σοβαρός και με την επιβάρυνση της άσκησης να προκαλέσουμε μεγαλύτερη βλάβη. Αυτό σημαίνει ότι, πριν εφαρμόσουμε κάποια ισοκινητική άσκηση ή μέτρηση με ισοκινητικό δυναμόμετρο, πρέπει να γνωρίζουμε και λάβουμε υπόψη μας τα εξής:

- α) Τη μυϊκή, την παθολογική και την καρδιοαναπνευστική κατάσταση του ατόμου.
- β) Τυχόν χειρουργικές επεμβάσεις που έχει υποβληθεί καθώς και τον τύπο τραυματισμού που έχει υποστεί. Πρέπει επίσης να γνωρίζουμε ότι σε ορισμένες χειρουργικές επεμβάσεις απαιτείται περιορισμός του εύρους τροχιάς της άρθρωσης.
- γ) Η ισοκινητική άσκηση που υποβάλλεται ο ασθενής θα πρέπει να είναι ακριβής και σε καμιά περίπτωση να μην του προκαλεί πόνο.

Προϋποθέσεις εφαρμογής ισοκινητικής άσκησης

Πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την εφαρμογή της ισοκινητικής άσκησης προϋποθέτονται τα εξής:

1. Ο αντικειμενικός και υποκειμενικός έλεγχος του ασθενή ή του αθλητή ο οποίος θα υποστεί τη δοκιμασία προκειμένου να προληφθούν τυχόν τραυματισμοί ή για να εξακριβωθεί το εύρος τροχιάς μιας άρθρωσης ή τυχόν περιορισμού που μπορεί να υπάρχουν.
2. Καλό ζέσταμα, σε κάθε περίπτωση, με τις απαραίτητες διατάξεις έτσι ώστε να διαφυλαχθεί ο ασθενής από τυχόν τραυματισμούς κατά τη διάρκεια της άσκησης.

3. Σύγκριση των δύο μελών (αρθρώσεων) του ασθενή που ασκείται ή εξετάζεται καθώς και των μυϊκών ομάδων για τυχόν μυϊκές ανισορροπίες για να επιλεγθούν οι κατάλληλες ασκήσεις και το κατάλληλο πρόγραμμα.
4. Μετά από κάθε άσκηση είναι απολύτως απαραίτητο να γίνονται οι ανάλογες διατάσεις των μυών.
5. Σε περίπτωση που μετά από έντονη άσκηση υπάρχει ερεθισμός στην εφαρμοζόμενη περιοχή ή της άρθρωσης που λαμβάνει μέρος εφαρμόζουμε παγοθεραπεία στην περιοχή, περίδεση και ανύψωση του μέλους, εάν αυτό κριθεί απαραίτητο.

Απώλεια δύναμης μετά από τραυματισμό (μυϊκή ανισορροπία)

Μετά από κάθε τραυματισμό λόγω της ακινησίας του πάσχοντος μέλους η δύναμή του έχει μειωθεί αισθητά. Έρευνες πάνω στο θέμα αυτό έχουν δείξει ότι οι αθλητές που χάνουν μερικές μέρες προπόνησης ή άσκησης και σε συνδυασμό με την ανάπαυση ή και καθήλωσή τους στο κρεβάτι έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της μυϊκής τους δύναμης κατά 3% την ημέρα (Sargent, 1977; Prentice, 2007). Επίσης σημαντικό ρόλο παίζει και το αν ο τραυματισμός αφορά την κυρίαρχη ή μη πλευρά του σώματος. Η κυρίαρχη πλευρά υπερτερεί κατά 5% σε δύναμη της μη κυρίαρχης (Hettinger & Muller 1970; Cybex 6000 Manual 1993).

Οι παραπάνω διαφορές μεταξύ της κυρίαρχης και της μη κυρίαρχης πλευράς του σώματος αυξάνονται όταν η σύγκριση αφορά τα άνω άκρα διότι το κυρίαρχο άκρο του άνω άκρου κάνει μεγαλύτερο έργο και πιο επιδέξιες κινήσεις από τη μη κυρίαρχη ενώ στα κάτω άκρα, που έχουν επιφορτιστεί με την στήριξη όλου του σώματος, όταν η κίνηση γίνεται σε υψηλές ταχύτητες παρατηρούνται μεγάλες διαφορές (Davies, 1992). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχει μυϊκή ανισορροπία και η πιθανότητα τραυματισμού κατά τη διάρκεια της άσκησης αυξάνεται (Τσακλής, 2000).

2.4 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΟΣ ΚΑΙ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Πριν από κάθε ισοκινητική διαδικασία, ανεξάρτητα εάν ο εξεταζόμενος είναι σε πρόγραμμα αποκατάστασης, ακολουθεί πρόγραμμα συντηρητικής αγωγής, ή ακόμα και αν είναι στα πλαίσια ερευνητικής διαδικασίας πρέπει να υποβληθεί σε υποκειμενική και αντικειμενική εξέταση. Με τον τρόπο αυτό θα περιορίσουμε τους παράγοντες τραυματισμού και θα έχουμε πιο αξιόπιστα αποτελέσματα στις μετρήσεις τις οποίες θα υποβληθεί.

Η υποκειμενική εξέταση του ασθενή περιλαμβάνει γενικά στοιχεία του ασκούμενου όπως:

- το όνομά του
- την ημερομηνία γέννησής του
- ποια είναι η πάσχουσα πλευρά
- το σωματικό του βάρος
- το ύψος του
- εάν πάσχει από άλλο νόσημα
- αν είναι σε φαρμακευτική αγωγή
- αν έχει υποβληθεί σε κάποια άλλη χειρουργική επέμβαση
- τις καθημερινές του συνήθειες
- τον τρόπο ζωής του
- τις επαγγελματικές του δραστηριότητες
- τα χόμπι του

Η αντικειμενική εξέταση περιλαμβάνει αυτά τα ειδικά στοιχεία και περιορίζει στο μέλος το οποίο υποβληθεί ο εξεταζόμενος στη δοκιμασία. Πιο συγκεκριμένα αφορά :

- το εύρος τροχιάς της άρθρωσης
- ενδεχόμενες προσαρμογές της άρθρωσης και σε κάποια μυϊκά ελλείμματα
- μυϊκά ελλείμματα
- αν παρουσιάζει πόνο
- αν υπάρχει δυσκαμψία στην περιοχή
- αν υπάρχει περιορισμός της κίνησης
- αν υπάρχει οίδημα στην περιοχή
- αν η περιοχή αυτή έχει υποβληθεί σε χειρουργική επέμβαση και ποτέ έγινε ακόμα και την ημερομηνία της επέμβασης
- αν υπάρχουν υλικά οστεοσύνθεσης στο άκρο ή την γύρο περιοχή
- αν υπάρχει κυνισμός στην περιοχή
- αν υπάρχουν στοιχεία αλλοίωσης του δέρματος ή δερματικές πτυχές
- εξετάζουμε προσεκτικά την περιοχή για εντοπισμό μελανώματος και οστικών προεξοχών.

Σε κάθε περίπτωση γίνεται σύγκριση της υγιούς πλευράς με την πάσχουσα ή την πλευρά που πρόκειται να εξεταστεί (Perrin,1987).

Επιστράτευση μυϊκών ινών κατά την παραγωγή έργου

Σε κάθε μας κίνηση ακόμα και στις πιο μικρές καθημερινές κινήσεις έχουμε μυϊκή σύσπαση. Η μυϊκή σύσπαση έχει ως αποτέλεσμα την επιστράτευση μυϊκών ινών.

Όταν έχουμε άσκηση με το ισοκινητικό δυναμόμετρο έχουμε υψηλές εντάσεις στις χαμηλές ταχύτητες. Άρα αν θέλουμε να γυμνάσουμε ίνες ταχείας συστολής θα χρησιμοποιήσουμε χαμηλές ταχύτητες και θα επιτύχουμε μέγιστη σύσπαση. Σε άσκηση ινών βραδείας συστολής θα πρέπει να επιλέξουμε υψηλές ταχύτητες. Εδώ αξίζει να σημειώσουμε ότι μετά από τραυματισμό εμφανίζεται πρώτα ατροφία των μυϊκών ινών βραδείας συστολής (Davies,1992; Edstrom,1970 ; Haggmerk,1981).

Άρα θα έχουμε επιστρατεύσει τις ίνες βραδείας συστολής σε ποσοστό 30% της μυϊκής απόδοσης του ασκούμενου. Όσο το ποσοστό της μυϊκής δύναμης ανεβαίνει έως και το 70-80% έχουμε εμπλοκή στην άσκηση των μυϊκών ινών τύπου Ια. Όσο η δοκιμασία απαιτεί μεγαλύτερο μυϊκό έργο και σε προσπάθειες άνω του 80% λαμβάνουν μέρος οι μυϊκές ίνες ταχείας σύσπασης τύπου Ιβ (Davies,1992).

Η άσκηση σε διαφορετικές ταχύτητες επιτρέπει την αξιολόγηση διαφορετικών χαρακτηριστικών της μυϊκής δύναμης και αντοχής (Davies,1984 ; Prentice, 2007).

Οι ταχύτητες ποικίλουν ανάλογα με το είδος του ισοκινητικού δυναμόμετρου αν και το μέσο εύρος είναι από 0-300° /s στην έκκεντρη συστολή. Ωστόσο υπάρχουν μηχανήματα που επιτρέπουν σε σύγκεντρη συστολή ταχύτητες μεγαλύτερες από 500° /s. Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι οι ταχύτητες μιας λειτουργικής δραστηριότητας υπερβαίνουν κατά πολύ τις ταχύτητες που μπορούν να αναπτυχθούν σε ένα ισοκινητικό δυναμόμετρο (Prentice,2007). Για παράδειγμα οι γωνιακές ταχύτητες στις ρίψεις επαγγελματιών παιχτών του μπιτμπολ είναι μεταξύ 6.500 και 7.200° /s, (Dillman,et al. 1990).

Οι ταχύτητες στο ισχίο και το γόνατο σε ένα λάκτισμα στο ποδόσφαιρο υπερβαίνουν τις 400° /s και τις 1.200° /s αντίστοιχα (Πουλμέντης et al, 1988). Αυτό συμβαίνει διότι το μεγαλύτερο μέρος του ισοκινητικού ελέγχου γίνεται χωρίς να υπάρχει η φόρτιση του σωματικού βάρους η οποία δεν είναι αντιπροσωπευτική για λειτουργικές δραστηριότητες.

Ενδεικτικά εδώ μπορούμε να αναφέρουμε ότι η γωνιακή ταχύτητα που αναπτύσσεται μεταξύ 60°/sec έως 150°/sec χαρακτηρίζεται ως χαμηλή, μέση ή ταχύτητα μεταξύ 150°/sec έως 210°/sec και υψηλή γωνιακή ταχύτητα από 210°/sec έως 300°/sec (Πουλμέντης,2007). Από διαφορετική βιβλιογραφία όμως βλέπουμε μια μικρή διακύμανση στις τιμές των γωνιακών ταχυτήτων. Από τις 0°/sec ως και τις 60°/sec είναι οι χαμηλές ταχύτητες, από 90°/sec μέχρι και τις 180°/sec για μεσαίες ταχύτητες, από 210°/sec έως και τις 300°/sec είναι οι υψηλές ταχύτητες και από τις 300°/sec και πάνω είναι οι ταχύτητες που εφαρμόζουμε για λειτουργικούς σκοπούς (Davies,1992-Τσακλής,1997).

Όταν ένας αθλητής βρίσκεται στο στάδιο από κατάσταση ή σε ένα μετατραυματικό στάδιο πρωταρχικός στόχος είναι η αύξηση του εύρους τροχιάς. Όσο αυξάνουμε το εύρος τροχιάς πρέπει παράλληλα να γίνεται και ενδυνάμωση του μέλους ώστε να μην χάσουμε ότι έχουμε κερδίσει. Η ενδυνάμωση του μέλους, όσο προσπαθούμε να αυξήσουμε την κίνηση στην άρθρωση, πρέπει να γίνει επιλέγοντας χαμηλές ταχύτητες εξάσκησης. Με τις χαμηλές ταχύτητες επιτυγχάνουμε καλύτερο έλεγχο στην κίνηση και ταυτόχρονα μεγαλύτερη φόρτιση στις αρθρώσεις, έχουμε υπερχειλίση όσεων, οπότε κερδίζουμε και σε ιδιοδεκτικότητα. Ο τρόπος αυτός μπορεί να μας δώσει επιπλέον αύξηση της δύναμης του εύρους τροχιάς περίπου 15° (Halback, 1985; Davies 1992).

Όταν γίνει αποκατάσταση και φτάσουμε στο επιθυμητό αποτέλεσμα σε σχέση με το πλήρες εύρος της κίνησης και μπορούμε να επιτύχουμε εξάσκηση σε όλη την κίνηση μπορούν να επιχειρήσουμε άσκηση στο ισοκινητικό δυναμόμετρο σε υψηλές ταχύτητες. Οι υψηλές ταχύτητες εκτός το ότι βοηθούν στο νευρομυϊκό συντονισμό προσεγγίζουν περισσότερο κινήσεις που γίνονται στην καθημερινή δραστηριότητα του ασκούμενου. Επίσης μπορούμε να πούμε ότι οι υψηλές ταχύτητες στην άσκηση βοηθούν στην μείωση των ενδοαρθρικών πιέσεων διότι αυξάνεται η ταχύτητα ροής του αρθρικού υγρού (Τσακλής, 1997).

Στα πρώιμα στάδια όπου δεν τίθεται θέμα εύρους τροχιάς αλλά μόνο αποκατάσταση από τραυματισμό επιλέγουμε υψηλές ταχύτητες αλλά με μικρή αντίσταση για του λόγους τους οποίους αναφέραμε παραπάνω. Όσο τα ελλείμματα της δύναμης και της αντοχής αποκαθίστανται αναπροσαρμόζουμε το πρόγραμμα της ισοκινητικής αποκατάστασης μειώνοντας την γωνιακή ταχύτητα αλλά αυξάνοντας την αντίσταση στο μέλος που εξασκείται. Για να μπορούμε να πούμε ότι έχουμε φτάσει σε ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα θα πρέπει το έλλειμμα της δύναμης και της αντοχής μεταξύ υγιούς και πάσχοντος μέλους να μην ξεπερνά το 5% (Πουλμέντης, 2007).

Ανεξάρτητα από το είδος της ισοκινητικής δοκιμασίας που υποβάλλεται ο ασκούμενος θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και κάποιοι παράγοντες προκειμένου να διεξαχθεί ομαλά η άσκηση και τα αποτελέσματα να είναι ορθά. Αυτοί οι παράγοντες είναι:

- ο αριθμός των σετ
- η γωνιακή ταχύτητα της άσκησης
- ο αριθμός των επαναλήψεων
- ο αριθμός εκτέλεσης των σετ
- ο χρόνος ανάπαυσης μεταξύ των σετ
- η ένταση εκτέλεσης των σετ (μέγιστη, χαμηλή)

Η αλλαγή ή παράληψη ενός στοιχείου από τα προαναφερόμενα είναι δυνατό να αλλοιώσει το αποτέλεσμα της δοκιμασίας.

2.5 Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΙΣΟΚΙΝΗΣΗΣ

Η ισοκίνηση ως τρόπος αποκατάστασης βρίσκει εφαρμογή τα τελευταία χρόνια και κερδίζει έδαφος στην σύγχρονη ιατρική και φυσικοθεραπεία. Η ισοκινητική συστολή όπως έχουμε αναφέρει είναι μια δυναμική μυϊκή συστολή κατά την οποία η ταχύτητά της ελέγχεται μηχανικά και το μέλος που ασκείται να κινείται με επιλεγμένη και σταθερή γωνιακή ταχύτητα. Αυτός είναι ο λόγος που τα αποτελέσματα των μετρήσεων που γίνονται από διάφορα εργαστήρια και που έχουν κατά καιρούς δημοσιευθεί είναι τα πλέον αξιόπιστα και έχουν ληφθεί σοβαρά υπόψη και έχουν διαμορφώσει προπονητικά προγράμματα σε διάφορα αθλήματα με αποτέλεσμα την προστασία των αθλητών από τραυματισμούς. Εκτός από το ότι έχουν συμβάλει στην πρόληψη των αθλητικών κακώσεων η ισοκινητική άσκηση έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως για την αξιολόγηση της μυϊκής δύναμης των αθλητών. Εφαρμόζεται ακόμα σε αθλητές ή ασθενείς που ακολουθούν πρόγραμμα συντηρητικής θεραπευτικής αγωγής, σε μετεγχειρητική αγωγή και φυσικά σε αποκατάσταση κακώσεων(Πουλμένης,2007).

2.6 ΤΥΠΟΙ ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΩΝ

Σήμερα στο εμπόριο υπάρχουν πολλοί τύποι ισοκινητικών δυναμόμετρων που καλύπτουν απόλυτα τις ανάγκες της αγοράς. Το κάθε ένα από αυτά έχει τα δικά του χαρακτηριστικά και τρόπο λειτουργίας που εξυπηρετεί διαφορετικές ανάγκες. Έτσι τα μηχανήματα αυτά λόγω του υψηλού κόστους βρίσκουν εφαρμογή μόνο σε επιλεγμένα γυμναστήρια κέντρα φυσικοθεραπείας, αθλητικές εγκαταστάσεις και κέντρα αποκατάστασης. Οι κυριότεροι τύποι ισοκινητικών δυναμόμετρων που μπορεί να συναντήσει στα κέντρα αυτά είναι το **Biodex** το **Cybex** και το **Kin-Com**.



Ακολουθεί αναλυτικός συγκριτικός πίνακας για τα τεχνικά χαρακτηριστικά των ισοκινητικών δυναμομέτρων που αναφέραμε:

2.7 ΠΙΝΑΚΑΣ

Ισοκινητικός εξοπλισμός και κατασκευαστής	Διαθέσιμοι τρόποι εξάσκησης	Ταχύτητες	Μέγιστη ροπή
BIODEX	Ισοκινητικός (σύγκεντρος και έκκεντρος), ισομετρικός, Συνεχής Παθητική Κίνηση (ΣΠΚ)	Ισοκινητική Σύγκεντρος: 30°-500°/sec Έκκεντρος: 10°-300°/sec ΣΠΚ: ελάχιστη δυνατή ταχύτητα 0.25/sec	Σύγκεντρος: 500 ft lb, Έκκεντρος: 300ft lb

CYBEX	Ισοκινητικός: μηχανικός και με εξωτερική τροφοδοσία Έκκεντρος: εξωτερική τροφοδοσία, ΣΠΚ	Σύγκεντρη (τροφ): 15°- 120°/sec Σύγκεντρη (μηχ): 15°- 500°/sec Έκκεντρη(τροφ): 30°-120°/sec, ΣΠΚ: 5°- 120°/sec	Σύγκεντρη(τροφ): 500 ft lb, Έκκεντρη(τροφ): 30°-55°/sec: 250 ft lb, 60°-120°/sec ft lb
KIN COM	Ισομετρικός, ισοκινητικός (σύγκεντρος και έκκεντρος), ισοτονικός, ΣΠΚ	Ισοκινητική: Σύγκεντρη: 1°- 250°/sec Έκκεντρη: 1°- 250°/sec, Ισοτονική: 1°- 250°/sec, ΣΠΚ: 1°-250°/sec	Ισομετρική: 450 ft lb, Ισοκινητική: Σύγκεντρη 450 ft lb, Έκκεντρη 450 ft lb, Ισοτονική: 2-450 ft lb

Για την μετατροπή της μονάδας πόδια λίβρες (ft lb) στο μετρικό σύστημα (Nm) πολλαπλασιάζουμε επί 4.45 (Prentice,2007).

2.8 ΕΙΔΙΚΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Η διαδικασία του ισοκινητικού ελέγχου περιέχει διάφορα πρωτόκολλα. Ανάλογα με το τι θέλουμε να μετρήσουμε και να αξιολογήσουμε και βεβαίως με την περίπτωση του κάθε εξεταζόμενου, χρησιμοποιούμε το κατάλληλο πρωτόκολλο για να λάβουμε και τα εγκυρότερα αποτελέσματα. Το πιο συνηθισμένο ισοκινητικό τεστ είναι το « Κλασικό Ορθοπεδικό ». Αυτό περιλαμβάνει μετρήσεις σε τρεις ταχύτητες: μια χαμηλή, μια μεσαία και μια υψηλή. Έτσι αποδίδονται αμφοτερόπλευρες συγκρίσεις και ελλείμματα καθώς και όλα τα δυναμομετρικά στοιχεία. Εκτός από το κλασικό ορθοπεδικό τεστ υπάρχουν και άλλα πιο εξειδικευμένα. Θα αναφέρουμε ενδεικτικά ορισμένα από αυτά:

- 1) Το ισομετρικό τεστ (isometric test) : Παρ' ότι δεν πρόκειται για ισοκινητικό τεστ πολλές φορές επιβάλλεται να προηγείται αυτού, ώστε να φανεί αν υπάρχουν τυχόν αντενδείξεις κατά την κίνηση του μέλους όπως πόνος σε διάφορα σημεία ή περιορισμός αυτής λόγω μειωμένου εύρους τροχιάς. Συχνά λόγω της αυξημένης πίεσης που ασκεί το ισομετρικό τεστ σε μια περιοχή του σώματος , οι ενδείξεις και τα συμπτώματα που μπορεί να

εμφανιστούν αποτελούν δείκτη αποφυγής όσον αφορά την έναρξη ισοκινητικού ελέγχου. Οι μετρήσεις που παίρνουμε μας αποδίδουν στοιχεία όπως είναι η ισομετρική μέγιστη ροπή σε συγκεκριμένη γωνία, η ισομετρική μέγιστη ροπή για την αντοχή του εξεταζόμενου και την ισομετρική ροπή ως προς την κούραση.

- 2) Το τεστ χαμηλών ταχυτήτων, τεστ δύναμης (slow contractile velocity testing, strength test): Μέσω της χρήσης των χαμηλών ταχυτήτων, έχουμε τη μέγιστη δυνατή σύσπαση της εξεταζόμενης μυϊκής ομάδας, η οποία κορυφώνεται όσο πλησιάζουμε την ταχύτητα των $0^{\circ}/\text{sec}$ (ισομετρική σύσπαση). Έτσι μπορούμε να αξιολογήσουμε τις αποδόσεις της μέγιστης μυϊκής δύναμης. Επιδιώκουμε λοιπόν να χρησιμοποιούμε γωνιακές ταχύτητες από τις $60^{\circ}/\text{sec}$ και κάτω, συνήθως $60^{\circ}-45^{\circ}-30^{\circ}/\text{sec}$. Η πιο κοινά αποδεκτή ταχύτητα ελέγχου είναι οι $60^{\circ}/\text{sec}$ και αυτό διότι στα συνήθη ισοτονικά προγράμματα ενδυνάμωσης (βάρη), η ταχύτητα εκτέλεσης των ασκήσεων δεν ξεπερνά τις $60^{\circ}/\text{sec}$ στις μέγιστες επιβαρύνσεις. Επιπλέον οι χαμηλότερες από $60^{\circ}/\text{sec}$ ταχύτητες είναι πολύ επιβαρυντικές και πιεστικές για τις αρθρώσεις και τις εξεταζόμενες μυϊκές ομάδες (Perrin, 1987). Με τον ισοκινητικό έλεγχο στις χαμηλές ταχύτητες παίρνουμε στοιχεία όπως τη μέγιστη ροπή, MP/ σωματικό βάρος, σχέση αγωνιστών/ανταγωνιστών, καθώς και μια πολύ καλή καταγραφή της καμπύλης ροπής που μας δίνει την δυνατότητα να την αναλύσουμε και να την αξιολογήσουμε καλύτερα.
- 3) Το τεστ υψηλών ταχυτήτων, τεστ ισχύος (fast contractile velocity testing , Power test) : Κάθε τεστ πάνω από τις $60^{\circ}/\text{sec}$ θεωρείται τεστ ισχύος. Ειδικά, εάν αυτό διενεργείται με ταχύτητες $180^{\circ}-300^{\circ}/\text{sec}$, δίνει την δυνατότητα της αξιόπιστης μέτρησης της ισχύος, δηλαδή της παραγωγής της ροπής για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα στο πλήρες εύρος της κίνησης. Οι υψηλές ταχύτητες επιτρέπουν την εκτέλεση της κίνησης σε όλο το εύρος, πράγμα το οποίο είναι βασικό και επίσης επιτρέπουν την εκτέλεση πολλών επαναλήψεων, στοιχείο ενδεικτικό και απαραίτητο για την μέτρηση της μυϊκής ισχύος, αφού ο χρόνος είναι μία παράμετρος που συνυπολογίζεται.
- 4) Το τεστ λειτουργικών ταχυτήτων (functional contractile velocity testing): Με τα εξελεγμένα μοντέλα ισοκινητικών δυναμομέτρων, έχουμε τη δυνατότητα εφαρμογών σε ταχύτητες υψηλότερες των $300^{\circ}/\text{sec}$ έως και τις $600^{\circ}/\text{sec}$. Κάνοντας ισοκινητικό έλεγχο σε αυτό το φάσμα ταχυτήτων, επιδιώκουμε να διερευνήσουμε τη δυναμική μυϊκή κατάσταση σε συνθήκες οι οποίες προσεγγίζουν τις αγωνιστικές, μιας και οι υψηλές αυτές ταχύτητες πλησιάζουν αυτές των αγωνιστικών κινήσεων. Έτσι αξιολογούμε περισσότερο τα ελλείμματα της ισχύος και όχι τόσο της δύναμης ή της σχέσης αγωνιστών/ανταγωνιστών. Μπορούμε λοιπόν να εντοπίσουμε τυχόν ελλείψεις στη λειτουργικότητα των μυϊκών ομάδων κάτω από αυτές τις

συνθήκες, τις οποίες πιθανόν να μην παρατηρούσαμε εφαρμόζοντας ένα τεστ χαμηλών ταχυτήτων όπου ενδεχομένως θα μας είχε δώσει ίδιες μετρήσεις στη μέγιστη δύναμη των συγκρινόμενων μυϊκών ομάδων (Τσακλής,1997).

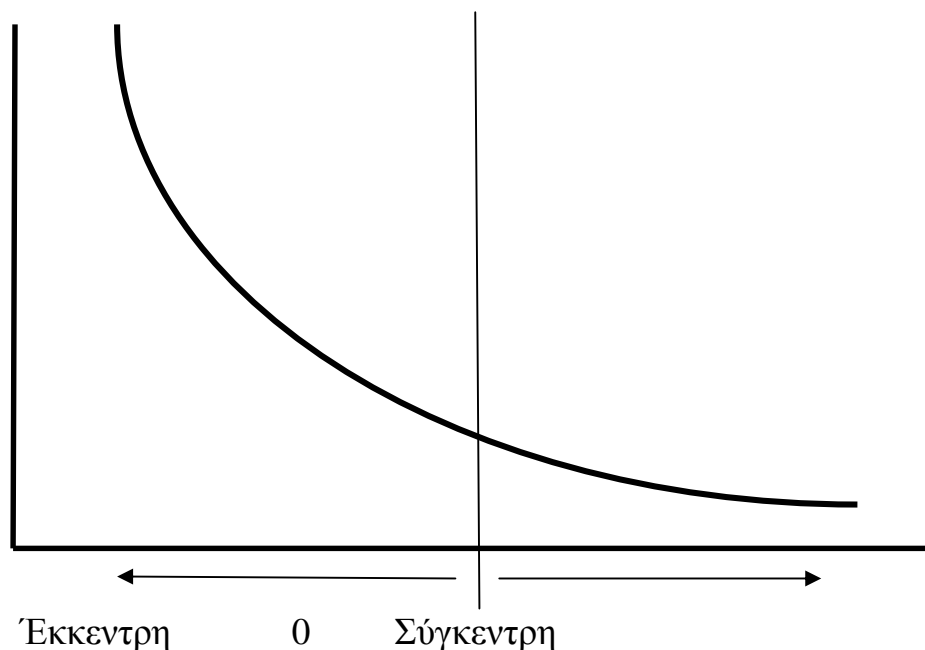
2.9 ΤΑΧΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ

Βασικό σημείο για να κατανοήσουμε την ισοκινητική άσκηση αλλά και σημαντικό για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων των μετρήσεων όπως και τον σχεδιασμό προγράμματος αποκατάστασης αθλητών ώστε να ενταχθούν ομαλά στην καθημερινή δραστηριότητα, είναι η σχέση μεταξύ δύναμης και ταχύτητας. Για το σωστό σχεδιασμό λοιπόν ενός προγράμματος η ταχύτητα και ο τρόπος εξάσκησης πρέπει να επιλέγονται με βάση το είδος του τραυματισμού και τη φυσική κατάσταση του ασκούμενου.

Όταν εκτελούμε σύγκεντρη άσκηση η παραγόμενη δύναμη ελαττώνεται με την αύξηση της ταχύτητας (Chandler & Duncan,1988).

Στην έκκεντρη όμως συστολή η δύναμη μπορεί να αυξηθεί όταν αυξάνεται η ταχύτητα (Worrell et al,1989). Ο λόγος για τον οποίο αποφεύγουμε την έκκεντρη άσκηση όταν υπάρχει οξύς τραυματισμός , είναι ότι η αύξηση της δύναμης και της ταχύτητας δεν δίνουν στον τραυματισμένο ιστό τον απαιτούμενο χρόνο για την επούλωση του. Αντίθετα στο τελικό στάδιο λίγο πριν επανέλθει ο αθλητής στις αγωνιστικές του υποχρεώσεις η έκκεντρη ισοκινητική εξάσκηση ενδείκνυται για την καλύτερη επανένταξη του.

Η ταχοδυναμική καμπύλη, εκτός από την αξιολόγηση, χρησιμοποιείται και στην διαδικασία της αποκατάστασης. Δεν πρέπει να παραβλέπεται ο ρόλος της, καθώς αποτελεί την βάση για τον σχεδιασμό ενός προγράμματος ισοκινητικής εξάσκησης. Σε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης, η ταχοδυναμική καμπύλη αποδίδει την ταχύτητα και την δύναμη. Παρακάτω παραθέτουμε την γραφική απεικόνιση της καμπύλης.



(Γραφική αναπαράσταση της ταχοδυναμικής καμπύλης τροποποιημένη από Prentice, 2007).

Η παραγωγή της δύναμης αποδίδεται στον άξονα x, ενώ η ταχύτητα της κίνησης στον άξονα y. Η σύγκεντρη κίνηση εντοπίζεται στην δεξιά πλευρά του άξονα x και η έκκεντρη στην αριστερή πλευρά. Η ταχύτητα αυξάνει από αριστερά προς τα δεξιά με την σύγκεντρη κίνηση, ενώ με την έκκεντρη από δεξιά προς τα αριστερά. Με την αύξηση της ταχύτητας, η παραγωγή της δύναμης ελαττώνεται σε μία σύγκεντρη συστολή (Chandler & Duncan, 1998).

Σε έκκεντρη συστολή, η παραγωγή της δύναμης μπορεί να αυξηθεί με την αύξηση της ταχύτητας της κίνησης (Worrell et al, 1989).

Αντίθετα κάποιοι υποστηρίζουν πως η έκκεντρη ροπή παραμένει αμετάβλητη με την αύξηση της ταχύτητας (Hageman et al, 1988).

Η ταχοδυναμική καμπύλη πρέπει να χρησιμοποιείται ως βάση για τον σχεδιασμό ενός προγράμματος αποκατάστασης. Η ταχύτητα και ο τρόπος εξάσκησης πρέπει να επιλέγονται βάσει του είδους του τραυματισμού και του στόχου, για ανάπτυξη δύναμης σε διάφορες ταχύτητες και τρόπους εξάσκησης. Κατά την οξεία φάση της επούλωσης μετά από έναν τραυματισμό, η παραγωγή δύναμης πρέπει να περιορίζεται στο ελάχιστο ώστε να επουλωθούν οι πληγμένες δομές. Η έκκεντρη ισοκινητική εξάσκηση δεν ενδείκνυται στην φάση αυτή, επειδή υπάρχει μεγάλη τάση για αύξηση παραγωγής της δύναμης (Prentice, 2007).

Πριν προχωρήσουμε στην ανάλυση της ισοκινητικής αποκατάστασης, πρέπει να γνωρίζουμε πως για κάθε άσκηση, έτσι και για την ισοκινητική υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες δεν πρέπει να προχωράμε στην εκτέλεση της. Αναφέρουμε λοιπόν τις αντενδείξεις οι οποίες χωρίζονται στις απόλυτες και στις σχετικές.

2.10 ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

Απόλυτες αντενδείξεις

- 1) Η χρονική περίοδος της επούλωσης των μυϊκών ινών και των συνδεσμικών ιστών.
- 2) Έντονος πόνος
- 3) Πολύ περιορισμένο εύρος της κίνησης
- 4) Μεγάλος ερεθισμός και οίδημα της άρθρωσης
- 5) Αστάθεια στην άρθρωση
- 6) Μετά από οξεία διάταση της μυοτενόντιας ομάδας

Σχετικές αντενδείξεις

- 1) Πόνος
- 2) Περιορισμένο εύρος κίνησης
- 3) Οίδημα ή θυλακίτιδα
- 4) Χρόνιο εξάρθημα 3^{ου} βαθμού
- 5) Υποξύ εξάρθημα
- 6) Κύηση (συνεννόηση με γυναικολόγο)

Σε ασθενείς με σχετικές αντενδείξεις μπορούμε να κάνουμε ισοκινητικό έλεγχο. Ξεκινάμε με τις μεσαίες ταχύτητες, για να αυξήσουμε στις υψηλές και να καταλήξουμε στις χαμηλές ταχύτητες. Σε ασθενείς με νευρολογικά προβλήματα τα οποία επιφέρουν ανωμαλία στον μυϊκό τόνο, έχουμε σπαστικότητα ή χαλαρότητα δηλαδή, ο ισοκινητικός έλεγχος ίσως δεν αποδώσει αξιόπιστα αποτελέσματα για την μυϊκή δύναμη. Η σπαστικότητα μπορεί να αυξηθεί τις μεσαίες και υψηλές ταχύτητες (Τσακλής,1997).

Έχει αναφερθεί επίσης σαν σχετική αντένδειξη η εφαρμογή ισοκινητικού ελέγχου κατά την διάρκεια προετοιμασίας αθλητών. Αυτό βέβαια απέχει από την πραγματικότητα καθώς στην περίοδο της προετοιμασίας στοχεύουμε περισσότερο στις παραμέτρους της αντοχής και της μέγιστης δύναμης. Έτσι η σύνθεση των ταχυτήτων της ισοκινητικής εξάσκησης περιλαμβάνει κυρίως τις χαμηλές και τις μεσαίες γωνιακές ταχύτητες. Το ισοκινητικό πρόγραμμα εναρμονίζεται πλήρως με το υπόλοιπο της προετοιμασίας, δηλαδή την αερόβια προπόνηση, τις δρομικές ταχύτητες και τα βάρη.

Κατά την αγωνιστική περίοδο ή τις περιόδους τις οποίες στο πρόγραμμα προπόνησης καλλιεργείται η ταχύτητα και η ταχυδύναμη εντάσσουμε στην ισοκινητική διαδικασία και τις υψηλές γωνιακές ταχύτητες. Ο ρυθμός εκτέλεσης είναι υψηλός με εντάσεις στο 100% της δύναμης και της ταχύτητας. Με τον ισοκινητικό τρόπο εξάσκησης έχουμε συνεχή εναλλαγή της μειομετρικής σύσπασης ανάμεσα στις ανταγωνιστικές μυϊκές ομάδες που εκτελούν την κίνηση (έκταση-κάμψη/τετρακέφαλος-οπίσθιοι μηριαίοι).

Η απουσία λοιπόν έκκεντρης σύσπασης στον μυ, σε αντίθεση με τα ισοτονικά προγράμματα με βάρη, εξασφαλίζει τους μύες από τη εμφάνιση του καθυστερημένου μυϊκού πόνου (Delay Onset Muscle Soreness-DOMS), ο οποίος προκαλείται από τις μικροφλεγμονές των μυϊκών ινών που διατείνονται και σπάνε κατά την έκκεντρη φόρτιση του μυός και εμφανίζεται μετά από 24-48 ώρες. Έτσι είναι χαρακτηριστικό πως ενώ ο ασκούμενος τελειώνοντας το ισοκινητικό πρόγραμμα νιώθει αυξημένη την τάση στους μηρούς, του λόγω υπεραιμίας και μέγιστης προσπάθειας, την επόμενη μέρα δεν έχει σημεία πιασίματος ή πόνου. Η διενέργεια λοιπόν ισοκινητικής άσκησης σε αγωνιστική περίοδο ή προετοιμασία αποτελεί επιπρόσθετο παράγοντα παρά αντένδειξη (Τσακλής,2000).

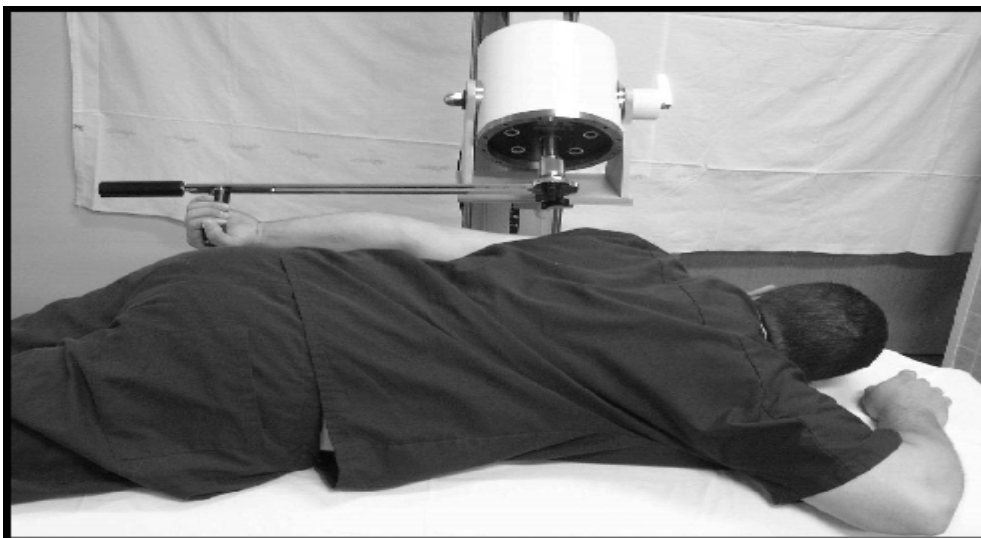
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο **ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΙΣΟΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΦΥΣΙΟΘΕΡΑΠΕΙΑ**

3.1.ΙΣΟΚΙΝΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Ειδικότερα, η ισοκίνηση βρίσκει εφαρμογή για θεραπευτικούς σκοπούς για συλλογή πληροφοριών που βοηθούν στην κατανόηση της μυϊκής λειτουργίας και προσφέρει αντικειμενικές και ακριβείς μετρήσεις μεταξύ υγιούς και πάσχουσας πλευράς. Αφορά τις περισσότερες αρθρώσεις του ανθρωπίνου σώματος, με την πλειονότητα όμως των επιστημονικών μελετών να επικεντρώνεται σε αυτές που πλήττονται συνηθέστερα. Οι αρθρώσεις που συναντάμε την χρήση της ισοκίνησης κατά κανόνα είναι κύριες αρθρώσεις όπως η γληνοβραχιόνιος, η πηγεοκαρπική, η ποδοκνημική και φυσικά η άρθρωση του γόνατος.

3.2.ΑΡΘΡΩΣΗ ΤΟΥ ΩΜΟΥ ΚΑΙ ΙΣΟΚΙΝΗΣΗ

Μία άρθρωση στην οποία βρίσκει εφαρμογή η ισοκίνηση, είναι η άρθρωση του ώμου. Έχει ευαίσθητη και σύνθετη δομή και πολύ συχνά υποπίπτει σε τραυματισμούς που χρήζουν εκτεταμένης και ασφαλούς αποκατάστασης. Οι συχνότεροι τραυματισμοί του ώμου, στους οποίους βρίσκει εφαρμογή η ισοκίνηση είναι η ρήξη στροφικού πετάλου, το σύνδρομο του παγωμένου ώμου (frozen shoulder) και το πρόσθιο εξάρθημα ώμου.



Ειδικότερα, σε ρήξη υπερκάνθιου τένοντα, σύμφωνα με έρευνα των Itoi et al. (1996) στην οποία πήραν μέρος ασθενείς που μετρήθηκαν ισοκινητικά για την αξιολόγηση της μυϊκής τους δύναμης στις κινήσεις της απαγωγής, της προσαγωγής, της έξω και έσω στροφής. Οι πρώτοι δέκα από αυτούς, είχαν

υποστεί ολική ρήξη υπερακανθίου τένοντα και οι υπόλοιποι δέκα μερική ρήξη. Να αναφέρουμε εδώ πως οι μετρήσεις αυτές επαναλήφθηκαν μετά από ενδοαρθρική ή ενδοθυλακική ένεση τοπικού αναισθητικού. Οι μετρήσεις που έγιναν, σε ότι αφορά την ολική ρήξη του υπερακανθίου, έδειξαν αύξηση της δύναμης στην απαγωγή από 67% στο 81%, ενώ στην έξω στροφή η αύξηση της δύναμης από 67% σε 87%. Στους εξεταζόμενους με μερική ρήξη η δύναμη αυξήθηκε από 82% σε 111% (Mulder,1963).

Σύμφωνα με μελέτες, το ισοκινητικό δυναμόμετρο είναι ένα ισχυρό μέσο στα χέρια των φυσιοθεραπευτών, εξ' αιτίας της δυνατότητας που μας παρέχει να έχουμε αντικειμενικές μετρήσεις για την δύναμη του ώμου σε πολλές κατώσεις όπως στην ρήξη στροφικού πετάλου μετά από τραυματισμό. Από έρευνα που έγινε από Leroux et al, (1995) αφού εξαιρέθηκαν οι υγιείς συμμετέχοντες, οι ασθενείς δεν μπορούσαν να φτάσουν την προκαθορισμένη ταχύτητα και δεν ήταν σε θέση να τοποθετήσουν το άκρο και να το κρατήσουν μέσα στο βραχίονα του ισοκινητικού. Για να έχουμε λοιπόν πολλές πιθανότητες να συλλέξουμε τις απαραίτητες πληροφορίες προτείνονται ταχύτητες 60°/sec, 120°/sec και 180°/sec για όλες τις κινήσεις. Κάποιοι ασθενείς δεν είχαν πάνω από 90° απαγωγή, με αποτέλεσμα να εξαιρεθούν από την δοκιμασία, καθώς ήταν αδύνατη η μέτρηση της έξω στροφής χωρίς την απαιτούμενη απαγωγή ώμου. Στην δοκιμασία αυτή χρησιμοποιήθηκε ισοκινητικό δυναμόμετρο τύπου CYBEX II.



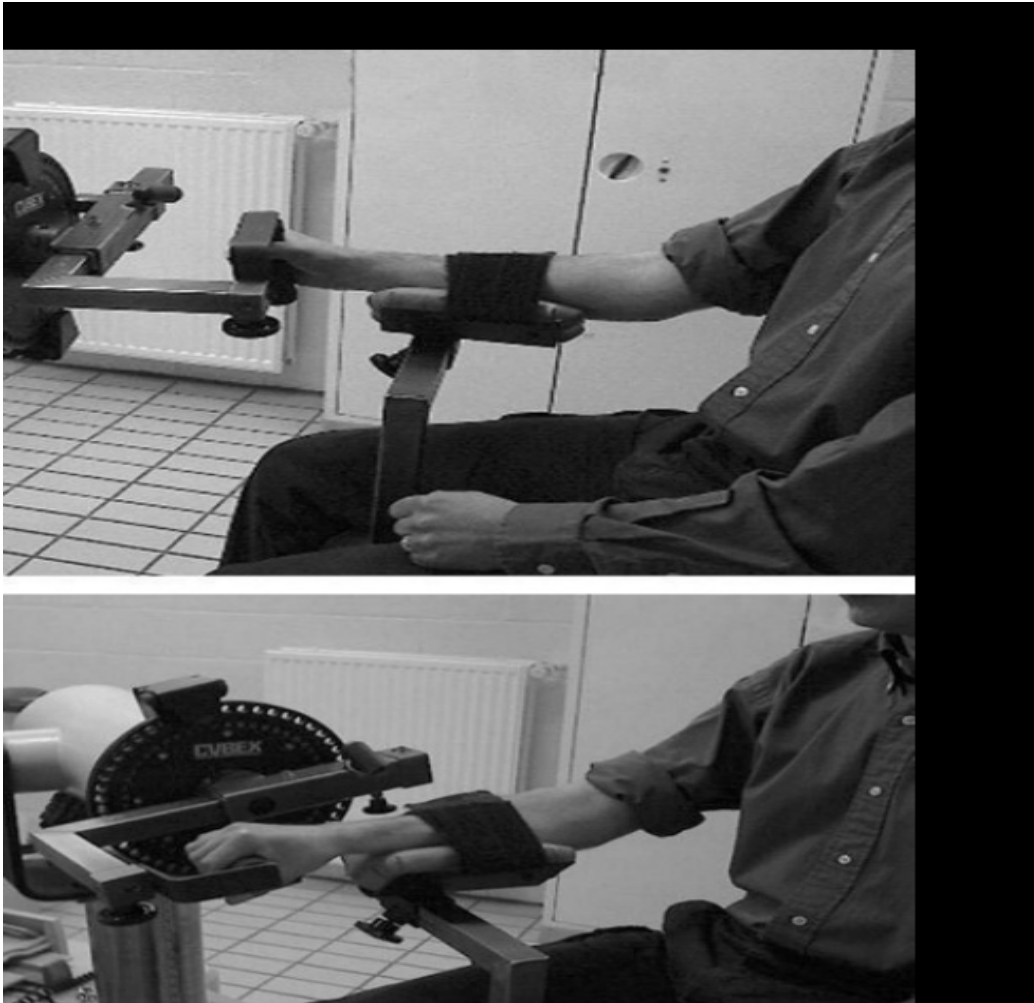
3.3 ΙΣΟΚΙΝΗΣΗ ΚΑΙ ΠΗΧΕΟΚΑΡΠΙΚΗ ΑΡΘΡΩΣΗ

Παρ' ότι η άρθρωση του καρπού και το αντιβράχιο συμμετέχουν ολοκληρωτικά σε καθημερινές δραστηριότητες, σε επαγγελματικές εργασίες

αλλά και σε αθλήματα, εν τούτοις σε περιπτώσεις τραυματισμών τους δεν δίνεται η απαραίτητη και πρέπουσα σημασία. Η αποκατάσταση που ακολουθείται συνήθως κυμαίνεται στα κλασικά πρότυπα θεραπείας και πολλές φορές περιορίζεται στην εφαρμογή φυσικών μέσων από τους θεραπευτές κατά τους Frobose et al. (1995).

Αν και δεν υπάρχουν μελέτες που να αποδεικνύουν την χρησιμότητα του ισοκινητικού δυναμομέτρου για την άρθρωση του καρπού, ωστόσο μια μικρή ομάδα ερευνητών έχει ασχοληθεί διεξοδικότερα (Kraushaar & Nirschi, 1999). Αυτοί εντόπισαν διαφορές στις δύο πλευρές του σώματος, συγκρίνοντας τόσο άντρες όσο και γυναίκες.

Άλλες μελέτες έχουν ασχοληθεί με το συντελεστή κλάσματος μεταξύ υπτιαστών/πρηγιστών του αντιβραχίου, και κάμψης/ έκτασης του καρπού σε άντρες και σε γυναίκες (Jorgensen & Bankov, 1991). Από τις μετρήσεις πήραμε ότι οι άντρες υπερείχαν σε μυϊκή δύναμη και σε αντοχή, χωρίς όμως να υπάρχουν ατράνταχτες ενδείξεις για την αποτελεσματικότητα της ισοκίνησης όσον αφορά την αποκατάσταση. Θα μπορούσε όμως να χρησιμοποιηθεί πιο ουσιαστικά για ερευνητικούς σκοπούς όπου οι μετρήσεις είναι πολύ πιο αξιόπιστες.



3.4 ΙΣΟΚΙΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΧΡΟΝΙΑ ΤΕΝΟΝΤΙΤΙΔΑ

Υπάρχουν περιπτώσεις παθήσεων οι οποίες ταλαιπωρούνε για μεγάλο χρονικό διάστημα τους ασθενείς χωρίς πολλές φορές να επιτυγχάνεται η πλήρης ίαση. Αυτό συναντάται επί παραδείγματι στις επίκτητες φλεγμονές των τενόντων, όπου λόγω της χαμηλής αιμάτωσής τους έχουν πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα αποκατάστασης σε σχέση με τους μυϊκούς τραυματισμούς, οι οποίοι επουλώνονται γρηγορότερα.

Διάφορες μελέτες αναφέρουν πως οι φυσιοθεραπευτές χρησιμοποιούν μια ευρεία ποικιλία από λεπτομερείς θεραπείες για την καταπολέμηση της τενοντίτιδας. Ο τελικός στόχος είναι η ασφαλής και όσο πιο ανώδυνη επιστροφή στις εποικοδομητικές ή αθλητικές δραστηριότητες της καθημερινότητας, έχοντας την μέγιστη αποκατάσταση σε όλα τα στοιχεία που απαρτίζουν την φυσική κατάσταση του ανθρώπου, (δύναμη, αντοχή, ταχύτητα, ευλυγισία, ισορροπία), τα οποία επλήγησαν κατά τον τραυματισμό. Οι περισσότερες φόρμες θεραπείας παραμένουν "παθητικές" ως προς την προσαρμογή τους στην αναδόμηση του πληγμένου ιστού, καθώς δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία μέχρι

τόρα που να στηρίζουν ότι με τις κλασσικές τεχνικές θεραπείας έχουμε ικανοποιητικά αποτελέσματα (Almekinders et al, 1994).

Οι ασθενείς οι οποίοι επιλέχθηκαν γι' αυτή τη μελέτη χαρακτηρίζονταν από μακράς διάρκειας συμπτώματα και από αναποτελεσματικότητα με συμβατικές μεθόδους θεραπείας. Έτσι λοιπόν ενδείκνυται μια πιο εξειδικευμένη άσκηση για την πλήρη αποκατάσταση τέτοιων ασθενών. Σκοπός είναι να προσαρμόσουμε την εκάστοτε τενόντια ομάδα ώστε να είναι σε θέση να δεχτεί αυξημένα φορτία. Όπως αναφέρεται με τη χρήση των έκκεντρων συστολών σε ένα πρόγραμμα θεραπείας, είχαμε θετική επίδραση στις επώδυνες καταστάσεις σε τρεις συγκεκριμένους τένοντες : τον επιγονατιδικό, τον αχίλλειο και τον επικονδύλιο. Στο τέλος της θεραπείας η πλειονότητα των ασθενών ανέφεραν λειτουργικές βελτιώσεις κατά την επιστροφή τους σε εντατικές δραστηριότητες, με τις ισοκινητικές μετρήσεις που έγιναν να μην αποκαλύπτουν σημαντικές αμφίπλευρες ασυμμετρίες μεταξύ πάσχουσας και μη-πάσχουσας πλευράς σύμφωνα με Alfredson et al.(1998).

Έχοντας πάντα ως προτεραιότητα την ασφάλεια του ασθενή και όχι την σημασία οποιασδήποτε επιστημονικής έρευνας, αναφέρουμε ότι οι αμφίπλευρες ισοκινητικές μετρήσεις δεν διεξήχθησαν με επικεφαλής σκοπό την έναρξη του πρωτοκόλλου εκγύμνασης, αλλά η διαδικασία μέτρησης προσαρμόστηκε στις ανάγκες του εκάστοτε ασθενή. Επειδή λοιπόν οι προσαρμοστικοί μηχανισμοί απαιτούν περαιτέρω έρευνες, βασιζόμενοι σε αυτήν εδώ την μελέτη συνιστάται το μοντέλο θεραπείας των έκκεντρων συστολών καθώς είναι αναγκαίο να χρησιμοποιείται στην διαχείριση μιας χρόνιας τενοντίτιδας (Croisier et al. 2000).

3.5 ΙΣΟΚΙΝΗΣΗ ΣΤΟΝ ΑΚΡΟ ΠΟΔΑ

Ο άκρος πόδας μαζί με την άρθρωση της ποδοκνημικής, αποτελούν μικρό μέρος του ανθρωπίνου σώματος. Αυτό όμως δε σημαίνει πως δεν είναι άξια αναφοράς και προσοχής από τους ερευνητές ή του θεραπευτές. Μην ξεχνάμε πως η ποδοκνημική άρθρωση συμμετέχει στην βάδιση του ανθρώπου, τόσο στη φάση στήριξης όσο και στη προώθησης και διατηρεί την ισορροπία του, όταν αυτή διαταράσσεται.

Έχει επικρατήσει η άποψη ότι η άρθρωση της ποδοκνημικής πλήττεται από διαστρέμματα και διατάσεις ή ρήξης των συνδέσμων της. Όμως υπάρχουν παθήσεις και νόσοι που επηρεάζουν τη λειτουργία της ποδοκνημικής, όχι απαραίτητα άμεσα αλλά με έμμεσο τρόπο. Μία από αυτές είναι η αγκυλοποιητική σπονδυλαρθρίτιδα που όπως θα αναφέρουμε παρακάτω, βάσει μελετών που έχουν γίνει, διαταράσσει την ομαλή λειτουργία της άρθρωσης αυτής (Carette et al. 1983).

Σε συγκεκριμένη μελέτη που έγινε, εντοπίστηκαν η μυϊκή αδυναμία και η κόπωση των πελματιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής σε ασθενείς που έπασχαν από αγκυλοποιητική σπονδυλαρθρίτιδα, σε σύγκριση με τους υγιείς εξεταζόμενους. Στους ασθενείς αυτούς η μυϊκή αδυναμία και η κόπωση των πελματιαίων καμπτήρων, είναι πιθανό ότι ευθύνονται για την ανάπτυξη αλλαγών στη στάση του σώματος(Downham & Lexel 1999).

Η θεραπεία αυτής της αδυναμίας, έχει σημαντικό ρόλο, καθώς μπορεί να καθυστερήσει την εμφάνιση και εδραίωση στασικών δυσλειτουργιών. Σκοπός της μελέτης αυτή ήταν να ανιχνευτεί η επίδραση που έχουν οι ασκήσεις, ειδικά στα κάτω άκρα, όσον αφορά την δραστηριότητα της νόσου στη στάση του ασθενή και στην λειτουργική του κατάσταση κατά τα πρώτα στάδια της νόσου, πριν βέβαια εμφανιστεί κάποια αλλαγή στην στάση του σώματος (Holmback et al. 1999).

Σαν αποτέλεσμα της μελέτης αυτής, φαίνεται ότι η ισοκινητική άσκηση μπορεί να είναι σημαντική για την συνέχεια και την εξέλιξη της μυϊκής δύναμης σε ασθενείς με αγκυλοποιητική σπονδυλαρθρίτιδα. Συμπεραίνουμε πως σε αυτές τις περιπτώσεις, πρέπει να εφαρμόζονται ασκήσεις που έχουν σαν στόχο την αύξηση της μυϊκής δύναμης στους πελματιαίους καμπτήρες. Αυτό γίνεται με τη χρήση του ισοκινητικού δυναμομέτρου, επιτυγχάνοντας προοδευτική ενδυνάμωση στις πληγμένες μυϊκές ομάδες μέσα σε ασφαλή πάντα πλαίσια για τον ασθενή. Επιπλέον στο τέλος του προγράμματος αποκατάστασης μπορούμε να μετρήσουμε και να αξιολογήσουμε τα αποτελέσματα και την πρόοδο της θεραπείας και να αποφανθούμε για την εξέλιξη του ασθενή μας και την πορεία του σε σχέση με την αγκυλοποιητική σπονδυλαρθρίτιδα (Sahin et al. 2010).

3.6 ΙΣΟΚΙΝΗΣΗ ΚΑΙ ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΑΣΘΕΝΕΙΣ

A) Ημιπληγία

Στην πλειονότητα , η χρήση του ισοκινητικού δυναμομέτρου είναι συνυφασμένη με την αποκατάσταση πληγμένων αρθρώσεων όπως και με την αξιολόγηση και βελτίωση αθλητικών επιδόσεων. Κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει στην πραγματικότητα, καθώς ερευνητικές πηγές αναφέρουν την εφαρμογή ισοκίνησης σε νευρολογικά περιστατικά.

Σχετική έρευνα που έγινε σε ημιπληγικούς ασθενείς, με αριστερό αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο προ 6μήνου, το οποίο εμφάνισε σπαστικότητα στη δεξιά πλευρά του σώματος με εμφανή ελλείμματα στην βάδιση. Πιο συγκεκριμένα, οι ασθενείς χρησιμοποιούσαν όλη την έκταση του ισχίου κάνοντας και υπερέκταση στο γόνατο ώστε να μεταφέρουν το βάρος της πάσχουσας πλευράς. Δεν ήταν σε θέση να παράγουν ικανοποιητική κάμψη

ισχίου στο δεξί κάτω άκρο κατά την φάση στήριξης, πόσο μάλλον και στην φάση προώθησης της βάρδισης, με αποτέλεσμα να έχουν υιοθετήσει έναν συνδυασμό κινήσεων που αποτελούνταν από στροφή και ανύψωση της πυέλου και πτώση άκρου ποδός προερχόμενη από αυξημένη πελματιαία κάμψη. Για υποβοήθηση στην βάρδιση χρησιμοποιήθηκε ορθωτικό μέσο και βακτηρία.

Ύστερα από νοσηλεία τεσσάρων εβδομάδων στο νοσοκομείο, οι ασθενείς πήραν εξιτήριο. Την 5^η εβδομάδα από το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, οι ασθενείς ξεκίνησαν ασκήσεις φυσιοθεραπείας και εργοθεραπείας. Το πρόγραμμα ασκήσεων περιελάμβανε θεραπευτικά πατέντα για βελτίωση του εύρους τροχιάς στην δεξιά πλευρά του σώματος μέσω εφαρμογής διατάσεων και ασκήσεις για ενδυνάμωση της αριστερής πλευράς. Όσον αφορά το πρόγραμμα εργοθεραπείας, αυτό αποτελούνταν από ασκήσεις οι οποίες θα βοηθούσαν τον ασθενή στις καθημερινές του δραστηριότητες. Εφαρμόστηκαν δηλαδή λειτουργικά μοτίβα κίνησης για διευκόλυνση του ασθενή στην σίτιση, στο ντύσιμο και στην περιποίηση και διατήρηση της υγιεινής του κατάστασης. Στην βάρδιση χρησιμοποιεί βακτηρία, φοράει νάρθηκα στην πάσχουσα πλευρά, διανύει μικρές αποστάσεις, δεν διαθέτει μεγάλη αντοχή και εκτός σπιτιού περπατά με τη βοήθεια συνοδού (Bobath,1978).

Για την αποκατάσταση των ασθενών επιλέχθηκε η ισοκινητική άσκηση για πολλούς και διάφορους λόγους. Το ισοκινητικό δυναμόμετρο παρέχει δυνατότητες εξάσκησης από όλες τις θέσεις και ο εξεταζόμενος από την καθιστή θέση μεταβαίνει προοδευτικά στην όρθια. Η καθιστή θέση είναι πολύ σημαντική γενικώς για τους νευρολογικούς ασθενείς διότι σε αυτήν αναχαιτίζεται η σπαστικότητα και επιπλέον χαρακτηρίζεται ως εργονομική θέση καθώς διευκολύνει την κάμψη του ισχίου στο πάσχον άκρο.

Οι θεραπευτές επίσης επιλέγουν την ισοκίνηση καθώς πιστεύουν ότι είναι ο καλύτερος τρόπος να αναπτυχθούν η μυϊκή δύναμη, η ισχύς, ο συντονισμός των κινήσεων αμφίπλευρα και η αντοχή κατά τη διάρκεια της άσκησης. Κατά την ισοκινητική διαδικασία αναπτύσσεται δύναμη στα κάτω άκρα καθώς το μηχάνημα παρέχει προοδευτική αντίσταση στις κινήσεις της κάμψης και της έκτασης οι οποίες είναι απολύτως απαραίτητες για την βάρδιση. Οι στόχοι που είχαν τεθεί από τους θεραπευτές ήταν η αύξηση της ενεργητικής κάμψης της άρθρωσης του ισχίου, η μείωση της εκτατικής συνέργειας στο δεξί κάτω άκρο και η αύξηση της δύναμης-ισχύος-αντοχής και βελτίωση του συντονισμού των κινήσεων (Boening,1977).

Σαν αποτέλεσμα αυτών των ερευνών με βάση την τελική νευρολογική εξέταση στην οποία υποβλήθηκαν οι ασθενείς, δεν σημειώθηκαν σημαντικές αλλαγές στις νευρολογικές τους ικανότητες. Επί παραδείγματι, για το ενεργό εύρος τροχιάς κάποιες υποκειμενικές μόνο μετρήσεις έδειξαν ότι οι ασθενείς

είχαν την πεποίθηση πως κατέβαλαν μικρότερη προσπάθεια στην βάδιση και είχαν αναπτύξει μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση στις κινήσεις του. Αυτό όμως δεν τους βοήθησε λειτουργικά καθώς συνέχισαν την χρήση βακτηρίας καθ' όλη την διάρκεια της θεραπείας(Savander,1972).

Μπορούμε να συμπεράνουμε λοιπόν ότι βάσει της μελέτης που κάναμε, η ισοκινητική άσκηση βοηθά τους ασθενείς περισσότερο στον ψυχολογικό τομέα και την ανάκτηση της αυτοπεποίθησης και λιγότερο στην αποκατάσταση των λειτουργικών ελλειμμάτων. Αυτό συμβαίνει διότι η ισοκίνηση αποτελεί μια διαδικασία η οποία απέχει από τις παραδοσιακές μεθόδους αποκατάστασης και ο ασθενής πιστεύει πως κάτι το καινούριο και εξειδικευμένο θα είναι και η απόλυτη λύση στα κινητικά του προβλήματα (Wilder & Sykes,1985).

B) Ημιπάρεση

Από άλλες ερευνητικές πηγές έχει εξεταστεί ο ρόλος της ισοκίνησης σε ασθενείς με ημιπάρεση. Αναφορικά, πήραν μέρος στην έρευνα μια ετερογενής ομάδα 15 ατόμων με ημιπάρεση (11 άντρες 18-71 ετών και 4 γυναίκες 19-64 ετών), η οποία συγκρίθηκε με μια ομάδα 15 εθελοντών που κατατάχτηκαν στα υγιή άτομα. Ο χρόνος νόσησης μεταξύ έναρξης της νόσου και μέτρησης ήταν 2,5 μήνες έως 16 χρόνια. Οι 7 από τα υποκείμενα είχαν δεξιά ημιπάρεση και οι 8 αριστερή. Η διάγνωση στην οποία υποβλήθηκαν περιελάμβανε αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις και καρκινικούς όγκους. Όλοι οι ασθενείς ταξινομήθηκαν ως έχοντες, είτε μικρή είτε μέτρια σπαστικότητα, σύμφωνα με το ιατρικό ιστορικό και την φυσική εξέταση, η οποία περιείχε καθορισμό του μυϊκού τόνου και των μοτίβων κίνησης. Όλοι είχαν πλήρες παθητικό εύρος τροχιάς στην άρθρωση του γόνατος και κάποιο μερικό κινητικό έλεγχο σε όλο το κάτω άκρο. Επίσης μπορούσαν να ακολουθήσουν οδηγίες και να τις κατανοήσουν πλήρως, όπως και να βαδίσουν με ή χωρίς βοηθητικές συσκευές (Watkins et al.1984).

Η διαδικασία της ισοκίνησης έγινε με χρήση CYBEX II και οι εξεταζόμενοι που έλαβαν μέρος μετρήθηκαν στην καθιστή θέση με σταθερή πλατφόρμα κάτω από τον προς εξέταση μηρό και ζώνες σταθεροποίησης γύρω απ' αυτόν. Μία δεύτερη ζώνη σταθεροποιούσε τη λεκάνη και ασφάλιζε στην πλάτη του μηχανήματος. Οι ασθενείς στηρίζονταν με τα δύο τους χέρια, εκτός αυτών με ημιπαρετικά άκρα, έχοντας όλοι το γόνατο σε 90° κάμψη με σταθεροποιημένο τον άκρο πόδα. Η δοκιμασία περιλάμβανε δύο τεστ για κάθε ασθενή αμφοτερόπλευρα: το πρώτο τεστ εκτελέστηκε με γωνιακή ταχύτητα 30°/sec και το δεύτερο τεστ είχε διάρκεια 15 sec με γωνιακή ταχύτητα 180°/sec. Πριν από κάθε τεστ ανατέθηκε στους εξεταζόμενους, να εκτελούν κάμψη-έκταση του γόνατος με την μέγιστη δύναμη και ταχύτητα, προσπαθώντας να

καλύπτουν όλο το εύρος τροχιάς. Κάθε εξεταζόμενος εκτέλεσε τρεις δοκιμαστικές προσπάθειες για κάθε τεστ ταχύτητας, με σκοπό την κατανόηση της δοκιμασίας αλλά και την εξοικείωση με το ισοκινητικό δυναμόμετρο. Στο πρώτο τεστ ταχύτητας στόχος ήταν να εκτελεστούν πέντε συνεχόμενες κάμψεις-εκτάσεις γόνατος στις 30°/sec. Ακολούθησε διάλειμμα και η δοκιμασία συνεχίστηκε για 15 δευτερόλεπτα στις 180°/sec με σκοπό να κάνει ο ασθενής όσο πιο πολλές επαναλήψεις μπορεί. Επισημαίνουμε ότι σε περιπτώσεις εμφάνισης πόνου, ξαφνικής κόπωσης, ζάλης και σε απότομη αύξηση της Κ.Σ ή της Α.Π διακόπτουμε την ισοκινητική δοκιμασία. Στους δοκιμαζόμενους ελέγχθηκε πρώτα το μη πάσχον άκρο.

Το αποτέλεσμα της έρευνας έδειξε ότι η μέγιστη ροπή σε ισχιοκνημιαίους και σε τετρακέφαλο στα τεστ των 30°/sec και στις 180°/sec ήταν μειωμένη σε σχέση με του υγιής ασθενείς. Επίσης οι ασθενείς σε σχέση με το υγιές δείγμα, παρουσίασαν μεγαλύτερη δυσκολία εκτέλεσης στην υψηλή ταχύτητα απ' ότι στην χαμηλή. Οι μετρήσεις έδειξαν αύξηση της ροπής των ισχιοκνημιαίων της πάσχουσας πλευράς, σε αντίθεση με το σύνηθες που είναι η μείωση της ροπής με την πάροδο του χρόνου. Τέλος βλέπουμε ότι η χρήση του CYBEX II παρέχει χρήσιμες και αντικειμενικές πληροφορίες, σχετικά με τις αλλοιώσεις της κινητικής συμπεριφοράς ατόμων με ημιπάρεση (Angel,1975).

Παρόμοιες μελέτες σε ημιπαρετικούς ασθενείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας, έχουμε έλλειμμα στην έκταση του γόνατος της πάσχουσας πλευράς στην διάρκεια μιας ισοκινητικής δοκιμασίας (Knutsson & Martensson,1980).

Σε μία άλλη έρευνα συμμετείχαν 10 παιδιά ηλικίας 2 έως 7 ετών με διαγνωσμένη εγκεφαλική παράλυση. Είχαν την ικανότητα να βαδίζουν ανεξάρτητα χωρίς υποστήριξη από κάποιο άτομο. Απαραίτητη προϋπόθεση για να συμπεριληφθεί κάποιο παιδί στην έρευνα ήταν η πιστοποιημένη διάγνωση από νευρολόγο για σπαστική διπληγία ή ημιπληγία και η παρουσία 0° ραχιαίας κάμψης το λιγότερο στην ΠΔΚ άρθρωση. Αναγκαίο επίσης ήταν η κατανόηση των απλών οδηγιών (Tardie et al.1982).

Οι μετρήσεις σε αυτά τα παιδιά έγιναν δύο φορές (test-retest) και κράτησαν ένα μήνα. Μετά από τις μετρήσεις αυτές δεν είδαν αξιόλογα αποτελέσματα αφού έλεγξαν την δύναμη και τα αντανακλαστικά των μυών. Καταλήγουν στο να μην προτρέπουν την χρήση του ισοκινητικού δυναμόμετρου αλλά προτείνουν την χρήση κλασσικού δυναμόμετρου λόγω του χαμηλού κόστους εξοπλισμού και του γεγονότος πως η συλλογή των μετρήσεων και η ανάλυση των δεδομένων που χρειαζόμαστε γίνεται σε πολύ πιο μικρό χρονικό διάστημα (Boiteau,1992).

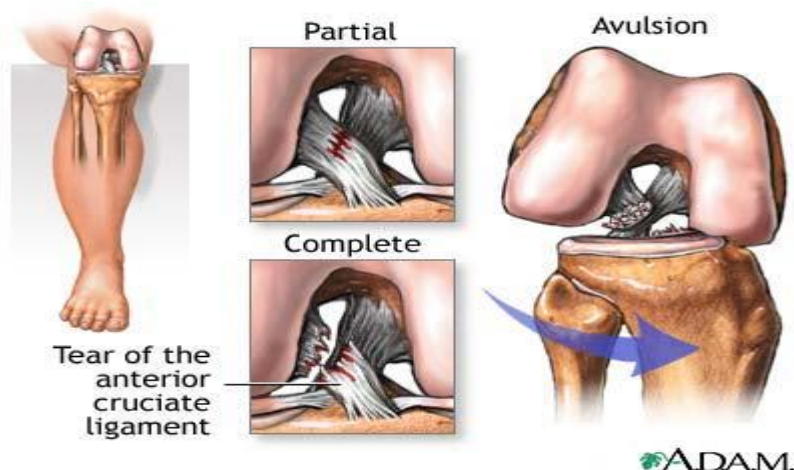
Παρ' όλα αυτά, μετά από μελέτες έχει αναφερθεί ότι οι ασθενείς που έχουν χαμηλό μυϊκό τόνο, δεν καταφέρνουν εν τέλει να ενδυναμώσουν την πάσχουσα πλευρά. Αυτό θα συμβεί μόνο στην περίπτωση όπου οι μύες θα επανευρωθούν φυσιολογικά (Cybex II Manual,1983 ; Davies 1992).

3.7 ΙΣΟΚΙΝΗΣΗ ΚΑΙ ΑΡΘΡΩΣΗ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ

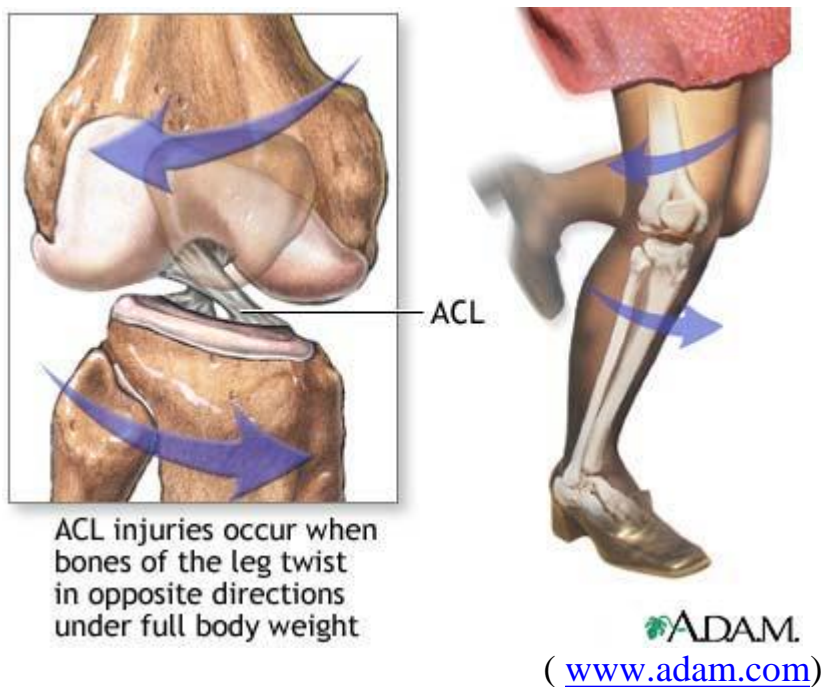
Η άρθρωση του γόνατος αποτελεί βασική προϋπόθεση για την ομαλή λειτουργία του ανθρώπινου σώματος, καθώς συμμετέχει στην στήριξή του, στην ισορροπία, στην βάδιση και σε όλες τις καθημερινές ή αθλητικές δραστηριότητες του ατόμου. Αυτός είναι και ο λόγος στον οποίο οφείλονται οι συχνοί τραυματισμοί αυτής της άρθρωσης.

Το γόνατο είναι μια σύνθετη δομή στην οποία συμμετέχουν η κνήμη, το μηριαίο και η επιγονατίδα. Αυτήν την άρθρωση συμπληρώνουν οι τένοντες, οι σύνδεσμοι και οι μηνίσκοι. Έχουμε τον επιγονατιδικό τένοντα ο οποίος είναι συνέχεια του τένοντα του τετρακέφαλου. Οι σύνδεσμοι της επιγονατίδας είναι οι έσω και έξω καθεκτικός και οι έσω και έξω πλάγιος (Kahle et al.1985).

Στους πιο σημαντικούς συνδέσμους του γόνατος ανήκουν οι πρόσθιος και οπίσθιος χιαστός. Αυτοί οι δύο εμπλέκονται τις περισσότερες φορές σε τραυματισμό, με τον πρόσθιο να υποπίπτει σε ρήξη στο 95% των περιπτώσεων. Η ρήξη του πρόσθιου χιαστού είναι αποτέλεσμα επιβράδυνσης σε συνδυασμό με περιστροφή της άρθρωσης του γόνατος. Η ρήξη μπορεί να είναι μερική είτε ολική. Η αποκατάσταση τέτοιων περιστατικών γίνεται χειρουργικά με τοποθέτηση μοσχεύματος είτε από τον επιγονατιδικό τένοντα, είτε από τένοντα του τετρακέφαλου μυός, είτε από τους ισχιοκνημιαίους.



(www.adam.com)



Το πιο κρίσιμο σημείο στην μετεγχειρητική πορεία ασθενών με ρήξη πρόσθιου χιαστού είναι το πρόγραμμα φυσικοθεραπείας. Για να θεωρηθεί επιτυχημένη μια ανακατασκευή αυτού του συνδέσμου, πρέπει και το πλάνο θεραπείας να είναι προσαρμοσμένο στις ανάγκες του ασθενή, ώστε να πετύχουμε όσο το δυνατόν γρηγορότερη και ασφαλέστερη επιστροφή του στις καθημερινές δραστηριότητες. Επειδή λοιπόν η ρήξη πρόσθιου ή οπίσθιου χιαστού δεν είναι ένας τραυματισμός ρουτίνας απαιτείται μεθοδική και σχολαστική αποκατάσταση προς αποφυγή αποβολής του μοσχεύματος από τον οργανισμό.

Επομένως οι κινήσεις που εκτελούνται στα πλαίσια ενός προγράμματος αποκατάστασης πρέπει να έχουν συγκεκριμένο εύρος τροχιάς και να εκτελούνται σε ορισμένες ταχύτητες και η αντίσταση που θα εφαρμοστεί να είναι η πέπουσα, μιλάμε λοιπόν για ένα άρτια προοδευτικό θεραπευτικό πλάνο που απαιτεί εξειδικευμένη προσέγγιση. Σε αυτή την προσπάθεια για διασφάλιση κατάλληλου περιβάλλοντος για τον ασθενή, εκμεταλλευόμαστε την ισοκίνηση και την εφαρμογή της μέσω του ισοκινητικού δυναμόμετρου. Παρακάτω θα αναφέρουμε την χρήση της ισοκίνησης όσον αφορά την αποκατάσταση τέτοιων τραυματισμών όπως οι ρήξεις πρόσθιου και οπίσθιου χιαστού.

Σε μία αποκατάσταση χιαστού συνδέσμου δεν κάνουμε διαχωρισμό στις μεθόδους θεραπείας ανάμεσα σε αθλητές ή αθλήτριες καθώς ο μηχανισμός κάκωσης δεν διαφέρει. Ωστόσο θα πρέπει πάντα να λαμβάνουμε υπόψη μας ορισμένα στοιχεία σχετικά με τις παραμέτρους που ρυθμίζουμε σε μια

ισοκινητική διαδικασία. Μελέτες που έγιναν σε άντρες και γυναίκες έχουν δείξει ότι: (Holmes & Aldernik, 1984).

- 1) Δεν υπάρχουν σημαντικές αλλαγές στην μέγιστη ροπή του τετρακέφαλου και των ισχιοκνημιαίων.
- 2) Αξιοσημείωτες διαφορές παρατηρήθηκαν στην μυϊκή δύναμη του τετρακέφαλου και των οπίσθιων μηριαίων.
- 3) Επίσης το H/Q ratio αυξήθηκε με την αύξηση της γωνιακής ταχύτητας.
- 4) Διαφορές δεν εντοπίστηκαν όσον αφορά την μυϊκή δύναμη σε τετρακέφαλο και οπίσθιους μηριαίους στο κυρίαρχο και το μη-κυρίαρχο μέλος.
- 5) Το ολικό σωματικό βάρος σχετίζεται με την μέγιστη ροπή των δύο αυτών μυϊκών ομάδων.
- 6) Τα δύο φύλα παρουσίασαν ομοιότητες στην μυϊκή αντοχή του τετρακέφαλου και των ισχιοκνημιαίων (Aniansson & Reindgren, 1980).

Όλα αυτά τα χρόνια έχουν γίνει αρκετές μελέτες που να αφορούν την ισοκίνηση σε σχέση με την άρθρωση του γόνατος και τις ρήξεις των χιαστών συνδέσμων, είτε αυτές έγιναν με σκοπό την αξιολόγηση μετά από τον τραυματισμό, ή για την δυνατότητα εφαρμογής της ισοκίνησης ως θεραπευτικό μέσο στην μετεγχειρητική αποκατάσταση των χιαστών συνδέσμων.

Σε μία ερευνητική μελέτη που έγινε από τους Kannus et al, (1991) συμμετείχαν 17 άρρενες αθλητές ηλικίας 18-35 ετών μετά από συντηρητική αντιμετώπιση σε μερική ρήξη ΟΧΣ. Η φυσιοθεραπευτική τους αποκατάσταση περιελάμβανε ασκήσεις ΚΚΑ, με έκκεντρες συστολές τετρακέφαλου, έχοντας ως στόχο την ενδυνάμωση του μυός. Για κάθε ασθενή ξεχωριστά ελήφθη πλήρες ιστορικό στο οποίο καταγράφηκε ο μηχανισμός της κάκωσης και στο τέλος τέθηκε η διάγνωση. Αυτή επιβεβαιώθηκε από την παρουσία οπίσθιου συρταρωτού ή θετικού Godfrey's test. Όλοι οι συμμετέχοντες στην έρευνα είχαν υποστεί την κάκωση του ΟΧΣ τουλάχιστον 6 μήνες πριν, με τον τραυματισμό να συμβαίνει κατά την διάρκεια ποικίλων αθλητικών δραστηριοτήτων. Ακολουθήθηκε μια διαδικασία ισοκινητικών τεστ την οποία και περιγράφουμε παρακάτω.

Οι έκκεντρες και οι σύγκεντρες μετρήσεις στην μυϊκή ομάδα του τετρακέφαλου και των οπίσθιων μηριαίων, εκτελέστηκαν με 10°-90° κάμψη γόνατος. Η ταχύτητα που επιλέχθηκε ήταν οι 50°/sec και αυτό έγινε με σκοπό να πάρουμε την μέγιστη δυνατή σύσπαση της εξεταζόμενης μυϊκής ομάδας. Όπως έχουμε αναφέρει οι ταχύτητες από 0°-60°/sec ανήκουν στις χαμηλές ταχύτητες της ισοκινητικής διαδικασίας και χρησιμοποιούνται για μέτρηση της δύναμης του μυός. Τα στοιχεία τα οποία παρατηρήθηκαν και αποτέλεσαν την βάση για τα αποτελέσματα της έρευνας ήταν το H/Q ratio, το I/N ratio και το E/C ratio. Το H/Q ratio δείχνει την αναλογία της δύναμης μεταξύ ισχιοκνημιαίων και

τετρακέφαλου, το I/N ratio την αναλογία πάσχουσας και μη-πάσχουσας πλευράς του σώματος και το E/C ratio την σχέση των έκκεντρων ως προς τις σύγκεντρες συστολές (Cross & Powell, 1984).

Συμπερασματικά τα αποτελέσματα έδειξαν ότι:

- 1) Το H/Q ratio, τόσο στις σύγκεντρες όσο και στις έκκεντρες συστολές, ήταν μικρότερο από 0,60 το οποίο θεωρείται το προσδοκούμενο επίπεδο σύμφωνα με Ghena et al. Μπορούμε να πούμε ότι ποσοστό αναλογίας μικρότερο του 60% στη σχέση ισchioκνημιαίων-τετρακέφαλου, αυξάνει τον κίνδυνο ρήξης των χιαστών συνδέσμων.
- 2) Σε αμφίπλευρες συγκρίσεις οι οποίες έγιναν, παρατηρήθηκε ότι το I/N ratio του τετρακέφαλου τόσο σε σύγκεντρες όσο και σε έκκεντρες συστολές ήταν λιγότερο του 1.00. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι η μέγιστη ροπή στην εμπλεκόμενη πλευρά ήταν μικρότερη από αυτή της μη-εμπλεκόμενης πλευράς. Επίσης οι ισchioκνημιαίοι της εμπλεκόμενης πλευράς παρουσίασαν σημαντικότερη αδυναμία κατά τις έκκεντρες συστολές απ' ότι αυτοί της υγιούς πλευράς.
- 3) Οι έρευνες καταλήγουν πως τα E/C ratio τετρακέφαλου τα οποία βρέθηκαν σε αυτή την μελέτη φαντάζουν ανεπαρκή σε σύγκριση με αυτά τα οποία προτείνονται στην βιβλιογραφία ως υγιή.

Έτσι λοιπόν μια περαιτέρω έρευνα θα ήταν απόλυτα δικαιολογημένη για να καθοριστεί εάν η αδυναμία του τετρακέφαλου κατά τις έκκεντρες συστολές μπορεί να συγγέεται με την ρήξη ΟΧΣ (Ghena et al. 1991).

Μία επακόλουθη μελέτη όμως το επιβεβαιώνει αυτό και μας βοήθησε στο να εξηγήσουμε τα συμπτώματα που παρουσιάζουν οι ασθενείς και πως εμείς θα τους διαχειριστούμε στο μέγιστο όταν εκείνοι εκτελούνε τις έκκεντρες συστολές (Mac Lean et al. 1999).

Από τα παραπάνω λοιπόν φτάνουμε στο συμπέρασμα ότι οι ασθενείς με ρήξη οπίσθιου χιαστού συνδέσμου εμφανίζουν αδυναμίες των ισchioκνημιαίων στις έκκεντρες συστολές, σε σύγκριση με την υγιή πλευρά, αφού η τάση η οποία αναπτύσσεται αυξάνει κατά πολύ την παραγωγή της δύναμης.

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, στην άρθρωση του γόνατος η ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου συμβαίνει στο 95% των περιπτώσεων σε σχέση με τις ρήξεις οπίσθιου χιαστού. Σε αυτόν τον τραυματισμό συναντάμε συχνά

την χρήση του ισοκινητικού δυναμόμετρου, η οποία έχει απώτερο και κύριο σκοπό την αποκατάσταση του ασθενούς. Στον γενικό πληθυσμό ο επιπολασμός της ρήξης ΠΧΣ υπολογίζεται μεταξύ 2,47-3,48 ανά 10.000 (Feagin,1979). Η ρήξη του ΠΧΣ προσβάλλει αρκετούς αθλητές επαγγελματίες κυρίως, γι' αυτό και η αποκατάστασή τους απαιτεί εξειδικευμένες μεθόδους θεραπείας όπως είναι η ισοκινητική διαδικασία.

Σε μελέτες που έγιναν σε μια ομάδα δρομέων αθλητών, οι οποίοι είχαν υποστεί ρήξη ΠΧΣ, αξιολογήθηκαν οι καμπτήρες και οι εκτείνοντες του γόνατος και συγκρίθηκαν με μη αθλούμενα άτομα. Σε αυτό που επικεντρώθηκε η μελέτη ήταν η καταγραφή και το κατά πόσο η τιμή H/Q ratio σχετίζεται με την πρόκληση ρήξης ΠΧΣ. Γενικώς επικρατεί η πεποίθηση ότι σε ratio κάτω από το 60% ευθύνεται και οδηγεί σε ρήξη του πρόσθιου χιαστού (Thomasm et al. 1991).

Ωστόσο σε αυτήν εδώ την μελέτη δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές όσον αφορά την μέγιστη ροπή στους καμπτήρες και στους εκτείνοντες. Στο H/Q ratio μεταξύ της ομάδας δρομέων και των μη αθλητών, επίσης δεν εντοπίστηκαν διαφορές (Comeau et al. 2001).

Μιλώντας λοιπόν για την ισοκίνηση στην άρθρωση του γόνατος, ας αναφερθούμε στις τιμές της γωνιακής ταχύτητας στις οποίες παίρνουμε τα καλύτερα αποτελέσματα. Συγκεκριμένα σε έρευνα πήραν μέρος 14 υγιής άντρες ηλικίας 23-32 ετών. Εκτέλεσαν ασκήσεις τόσο σύγκεντρες όσο και έκκεντρες με το διάλειμμα μεταξύ των δύο ασκήσεων να είναι 5 δευτερόλεπτα. Οι ισοκινητικές διαδικασίες έγιναν με την χρήση KIN/COM, όπου μετρήθηκαν η MP και η παραγωγή έργου (Tredinick & Duncan, 1987).

Σκοπός ήταν στο να καταλήξουν ποια ταχύτητα θα χρησιμοποιήσουνε και τι αυτή θα εξυπηρετεί κάθε φορά. Αυτό που φάνηκε εν τέλει είναι ότι στις 120° και στις 180°/sec μετράμε με αξιοπιστία την παραγωγή του έργου και την MP κατά την κάμψη του γόνατος. Από την άλλη στις 60°/sec στις έκκεντρες συστολές τα αποτελέσματα που πήραμε δεν είναι και τόσο αξιόπιστα για την μέτρηση της MP όσο για την παραγωγή του έργου(Rothstein,1985).

Συνοψίζοντας λοιπόν όλα τα παραπάνω προκύπτουν τα εξής:

- 1) Ασθενείς μετά από ανακατασκευή ΠΧΣ, υποβλήθηκαν σε ισοκινητική άσκηση με τα αποτελέσματα να δείχνουν ότι θετική επίδραση της ισοκίνησης παρουσιάστηκε μόνο στο τελικό στάδιο αποκατάστασης δηλαδή πριν την πλήρη επανένταξή τους στις καθημερινές δραστηριότητες. Εφαρμόζεται κυρίως σε επαγγελματίες αθλητές που θέλουν να επιτύχουν

γρήγορη επιστροφή στο αγωνιστικό τους πρόγραμμα. Στο αρχικό στάδιο αποκατάστασης είχανε φτωχά αποτελέσματα και ωφελήθηκαν με τις κλασικές μεθόδους θεραπείας.

- 2) Παρόμοια αποτελέσματα είχαμε και στις περιπτώσεις ασθενών μετά από ανακατασκευή ΟΧΣ, με τα ευρήματα να δείχνουν την ωφέλεια της ισοκίνησης κατά το τελικό στάδιο αποθεραπείας. Σε αυτό το στάδιο αποκατάστασης χρησιμοποιήθηκαν ταχύτητες μέχρι 60°/sec.
- 3) Στην άρθρωση του ώμου, έγινε χρήση του ισοκινητικού δυναμόμετρου σε ασθενείς που παρουσίασαν ρήξη στροφικού πετάλου, σύνδρομο παγωμένου ώμου και πιο συγκεκριμένα ρήξη υπερακάνθιου. Γενικώς είχαμε ενθαρρυντικά αποτελέσματα για την άρθρωση του ώμου. Ειδικότερα όμως επικροτούμε την διεξαγωγή της ισοκινητικής διαδικασίας σε χαμηλές και μεσαίες ταχύτητες. Πιο συγκεκριμένα στις ταχύτητες 60, 120, & 180°/sec είχαμε την ταχύτερη πρόοδο της αποκατάστασης του ασθενή.
- 4) Στους ασθενείς με χρόνια τενοντίτιδα η χρήση της ισοκίνησης έχει θετικά αποτελέσματα όσον αφορά την βελτίωση της λειτουργικότητας, την αύξηση του εύρους τροχιάς και θετική επίδραση στις επώδυνες καταστάσεις. Ειδικότερα βρίσκει εφαρμογή σε τένοντες που δέχονται καθημερινά μεγάλες φορτία, όπως ο επιγονατιδικός, ο αχίλλειος και τένοντες του αντιβραχίου.
- 5) Για την άρθρωση της ΠΔΚ η χρήση της ισοκίνησης βοήθησε στην αύξηση της μυϊκής δύναμης και συγκεκριμένα σε αυτή των πελματιαίων καμπτήρων. Παρ' όλο που σε αυτή την άρθρωση συμβαίνουν συχνά τραυματισμοί όπως διαστρέμματα ή κακώσεις των μαλακών μορίων γενικότερα, σε τέτοιες περιπτώσεις δεν εφαρμόζεται κατά κόρον η ισοκίνηση αλλά ούτε και μπορεί να παραγκωνιστεί λόγω των θετικών της επιδράσεων στην αποκατάσταση.
- 6) Βλέπουμε ότι η συμβολή της ισοκίνησης στο σχεδιασμό ενός πλάνου θεραπείας διαδραματίζει σημαντικό ρόλο. Αυτό εξηγείται καθώς με τις ισοκινητικές μετρήσεις έχουμε ακριβή αποτελέσματα για σύγκριση πάσχουσας και μη-πάσχουσας πλευράς για την εύρεση ασυμμετριών. Επίσης λαμβάνουμε αξιόπιστες πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση του ασθενή πριν και μετά την θεραπεία. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα της χρήσης της ισοκίνησης είναι η παροχή ενός ασφαλούς περιβάλλοντος στον ασθενή και η εξάλειψη της πιθανότητας τραυματισμών.

Παρ' όλα τα παραπάνω η χρήση της ισοκίνησης δεν έδειξε θετικά αποτελέσματα σε ασθενείς με κάποια νευρολογική πάθηση. Ο λόγος είναι ότι δεν είχαν πλήρη κινητικό έλεγχο για να εκτελέσουν ορθά την κίνηση σε όλο το εύρος τροχιάς, καθώς τα νευρομυϊκά ελλείμματα που έχουν εμποδίζουν την ανάπτυξη επαρκούς δύναμης για εκτέλεση πλήρους προγράμματος αποκατάστασης. Αν και μετά την ισοκινητική διαδικασία, οι ασθενείς πίστευαν πως είχαν βελτιωθεί κινητικά στην πραγματικότητα αυτό οφείλονταν σε ψυχολογική αλλαγή και ενίσχυση της αυτοπεποίθησής τους.

Επιπλέον χώρια από την ωφέλιμη ή μη ωφέλιμη χρήση της ισοκίνησης, υπάρχουν και άλλοι παράμετροι που την καθιστούν μη προσβάσιμη για τους περισσότερους θεραπευτές. Το υψηλό κόστος κτήσης, η απαιτούμενη χρόνια εξειδίκευση του θεραπευτή, τον μικρό και συγκεκριμένο αριθμό ασθενών στους οποίους απευθύνεται καθιστούν την ισοκίνηση μια δευτερεύουσα επιλογή για τους περισσότερους ασθενείς.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από αυτήν την ανασκόπηση μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το ισοκινητικό δυναμόμετρο αποτελεί μια καινοτόμο λύση στην διαδικασία της αποκατάστασης. Ο ρόλος του δεν περιορίζεται μόνο σε αθλητές αλλά μπορεί να βρει εφαρμογή και σε πιο ιδιαίτερους ασθενείς όπως είναι οι νευρολογικοί. Δεδομένου την εξέλιξη της τεχνολογίας και την συνεχή καθημερινή δραστηριότητα των ερευνητών, θα περίμενε κανείς η ισοκινητική άσκηση να χρησιμοποιείται ανεπιφύλακτα και να αποτελεί το πιο διαδεδομένο μέσο αποκατάστασης στο χώρο της φυσιοθεραπείας.

Από την άλλη, δεν απορρίπτουμε την χρήση της ισοκίνησης, που σε ορισμένες περιπτώσεις συμβάλλει τα μέγιστα, όπως επί παραδείγματι στον τομέα αξιολόγησης και έρευνας καθώς και στις περιπτώσεις επανένταξης του αθλητή στις αγωνιστικές του δραστηριότητες. Γι' αυτό λοιπόν το λόγο η ισοκινητική αποκατάσταση είναι συνυφασμένη με το χώρο του επαγγελματικού αθλητισμού και ενίοτε του ερασιτεχνικού. Επιπροσθέτως η ισοκίνηση εφαρμόζεται σε μεγάλα κέντρα αποκατάστασης και σε εξειδικευμένες κλινικές θεραπείας. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί λόγω του υψηλού κόστους εγκατάστασης ενός ισοκινητικού δυναμόμετρου και λόγω του γεγονότος ότι για να εφαρμόσει ο θεραπευτής την ισοκίνηση απαιτείται υψηλού επιπέδου εξειδίκευση.

Ενώ η ισοκίνηση είναι ένα μέσο που βρίσκει εφαρμογή και στους νευρολογικούς ασθενείς, οι μελέτες έχουν δείξει ότι η αποκατάστασή τους δεν μπορεί να στηριχτεί μόνο σε αυτό το μέσο θεραπείας, αλλά επιβάλλονται οι κλασσικές μέθοδοι θεραπείας σε συνδυασμό όμως με την ισοκίνηση. Άρα λοιπόν για την ισοκίνηση καταλαβαίνουμε ότι, εκτός από την αποδεδειγμένη αποτελεσματική εφαρμογής της, στις υπόλοιπες περιπτώσεις δεν αποτελεί αντένδειξη αλλά διαδραματίζει έναν επικουρικό ρόλο στην αποκατάσταση που μόνο ωφέλιμα αποτελέσματα μπορεί να έχει.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

BIBLIA

1. Davies G.J. (1992), A compendium of isokinetics in clinical usage. 4th edition S &S Publishers 1707 Jennifer court, Onalaska Wisconsin 54650
2. Hamilton N. & Luttgens K. (2002), Kinesiology: Scientific Basis of Human Motion, McGraw-Hill Companies
3. Hoppenfield S. (1976), Physical Examination of the Spine and Extremities, Appleton-Century-Crofts
4. Kapandji IA (1994), Physiologie Articulaire, Maloine
5. Kahle W, Leonhardt H & Platzer W, (1975), Taschenatlas der Anatomie, Georg Thieme Verlag
6. Perrin DH, (1987) Isokinetic Exercise and Assessment, Human Kinetics Publishers
7. Prentice WE, (2007) Rehabilitation Techniques in Sports Medicine & Athletic Training, Quebecor World Fairfield, PA
8. Rothstein J.M., (1985), Measurement in physical therapy: clinics in physical therapy, Churchill livingstone
9. Wilmore JH. & Costill DL (1999), Physiology of Sport and Exercise, Human Kinetics
10. Κίτσιος Α.Θ (1999), Αθλητική Φυσικοθεραπεία, Τυποεκδόσεις Τσιαρτσιάνης Αθανάσιος, Θεσσαλονίκη
11. Κλεισούρας Β. (2003), Εργοφυσιολογία, Εκδόσεις Πασχαλίδης, Αθήνα
12. Πουλμέντης Α. (2007), Βιολογική Μηχανική-Εργονομία, Εκδόσεις Καπόπουλος, Αθήνα
13. Σφετσιώρης Κ.Δ, (2003), Κινησιολογία Εισαγωγή Άνω άκρο. Εκδόσεις dKS, Αθήνα
14. Τσακλής Π. (2000), Γόνατο και Ισοκίνηση: Η βιομηχανική της άρθρωσης του γόνατος, έλεγχος και εξάσκηση με τη βοήθεια της ισοκίνησης, University Studio Press, Θεσσαλονίκη
15. Τσακλής Π. (1997), Εισαγωγή στην ισοκινητική άσκηση Μέρος 1^ο, University Studio Press, Θεσσαλονίκη

ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ

1. Almekinders LC. & Almekinders SV (1994), outcome in the treatment of chronic overuse sports injuries : A retrospective study, *Am J Sports med.* 42 (5): 572-79
2. Aniansson A, Grimby G, Reindgren A, (1980), Isometric and isokinetic quadriceps muscle strength in 70-year old men and women. *Scand J Rehabil Med*, 37 (5): 255-63
3. Comeau MJ, Zebas C, Brown LE, Greenwood L(2001), The hamstring/quadriceps ratio of male endurance runners over a velocity spectrum, *Med Sci. Sports Exerc*, 33 (7) 240-46
4. Croisier JL, Foidart-Dessalle M, France T, Crielaard JM, Forthomme B(2007) , An isokinetic eccentric programme for the management of chronic lateral epicondylar, *Br. J Sports Med*, 49 (8) 352-59
5. Cross M.J., Powell J.F., (1984), Long-term follow-up of posterior cruciate ligament rupture: a study of 116 cases, *Am. J. Sports Med.* 12(4): 292-7
6. Davies G.J., Hallback J.W., Ross P.E., (1984): Torque acceleration energy and average power changes in quadriceps and hamstrings determined by computerized CYBEX testing: *ACSM* 15 (2): 144
7. Dillman C.J., Fleisig G.S., Andrews J.R., Escamilla R.F. (1990): Kinetics of baseball pitching with implications about injury mechanisms, *Am. J. Sports. Med.* 23: 233-239
8. Downham P. & Lexel J., (1999), Reliability of isokinetic ankle dorsiflexor strength measurements in healthy young men and women, *Scand. J. Rehabil. Med.* 31 (4): 229-239
9. Edstrom L., (1970), Selective atrophy of red muscle fiber in quadriceps in long standing knee joint dysfunction injuries to the ACL, *J. Neurol. Sci.* 11: 551-558
10. Ghena D, Kurth AL, Thomasm, ET (1991), Moment characteristics of the quadriceps and hamstring muscles during concentric and eccentric loading *J. Orthop Sports Phys. Ther*, 38 (6) 247-54

11. Hageman P, Gillaspie D & Hill I (1988) , Effects of speed and limb dominance on eccentric and concentric isokinetic testing of the knee, *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 29 (5) 327-32
12. Haggmark T., Johnson R.J., Eriksson E., Pope M.H., (1984): Five to ten-year follow up evaluation after reconstruction of the anterior cruciate ligament, *Clin. Orthop. Relat. Res.* (183): 122-40
13. Hallback J.W., (1985): Effect of limited ROM on non-exercised ROM strength, *Phys. Therapy* 65(5): 732-733
14. Hettinger E.R.T., Muller E.A., (1970): Influence of training and of inactivity on muscle strength, *Arch. Phys. Med.*, 51: 449-462
15. Hislop H, & Perrine J (1967), The isokinetic concept of exercise . *J. of Physical therapy*, 52 (8) 431-40
16. Holmes JR (1984), Isokinetic strength characteristics of the quadriceps femoris and hamstring muscles in high school students, *Phys. Ther. Journal*, 49 (3) 735-37
17. Knutsson E, Martensson A(1980) : Dynamic motor capacity in spastic paresis and its relation to prime mover dysfunction, spastic reflexes and antagonist co-activation. *Scand J. Rehabil Med*, 33 (6) 248-54

18. Mac Lean CL, Taunton JE, Clement DB(1999) , Eccentric kinetic chain exercise as a conservative means of functionally rehabilitating chronic isolated insufficiency of the posterior cruciate ligament, *Clin J Sports Med*, 45 (6) 348-55
19. Perrin .D., Robertson, & R. Lay. (1987). Bilateral isokinetic peak torque, torque acceleration energy, power, & work relationships in athletes & non-athletes. *J. of Orthop. & Sports Phys. Ther.* 9(5): 184-89
20. Perrin D. , Worell T. & Deneger C. (1989), The influence of hip position on quadriceps and hamstring peak torque and reciprocal muscle group ratio values. *Journal of orthopaedic and Sports physical therapy*, 25 (4): 354-60
21. Sahin N, Ozcan E, Baskent A, Karan A, Ekmeci O, Kasikcioglu E(2010) , Isokinetic evaluation of ankle muscle strength and fatigue in patients with ankylosing spondylitis, *Eur J Phys Rehabil Med*, 56 (7) 345-52

22. Sargent A., Davies C.T.M., Edwards R.H.T., (1977): Functional and structural changes after disuse of human muscle, *Clin. Sci. Modern Med.*, 52: 337-342
23. Thomas M. (1991), Eccentric and concentric moment characteristics in the quadriceps and hamstrings of the chronic isolated posterior cruciate ligament injured knee, *Br. J. Sports. Med.* 33: 405-8
24. Wilder P.A., Sykes J., (1982): Using an isokinetic exercise machine to improve the gait pattern in a hemiplegic patient. A case report, *Phys. Ther.* 62(9): 1291-5

ΑΡΘΡΑ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ

1. Alfredson H, Pietila I and Jonsson P. , (1998) : Heavy load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic achilles tendonitis, *Am . J. Sports Med*, 26 (3) : 360-6
2. Angel R.W. (1975): Electromyographic patterns during ballistic movement of normal and spastic limbs. *Brain Res.* 99 (2) : 387-92
3. Bobath B.(1978) : Adult hemiplegia evaluation and treatment, *Phys. Ther.* 63 (10) : 310-3
4. Boenig D.D(1977) : Evaluation of a clinical method of gait analysis, *Phys. Ther.* 57 (7) : 795-8
5. Boiteau M(October 5, 1992) : Tud ceo mparatiw de la niponse neummusch~laireo btenu lon de l'ktirement des jechisseun plantaires de h cheville chez l'enfant atteint de paralysie cinibrale spastique et l'enfant nonnal. Quebec, quebec, Canada: Laval University
6. Carette S, Graham D, Little H, Rubenstein J, Rosen P. (1983): The natural disease course of ankylosing spondylitis, *Arthritis Rheum.* 26 (2) : 186-90
7. Chandler J & Duncan P. (1998): Eccentric versus concentric force-velocity relationships of the quadriceps femoris muscle, *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 16(2): 82-86
8. Croisier J.L, Benedicte F, Marguerite F.D, Bernard G & Crielaard J.M. (2000): Treatment of recurrent tendinitis by isokinetic eccentric exercises, Department of physical medicine and rehabilitation, chu sart tilman, Belgium, *J. of Isokinetic and Exercise science*, 9(2-3): 131-41

9. Downham P. & Lexel J. (1999): Reliability of isokinetic dorsiflexor strength measurements in healthy young men and women, *Scand. J. Rehabil. Med.* 31(4): 198-209
10. Feagin J.A, (1979), The syndrome of the torn anterior cruciate ligament *Orthop. Clin. North. Am.* 10(1): 81-90
11. Frobose I, Settner M. & Maier H.(1995), Analysis of strength values of the wrist muscles and its clinical relevance, *Z. Orthop. Ihre Grenzgeb.* 131(1): 79-83
12. Holmback A.M, Porter M.M, Downham P, Andersen J.L, Lexel J.(1999), Reliability of isokinetic ankle dorsiflexor strength measurements in healthy young men and women, *Scand. J. Rehabil. Med.* 31 (4): 229-39
13. Itoi E, Minagawa H, Takeshi S, Sato K.(1996), Isokinetic strength after tears of the supraspinatus tendon, Akita University School of Medicine, *J. Bone. Joint. Surg. Br.* 79 (1): 77-82
14. James R. Holmes & Gordon J. Alderink (2008), The effects of a leg strengthening program on the endurance run of adolescents with intellectual disabilities, *Texas Women University* : 87-89
15. Jorgensen K. , Bankov S.(1991), Maximum strength of elbow flexors with pronated and supinated forearm, *J. of Electromyography and Kinesiology* 12(4): 275-285
16. Kraushaar B.S. & Nirschi R.P. (1999), Current concepts review tendinosis of the elbow, tennis elbow, *J. Bone. Joint. Surg.* 81: 259-278
17. Kues J.M, Rothstein J.M, Lamb R.L. (1992) : Obtaining reliable measurements of knee extensor torque produced during maximal voluntary contractions : An experimental investigation, *Phys. Ther.* 72(7): 492-501
18. Leroux J.L, Hebert P, Mouilleron T.(1995): Postoperative shoulder rotation strength in stages ii and iii impingement syndrome, *Clin. Orthop. & Relat. Res.* 320: 46-54
19. Mulder J.D. , Linge V.B. (1963): Function of the supraspinatus muscle and its relation to the supraspinatus syndrome: an experimental study in man, *J. Bone. Joint. Surg. Br.* 45: 750-4
20. Rothstein J.M, Lamp R.L, Mayhew T.P.,(1987) : Clinical uses of isokinetic measurements, *Phys. Ther.* 67(12): 1840-4
21. Savander GR(April 5, 1972): Use of the kinetron in the training of the below knee amputee, *Phys. Ther.* 52(3): 286-8

22. Tardieu C, Huch de la tour e, Bret MD, Tardieu G(December 24, 1982) : Muscle hypoextensibility in children with cerebral palsy, clinical and experimental observations, Arch. Phys. Med. Rehabil. 63(3): 97-102
23. Tredinnick TJ & Duncan PW(March 2, 1987): Reliability of measurements of concentric and eccentric isokinetic loading, Phys. Ther. 68(5): 656-9
24. Watkins M.P ,Bette A.H, Kozlowski B.A.(1983) : Isokinetic testing in patients with hemiparesis, Phys. Ther. 64 (2): 184-9