

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΑΙΓΙΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Προοδευτικότητα και εξειδίκευση στην κινησιοθεραπεία μυοσκελετικών κακώσεων

Σπουδαστής
Δημήτρης Σιάγκρης

Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ Ηλίας Τσέπης

Αίγιο, 2013

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αποκατάσταση των μυοσκελετικών κακώσεων απαιτεί εμπειριστατωμένη γνώση και κατανόηση της αιτιολογίας και της παθολογίας των διαφόρων τραυματισμών. Σε περιπτώσεις τραυματισμών πρέπει να ληφθεί μέριμνα για τον σχεδιασμό, την εφαρμογή και την επίβλεψη του προγράμματος της αποκατάστασης.

Στόχος της παρούσας ανασκόπησης αρχικά είναι να κατανοηθούν και να καταγραφηθούν τα είδη των μυοσκελετικών κακώσεων και ποιός είναι ο χρόνος και οι ιδιότητες επούλωσής τους.

Τα πρωτόκολλα και η πρόοδος της αποκατάστασης πρέπει να βασίζονται πρωτίστως στις φυσιολογικές αντιδράσεις του τραυματισμένου ιστού και στην κατανόηση του τρόπου επούλωσής του.

Εδώ έγκειται η ανάγκη να κατανοηθεί, να προσεγγιστεί και να διερευνηθεί όσο το δυνατόν καλύτερα γίνεται η προοδευτικότητα και η εξειδίκευση στην κινησιοθεραπεία των μυοσκελετικών κακώσεων.

Με την προοδευτικότητα, δίδεται ο χρόνος για να γίνουν οι βιολογικές προσαρμογές στους τραυματισμένους ιστούς, αλλά και γενικότερα να βελτιωθεί σταδιακά η νευρομυϊκή λειτουργία, ενώ με την εξειδίκευση εξασφαλίζεται ότι θα επιτευχθούν οι προσαρμογές που είναι ειδικές για κάθε άθλημα, ως προς τις φυσιολογικές και κινησιολογικές απαιτήσεις τους.

Συμπερασματικά με τη σωστή αξιολόγηση ανά φάση επούλωσης, σε σχέση με τις ιδιαιτερότητες των δραστηριοτήτων κάθε τραυματισμένου ατόμου, μπορεί να προστατεύσει τους ιστούς κατά την φάση της ανάρρωσης, με απώτερο σκοπό να μειωθεί ο χρόνος και το κόστος της αποκατάστασης.

Συγκεκριμένα, η εξατομικευμένη κινησιοθεραπεία μπορεί να συμβάλλει στην αποφυγή τραυματικών καταστάσεων αλλά και να βελτιώσει την απόδοση, ιδιαίτερα εάν πρόκειται για αθλητή.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
1. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	
1.1 Μυοσκελετικές κακώσεις.....	6
Παθοφυσιολογία της κάκωσης.....	7
1.2 Ορολογία βλαβών – παθήσεων.....	10
1.3 Διαδικασία επούλωσης.....	12
Φλεγμονώδης αντίδραση – Οξεία φάση.....	12
Ινοβλάστωση – Υποξεία φάση.....	13
Ωρίμανση – Χρόνια φάση.....	14
1.4 Επιδημιολογικά στοιχεία.....	21
2. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	
2.1 Προοδευτικότητα	26
2.2 Εξειδίκευση του κινησιοθεραπευτικού προγράμματος.....	35
Αρχή της εξειδίκευσης.....	39
Μυϊκή συνέργεια.....	41
3. Συμπεράσματα.....	46
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	47

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πιν 1.1. Ορολογία βλαβών και παθήσεων- Τροποποιημένο από ICIDH.....	9
Πιν 2.1 Στοιχεία επιβάρυνσης της μυϊκής δύναμης και της μυϊκής αντοχής των υγιών ενήλικων ατόμων. Τροποποιημένο απο ACSM.....	27
Πιν 2.2 Στοιχεία επιβάρυνσης με στόχο την αύξηση της κινητικότητας. Τροποποιημένο απο ACSM.....	32
Πιν 2.3 Στοιχεία επιβάρυνσης τις συντονιστικές ικανότητες υγιών ενήλικων ατόμων. Τροποποιημένο απο ACSM.....	35
Πιν 2.4 Βελτίωση της λειτουργίας του καρδιοαναπνευστικού συστήματος υγιών ενήλικων ατόμων. Τροποποιημένο απο ACSM.....	37
Πιν. 2.5 Ενεργειακά συστήματα χρησιμοποιούμενα σε διάφορα αθλήματα Τροποποιημένο από Gyton.....	38

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικ. 1.1 Δομή κολλαγόνου σε φυσιολογικό χόνδρο.....	18
Εικ. 1.2 Εικονική παράσταση φορτίων.....	19
Εικ 1.3. Στατιστικά στοιχεία- Τροποποιημένο από NEISS.....	22
Εικ 1.4. Σκελετική απεικόνιση κατά τη φάση αιώρησης του άλματος.....	23
Εικ. 2.1. Ζεύγη δυνάμεων	43

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχ 1.1. Σχέση λίπανσης του χόνδρου και φορτίων. Τροποποιημένο κατά Mow, Proctor & Kelly.....	9
--	---

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο μυϊκός ιστός είναι η βιολογική μηχανή, με την οποία η χημική ενέργεια μετατρέπεται σε μηχανικό έργο, σε ολόκληρο το ζωικό βασίλειο και φυσικά και στον άνθρωπο.

Στην παρούσα ανασκόπηση θα εξετασθούν, σε αδρές γραμμές, η δομή και η λειτουργία των σκελετικών ή γραμμωτών μυών, δηλαδή των μυών εκκείνων, με την ενέργεια των οποίων κινούμε τα άνω και κάτω άκρα, τον κορμό και το κεφάλι μας. Επίσης θα δούμε πως προκαλούνται οι μυϊκοί τραυματισμοί και ορισμένες μεθόδους αποκατάστασης των μυϊκών τραυματισμών σε διάφορα μέρη του σώματος. Ενώ θα γίνει εκτενής ανάλυση σε ότι αφορά την αποκατάσταση των μυοσκελετικών κακώσεων, με ιδιαίτερη έμφαση στην προοδευτικότητα και στην εξειδίκευση των προγραμμάτων αποκατάστασης.

Μυϊκές κακώσεις θεωρούνται το σύνολο των προβλημάτων που υφίσταται ένας μυς ή μια ομάδα μυών εξ' αιτίας κόπωσης ή τραυματισμού. Οι μυϊκές κακώσεις διακρίνονται σε λειτουργικές, που προέρχονται κατά βάση από υπερφόρτιση της μυϊκής ομάδας και εμφανίζονται κυρίως ως μυϊκές κράμπες και μυϊκές θλάσεις και σε μηχανικές, που αφορούν βλάβες κατόπιν απ' ευθείας τραυματισμού του μυός ή της μυϊκής ομάδας. Ο τραυματισμός μπορεί να προκληθεί είτε από άμεση πλήξη είτε από διάταση ή από ισχυρή σύσπαση, συνηθέστερα σε πλειομετρικές συστολές.

Η αποκατάσταση των αθλητικών κακώσεων απαιτεί εμπειριστατωμένη γνώση και κατανόηση της αιτιολογίας και της παθολογίας των τραυματισμών αλλά και των μυϊκών αλληλεπιδράσεων εντός της βιοκινητικής αλυσίδας.

Μετά από έναν τραυματισμό, πρέπει να ληφθεί μέριμνα για τον σχεδιασμό, την εφαρμογή και την επίβλεψη του προγράμματος αποκατάστασης. Τα πρωτόκολλα και η πρόοδος της αποκατάστασης πρέπει να βασίζονται πρώτα από όλα στις φυσιολογικές αντιδράσεις του τραυματισμένου ιστού, αλλά και στην κατανόηση του τρόπου επούλωσής του.

Μετά από την αξιολόγηση και την εκτίμηση των αναγκών του ασθενούς, το επόμενο βήμα στην διαδικασία λήψης της απόφασης, είναι να τεθούν οι στόχοι και το κατάλληλο θεραπευτικό πρόγραμμα.

Ειδικότερα για την προοδευτικότητα και την εξειδίκευση της κινησιοθεραπείας και για να είναι ασφαλές και αποδοτικό το πρόγραμμά τους, πρέπει απαραίτητα να υπακούει στις αρχές τους.

Με την προοδευτικότητα, δίδεται ο χρόνος για να γίνουν οι βιολογικές προσαρμογές στους τραυματισμένους ιστούς, αλλά και γενικότερα να βελτιωθεί σταδιακά η νευρομυϊκή λειτουργία.

Με την εξειδίκευση εξασφαλίζεται ότι θα επιτευχθούν οι προσαρμογές που είναι ειδικές για κάθε άθλημα, ως προς τις φυσιολογικές και κινησιολογικές απαιτήσεις τους.

Τέλος η διασφάλιση της ποιότητας της θεραπείας, αλλά και η σχέση του κόστους με το αποτέλεσμα στο σύγχρονο σύστημα υγείας, είναι μείζωνος σημασίας.

1. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1.1. Μυοσκελετικές κακώσεις

Για τον προσδιορισμό των αναγκών των ασθενών με μυοσκελετικές κακώσεις, είναι σκόπιμο να οριοθετήσουμε αρχικά τις ανάγκες, τους περιορισμούς, τις ανικανότητες ή τις αναπηρίες, χρησιμοποιώντας αντικειμενικές μετρήσεις, οι οποίες έχουν ξεκάθαρα ορισθεί ως μετρήσιμες δραστηριότητες.

Μια βλάβη είναι μία οποιαδήποτε απώλεια ή ανωμαλία της ψυχολογικής, φυσιολογικής ή ανατομικής δομής ή λειτουργίας. Οριοθετεί ή αλλάζει την ικανότητα του ατόμου να εκτελεί μία δεξιότητα ή μία δραστηριότητα.

Οι βλάβες αναγνωρίζονται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO) στη Διεθνή Ταξινόμηση των Βλαβών, των Ανικανοτήτων και των Αναπηριών (ICIDH) σε κατηγορίες ψυχολογικών, φυσιολογικών ή ανατομικών δομών.

Ενώ σύμφωνα με την ίδια ταξινόμηση ως πάθηση ορίζεται μία παθολογική διαδικασία, με μία χαρακτηριστική και αναγνωρίσιμη ομάδα σημείων και συμπτωμάτων. Η πάθηση συνδέεται με την ενεργή παθολογία από τραύμα, πάθηση, μεταβολική ανισορροπία ή μόλυνση (ICIDH, 1980).

Παθοφυσιολογία της κάκωσης

Τέσσερα είδη βασικών ιστών αναγνωρίζονται στο ανθρώπινο σώμα: ο επιθηλιακός, ο συνδετικός, ο μυϊκός και ο νευρικός ιστός. Σύμφωνα με τον Guyton (1998), όλοι οι ιστοί στο σώμα εκτός από τον οστίτη ιστό, ορίζονται ως μαλακοί ιστοί ή μαλακά μόρια. Ο Gaillet (1988), σε μια πιο τεχνική προσέγγιση ορίζει ως μαλακά μόρια το σύμπλεγμα στο ανθρώπινο σώμα που αποτελείται από κυτταρικά στοιχεία και βασική θεμέλια ουσία. Επίσης θεωρεί πως τα μαλακά μόρια είναι το πιο συχνό σημείο εκδήλωσης λειτουργικής ανεπάρκειας στο μυοσκελετικό σύστημα. Ενώ είναι γεγονός πως οι περισσότερες αθλητικές κακώσεις εκδηλώνονται στα μαλακά μόρια.

Ο **επιθηλιακός ιστός** είναι ο πρώτος βασικός ιστός, ο οποίος καλύπτει όλες τις εσωτερικές και εξωτερικές επιφάνειες του σώματος. Περιλαμβάνει δομές όπως το δέρμα, την εξωτερική στιβάδα των σπλάχνων αλλά και την εσωτερική επίστρωση των αγγείων και των αδένων. Βασικός σκοπός του επιθηλιακού ιστού είναι η προστασία και ο σχηματισμός δομών για τους ιστούς και τα όργανα. Χρησιμοποιείται επίσης για την απορρόφηση και την απέκκριση ουσιών (McConnell & Thomas, 2006).

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό του επιθηλιακού ιστού είναι ότι από μόνος του δεν διαθέτει αιματική ροή, άρα εξαρτάται από τις διαδικασίες της διάχυσης για την θρέψη, την οξυγόνωση και την απομάκρυνση των αποβλήτων. Οι περισσότερες κακώσεις του ιστού αυτού αφορούν τραυματισμούς όπως εκδορές, ρήξεις, διατρήσεις και αποκολλήσεις (Frank et al, 1999).

Ο **συνδετικός ιστός** έχει ως λειτουργία την υποστήριξη, την παροχή ενός πλαισίου, την πλήρωση κενών, την αποθήκευση λίπους, την ανακατασκευή ιστού, την παραγωγή αιμοσφαιρίων και την προστασία εναντίον σε μολύνσεις. Αποτελείται από διάφορους τύπους κύτταρων που χωρίζονται μεταξύ τους με κάποιου είδους εξωτερικό πλέγμα. Το πλέγμα αυτό αποτελείται από ίνες και άμορφο θεμέλια ουσία, ενώ μπορεί να είναι στέρεο, ημιστέρεο ή ρευστό. Οι κύριοι τύποι κυττάρου και συνδετικού ιστού είναι τα μακροφάγα, που λειτουργούν ως φαγοκύτταρα για την απομάκρυνση άχρηστου υλικού, τα ιστιοκύτταρα τα οποία απελευθερώνουν χημικές ουσίες (ισταμίνη και ηπαρίνη) σχετικά με την φλεγμονή και οι ινοβλάστες που είναι τα βασικά κύτταρα του συνδετικού ιστού (Seeley, 1995).

Οι ινοβλάστες παράγουν ελασίνη και **κολλαγόνο**, δυο ουσίες που βρίσκονται σε ποικίλες αναλογίες στους διάφορους συνδετικούς ιστούς του σώματος. Το κολλαγόνο είναι η κύρια δομική πρωτεΐνη και σχηματίζει εύκαμπτες ανελαστικές δομές, που συγκρατούν τον συνδετικό ιστό. Το κολλαγόνο επιτρέπει στον ιστό να προβάλλει

αντίσταση ενάντια σε μηχανικές δυνάμεις και σε μηχανική παραμόρφωση. Η ελαστίνη συνυπάρχει σε ιστούς με υψηλή ελαστικότητα, που συμμετέχουν στην επαναφορά του στις αρχικές διαστάσεις μετά από παραμόρφωση. Τα ινίδια του κολλαγόνου είναι τα στοιχεία του συνδετικού ιστού που είναι έτσι διατεταγμένα ώστε να αντιστέκονται στα εφελκυστικά φορτία, αλλά δεν είναι τόσο αποτελεσματικά ενάντια σε φορτία διάτμησης και συμπίεσης. Επομένως, η κατεύθυνση και ο προσανατολισμός των ινών κολλαγόνου είναι κατά μήκος της γραμμής εφαρμογής της εφελκυστικής δύναμης (Bozec et al, 2005).

Το κολλαγόνο διαθέτει αρκετές μηχανικές και φυσικές ιδιότητες, που του επιτρέπουν να αντιστέκεται με επιτυχία στη φόρτιση και την παραμόρφωση, ακόμα και σε έντονες εφελκυστικές φορτίσεις. Οι μηχανικές ιδιότητές του περιλαμβάνουν την *ελαστικότητα*, δηλαδή η ικανότητα επαναφοράς του φυσιολογικού μήκους μετά από επιμήκυνση, την *γλοιοελαστικότητα*, που επιτρέπει την αργή επαναφορά στο μήκος και στο σχήμα μετά την παραμόρφωση και την *πλαστικότητα*, που επιτρέπει την μόνιμη διατήρηση της παραμόρφωσης. Αν υπάρξει υπέρβαση των μηχανικών και φυσικών ορίων του συνδετικού ιστού, τότε εκδηλώνεται τραυματισμός (Fu et al, 1993).

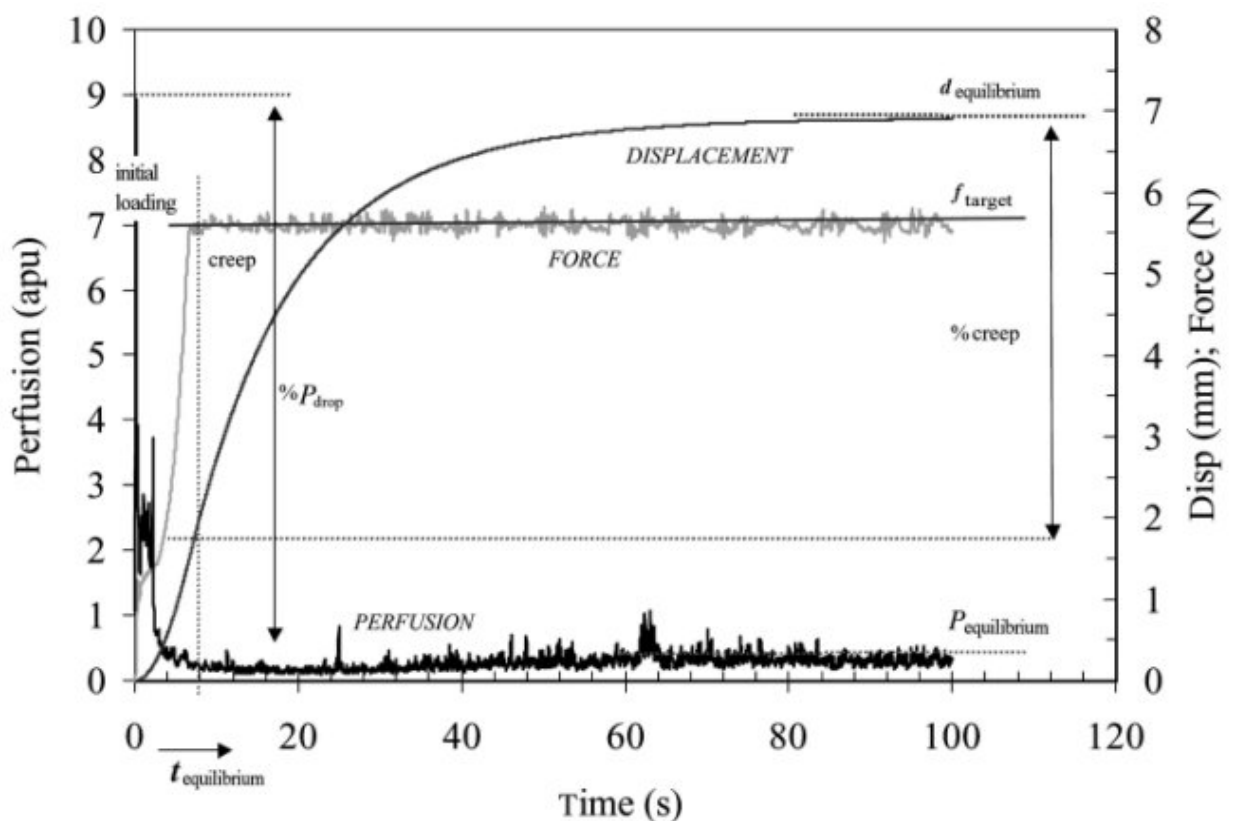
Η αιμάτωση του συνδετικού ιστού είναι σχετικά αργή, επομένως η επούλωση και η ανακατασκευή του είναι και εδώ αργές.

Ο χόνδρος είναι ένας τύπος άκαμπτου συνδετικού ιστού, που παρέχει υποστήριξη και δρα ως πλαίσιο για πολλές κατασκευές. Αποτελείται από χονδροκύτταρα, τοποθετημένα σε κοιλότητες, οι οποίες περιβάλλονται από ένα ενδοκυττάριο πλέγμα. Το πλέγμα αποτελείται από μια μεταβλητή αναλογία κολλαγόνου, ελαστίνης και άμορφης θεμέλιας ουσίας από πρωτεογλυκάνες και γλυκοζαμινογλυκάνες, οι οποίες είναι μη ινώδη μόρια πρωτεΐνης. Ο αρθρικός χόνδρος έχει μία ενδογενή αντοχή στα φορτία, η ανοχή της οποίας αν ξεπεραστεί, αρχίζει η βλαπτική επίδραση στο δίκτυο του κολλαγόνου, με αφετηρία σε κυτταρικό επίπεδο τον θάνατο των χονδροκυττάρων. Συγχρόνως έχει μπει σε διαδικασία η αφυδάτωση του δομής του χονδρίτου ιστού με αποτέλεσμα την διάβρωση του χόνδρου και την προοδευτική απώλεια του σημαντικού για την φυσιολογική λειτουργία της άρθρωσης ιστού (Buehler, 2006).

Το διαταραγμένο δίκτυο του κολλαγόνου στον εκφυλισμένο χόνδρο, τον καθιστά μαλακότερο και ασθενέστερο σε αντοχή φόρτισης με αποτέλεσμα να οδηγηθεί σε ανεπίστρεπτη διαδικασία φθοράς. Η μεταφορά των φορτίων στον υποχόνδριο χώρο

και την περιφέρεια της άρθρωσης γίνεται ανώμαλα και εμφανίζονται τα συνοδά φαινόμενα της εκφύλισης του χόνδρου σε αυτές τις περιοχές (Gallaghan et al, 2007).

Ο αρθρικός χόνδρος προστατεύεται από δύο μορφές λίπανσης Την οριακή λίπανση, με την απορρόφηση της γλυκοπρωτεΐνης από την επιφάνεια του αρθρικού χόνδρου και την λίπανση ενός λεπτού ρευστού στρώματος επικάλυψης που προκαλεί διαχωρισμό των αρθρικών επιφανειών. Η οριακή λίπανση είναι σημαντική όταν οι επιφάνειες υφίστανται μεγάλα φορτία για μεγάλο χρονικό διάστημα σε αντίθεση με τη λίπανση ρευστού στρώματος επικάλυψης φαίνεται να είναι σημαντικότερη όταν τα φορτία είναι μικρά και μεταβλητά ενώ οι επιφάνειες επαφής κινούνται μεταξύ τους με μεγάλες ταχύτητες. Οι διαθρώσεις αυτολιπαίνονται εγχύοντας υγρό μπροστά και κάτω από την κινούμενη επιφάνεια επαφής του αρθρικού χόνδρου. Τα υγρά εγχύονται ξανά όταν τα φορτία υποχωρούν. Η ροή υγρού ανάμεσα στους αρθρικούς χόνδρους χρησιμεύει στην παροχή θρεπτικών συστατικών στα χονδροκύτταρα (Mow, Proctor & Kelly, 1989) (Σχ.1.1).



Σχ 1.1. Σχέση λίπανσης του χόνδρου και φορτίων. Τροποποιημένο κατά Mow, Proctor & Kelly.

Τα οστά είναι ένας τύπος συνδετικού ιστού, που αποτελείται από ζωντανά κύτταρα και άλατα, που εναποτίθενται σε ένα πλέγμα.

Διαθέτουν πλούσια αιμάτωση που διευκολύνει στην επούλωσή τους μετά από ένα τραυματισμό. Έχουν λειτουργικό σκοπό την υποστήριξη, την κίνηση και την προστασία του σώματος.

Οι ίνες του οστεοκολλαγόνου καθορίζουν την αντοχή και την ελαστικότητα του οστού. Οι υλικές ιδιότητες σχετίζονται από τις σχέσεις φορτίου-παραμόρφωσης. Διαφορετικά φορτία μπορούν να εφαρμοστούν στα οστά προσδιορίζοντας χαρακτηριστικά αντοχής, σκληρότητας και ικανότητας αποθήκευσης ενέργειας (Roesler, 1987).

Από πλευράς εμβιομηχανικής το οστό εκτός ως υλικό μελετάται και ως προς την κατασκευή του. Από την μελέτη του οστού ως κατασκευή παρατηρείται ότι έχει μια σημαντική επίδραση στην κυτταρική οργάνωση και στα μηχανικά χαρακτηριστικά του. Αυτή η σχέση περιγράφηκε για πρώτη φορά το 1982 με το νόμο του Julius Wolff, ο οποίος υποστήριξε πως κάθε αλλαγή στην λειτουργία του οστού ακολουθείται από συγκεκριμένες μόνιμες αλλαγές στην εσωτερική και εξωτερική διαμόρφωσή του, σύμφωνα με μαθηματικούς νόμους (Carter et al, 1997; Doblare et al, 2004). Μιλώντας με μηχανολογικούς όρους, τα οστά πρέπει να έχουν ένα συντελεστή ασφαλείας μεταξύ 2 και 5. Δηλαδή να είναι 2 έως 5 φορές ανθεκτικότερα από τις δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά τις δραστηριότητες τις καθημερινής ζωής (Alexander, 1984; Biewener, 1991).

Τα οστά υφίστανται την διαδικασία της ενίσχυσης, της ανάπτυξης και της επαναπορρόφησης που συνολικά καλούνται ως ανακατασκευή – *remodeling*. Η ανακατασκευή αντιπροσωπεύει μια ισορροπία ανάμεσα στην οστική απορρόφηση από τους οστεοκλάστες και του σχηματισμού οστού από τους οστεοβλάστες. Η ισορροπία μεταξύ αυτών των διαδικασιών αλλάζει συνεχώς και επηρεάζεται από παράγοντες όπως η σωματική δραστηριότητα, η ηλικία και η νόσος (Lanyon & Rubin, 1984).

1.2 Ορολογία βλαβών – παθήσεων

Μιά βλάβη ορειοθετεί ή αλλάζει την ικανότητα του ατόμου να εκτελεί μια δεξιότητα ή μια δραστηριότητα. Οι βλάβες αναγνωρίζονται από τον World Health Organization (WHO) στη International Classification of Impairments, Disabilities and Handicaps

(ICIDH) σε κατηγορίες ψυχολογικών, φυσιολογικών ή ανατομικών δομών. Σε κάποιες περιπτώσεις μια βλάβη χρησιμοποιείται ως διάγνωση (Πιν. 1.1).

Βλάβη	Ορισμός
Θλάση	Υπερδιάταση, υπέρχρηση, υπερβολική άσκηση του μαλακού ιστού. Συμβαίνει μετά από ελαφρύ τραυματισμό ή από ασυνήθιστο επαναλαμβανόμενο τραυματισμό μικρού βαθμού. Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται για να χαρακτηριστεί ένας μυοτενόντιος μικροτραυματισμός.
Διάστρεμμα	Σημαντική τάση, ρήξη, διάταση μαλακών μορίων όπως του αρθρικού θύλακα, του συνδέσμου, του τένοντα ή του μυός. Ο όρος συχνά χρησιμοποιείται για την περιγραφή ενός συνδεσμικού τραυματισμού και χαρακτηρίζεται ανάλογα με τη σοβαρότητα σε 1 ^{ου} , 2 ^{ου} και 3 ^{ου} βαθμού.
Ημιεξάρθημα	Μερικό ή ατελές εξάρθημα που συνοδεύεται από τραυματισμό των μαλακών μορίων που περιβάλλουν την αρθρική περιοχή.
Εξάρθημα	Μετατόπιση ενός εκ των δύο οστικών τμημάτων μιας άρθρωσης, με αποτέλεσμα την βλάβη των πέριξ της άρθρωσης μαλακών μορίων.
Ρήξη μυός/τένοντα	Μερική ή ολική, είναι η λύση της συνέχειας, που εμφανίζεται κατά τη διάταση ή την σύσπαση έναντι σε αντίσταση.
Τενοντοθυλακίτιδα	Φλεγμονή της συνοβιακής μεμβράνης που περιβάλλει τον τένοντα.
Τενοντίτιδα	Φλεγμονή του ίδιου του τένοντα και μπορεί να επιφέρει την δημιουργία ουλώδους ιστού ή την ανατοποθέτηση αλάτων ασβεστίου.
Τενοντοελυτρίτιδα	Φλεγμονή η οποία συνοδεύεται από την πάχυνση του ελύτρου του τένοντα.
Υμενίτιδα	Φλεγμονή της συνοβιακής μεμβράνης, με αυξημένη ποσότητα συνοβιακού υγρού μέσα στην άρθρωση ή στο έλυτρο του τένοντα, μετά από τραυματισμό ή ασθένεια.
Ορογονοθυλακίτιδα	Φλεγμονή του ορογόνου θύλακα.
Σύνδρομα υπέρχρησης	Επαναλαμβανόμενες υπερφορτίσεις και/ή φθορές τριβής σε ένα μυ ή σε τένοντα, οι οποίες έχουν σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση φλεγμονής και πόνου.

Πιν 1.1. Ορολογία βλαβών και παθήσεων- Τροποποιημένο από ICIDH

Σε πολλές κλινικές καταστάσεις που σχετίζονται με μαλακά μόρια, η πρωταρχική παθολογία είναι δύσκολο να καθοριστεί ή ο ιστός έχει επουλωθεί με περιορισμούς, με αποτέλεσμα την απώλεια της λειτουργικότητας. Παραδείγματα αυτών των καταστάσεων είναι η δυσλειτουργία, η αρθρική δυσλειτουργία, οι βραχύνσεις, οι συμφύσεις, η αντανεκλαστική προστατευτική μυική σύσπασση, ο εγγενής μυικός σπασμός και η μυική αδυναμία.

1.3 Διαδικασία επούλωσης

Το πρόγραμμα που εφαρμόζεται κατά την φυσιοθεραπευτική αποκατάσταση θα πρέπει να βασίζεται πάνω στην διαδικασία επούλωσης. Με τον εντοπισμό των σημείων και των συμπτωμάτων της κάθε φάσης επούλωσης καθώς και την επίγνωση των χρονικών ορίων κάθε βλάβης, μπορεί να καθοριστεί ή να τροποποιηθεί το πρόγραμμα αποκατάστασης.

Η διαδικασία επούλωσης αποτελείται από τη φάση φλεγμονώδους αντίδρασης, τη φάση της ανακατασκευής-αναγέννησης (ινοβλαστική) και τη φάση της ωρίμανσης-ανακατασκευής. Θα πρέπει να σημειωθεί πως αν και συνηθίζεται να παρουσιάζεται η διαδικασία της επούλωσης ως τρεις διαφορετικές οντότητες, η ίδια η διαδικασία είναι συνεχής. Οι φάσεις της επούλωσης επικαλύπτονται κατά την αποκατάσταση.

Φλεγμονώδης αντίδραση – Οξεία φάση

Με τον τραυματισμό ενός ιστού ξεκινάει και η διαδικασία επούλωσης άμεσα. Η καταστροφή του ιστού προκαλεί άμεση βλάβη στα κύτταρα διαφόρων μαλακών μορίων, η οποία οδηγεί στην αλλαγή του μεταβολισμού και στην απελευθέρωση υλικών, που σηματοδοτούν την έναρξη της φλεγμονώδους αντίδρασης. Η φάση χαρακτηρίζεται από συμπτώματα ερυθρότητας, φλεγμονής, οιδήματος, άλγους και αύξησης της θερμοκρασίας.

Η φλεγμονή είναι η διαδικασία μέσω της οποίας μεταφέρονται λευκοκύτταρα και φαγοκύτταρα, όπως και άλλες εκκριματικές ουσίες στον τραυματισμένο ιστό. Αυτή η κυτταρική αντίδραση είναι σε γενικές γραμμές προστατευτική, και τείνει να περιορίσει ή να αποβάλλει, τις παράγωγες ουσίες ενός τραυματισμού μέσω της φαγοκυττάρωσης, διαμορφώνοντας έτσι το πεδίο για τη φάση της ανακατασκευής. Στην φάση αυτή ενδέχεται να παρατηρηθούν τοπικές αγγειακές αντιδράσεις,

διαταραχή της ανταλλαγής υγρών και μετανάστευση λευκοκυττάρων από το αίμα προς του ιστούς. Η αντίδραση διαρκεί 2-4 μέρες μετά τον αρχικό τραυματισμό.

Πρέπει να γίνει μια διάκριση μεταξύ της οξείας φλεγμονώδους αντίδρασης η οποία αναφέρετε παραπάνω και της χρόνιας φλεγμονής. Η χρόνια φλεγμονή εκδηλώνεται όταν η οξεία φλεγμονώδης αντίδραση δεν εξαλείφει τον τραυματικό παράγοντα και δεν αποκαθιστά τον ιστό στην πρώτερη φυσιολογική του κατάσταση. Η χρόνια φλεγμονή περιλαμβάνει την αντικατάσταση των λεμφοκυττάρων από μικροφάγα, λεμφοκύτταρα και πλασματοκύτταρα. Τα κύτταρα αυτά συσσωρεύονται πάνω σε ένα στρώμα χαλαρού συνδετικού ιστού με πλούσια αγγείωση και νευρώσεις στην περιοχή της κάκωσης.

Η συγκεκριμένοι μηχανισμοί, που μετατρέπουν μια οξεία φλεγμονώδης αντίδραση σε χρόνια δεν είναι γνωστή έως και σήμερα. Φαίνεται πάντως ότι σχετίζονται με καταστάσεις υπέρχρησης ή υπερφόρτισης και με αθροιστικούς τραυματισμούς μιας συγκεκριμένης δομής. Δεν υπάρχει κάποιο χρονοδιάγραμμα, σύμφωνα με το οποίο μια οξεία φλεγμονώδης αντίδραση μετατρέπεται σε χρόνια.

Φαίνεται ότι η χρόνια φλεγμονή είναι ανθεκτική στην αντιμετώπιση με φυσικοθεραπεία και φαρμακευτική αγωγή.

Ινοβλάστωση – Υποξεία φάση

Κατά την ινοβλαστική φάση της επούλωσης, μετά τα φαινόμενα εξίδρωσης της φλεγμονής, ακολουθεί μια διαδικασία πολλαπλασιασμού και αναγέννησης, με σκοπό την δημιουργία ουλώδους ιστού και την ανακατασκευή του τραυματισμένου. Η περίοδος σχηματισμού της ουλής που αναφέρεται και ως υποπλασία, αρχίζει μέσα σε λίγες ώρες από τον τραυματισμό, και μπορεί να διαρκέσει έως 4-6 εβδομάδες. Κατά την περίοδο αυτή πολλά από τα σημεία και τα συμπτώματα, που σχετίζονται με την φάση της φλεγμονής υποχωρούν. Ο ασθενής μπορεί να παρουσιάσει ευαισθησία στην πίεση και συνήθως αναφέρει πόνο καθώς προοδεύει όμως ο σχηματισμός της ουλής τα παραπάνω αυτά σταματούν.

Κατά την διαδικασία της φάσης αυτής παρατηρείται αυξημένη αιματική ροή, με την οποία μεταφέρονται τα απαραίτητα τροφικά συστατικά για την αναγέννηση των ιστών στην περιοχή, με τον σχηματισμό εύθραυστου συνθετικού ιστού γνωστός ως κοκκιώδης ιστός. Ο κοκκιώδης ιστός αποτελείται από ινοβλάστες, κολλαγόνο και τριχοειδή αγγεία και πληρώνει τα κενά σημεία κατά την διαδικασία επούλωσης.

Καθώς τα τριχοειδή αγγεία συνεχίζουν να αναπτύσσονται στην περιοχή, η ινοβλάστες συσσωρεύονται στην περιοχή του τραύματος και διατάσσονται παράλληλα προς τα τριχοειδή. Τα ινοβλαστικά κύτταρα αρχίζουν να συνθέτουν ένα εξωκυττάριο πλέγμα, το οποίο περιέχει πρωτεϊνικές ίνες κολλαγόνου και ελαστίνης, μια ουσία που αποτελείται από μη ινώδης πρωτεΐνες, τις πρωτεΐνογλυκάνες, από γλυκοζαμινογλυκάνες και υγρό. Στην διάρκεια της 6^{ης} ή της 7^{ης} ημέρας περίπου οι ινοβλάστες αρχίζουν να παράγουν ίνες κολλαγόνου που εναποτίθενται σε τυχαία διάταξη, εντός της σχηματισμένης ουλής. Καθώς το κολλαγόνο συνεχίζει να πολλαπλασιάζεται, η αντοχή εφελκυσμού της ουλής συνεχώς αυξάνεται, σε αναλογία με τον ρυθμό σύνθεσης του κολλαγόνου. Καθώς αυξάνεται η αντοχή εφελκυσμού, ο αριθμός των ινοβλάστων ελαττώνεται, κάτι που σηματοδοτεί την έναρξη της φάσης ωρίμανσης.

Αυτή η φυσιολογική αλληλουχία των γεγονότων κατά την φάση αναγέννησης οδηγεί στην δημιουργία του ελάχιστου δυνατού, ουλώδους ιστού.

Περιστασιακά μια επίμονη φλεγμονώδης αντίδραση και η συνεχής απελευθέρωση των προϊόντων της φλεγμονής, μπορεί να επιφέρει παρατεταμένη υποπλασία και υπερβολική ινογένεση, κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε μη αναστρέψιμες ιστικές βλάβες. Η ινώδης ίνωση μπορεί να εκδηλωθεί σε υμενώδης δομή, με την μορφή συμφυτικής θυλακίτιδας στην άρθρωση αλλά και σε εξωαρθρικούς ιστούς, όπως είναι οι τένοντες, οι σύνδεσμοι, οι μύες και οι ορογόνοι θύλακες.

Ωρίμανση – Χρόνια φάση

Η φάση ωρίμανσης-ανακατασκευής είναι μια μακροχρόνια διαδικασία, κατά την οποία παρατηρείται η επανευθυγράμμιση και η αναδιαμόρφωση των ινών του κολλαγόνου, που απαρτίζουν τον ουλώδη ιστό, σύμφωνα με τις δυνάμεις εφελκυσμού, στις οποίες υπόκειται η ουλή. Η συνεχής αποδόμηση και σύνθεση του κολλαγόνου συμβαδίζει με την σταθερή αύξηση της ευφλεκυστικής αντοχής του πλέγματος της ουλής. Μέσω της αυξημένης τάσης και της ειδικής παραμόρφωσης, οι ίνες του κολλαγόνου επανευθυγραμμίζονται σε μια θέση μεγίστης αποδοτικότητας, παράλληλα προς την κατεύθυνση του εφελκυσμού με αποτέλεσμα ο ιστός σταδιακά να επανακτή την φυσιολογική του εμφάνιση και λειτουργικότητα.

Η διαδικασία επούλωσης βασίζεται εκτός των άλλων και στις ιδιότητες του τραυματισμένου ιστού. Ως εκ τούτου εκτός από την ακολουθία των σταδίων της

επούλωσης, ένα πρόγραμμα αποκατάστασης πρέπει να είναι προσαρμοσμένο και στις ιδιότητες επούλωσης ανά ιστό.

Οι τραυματισμοί του μυϊκού ιστού επουλώνονται με ανάλογες διαδικασίες όπως και στους άλλους ιστούς. Αρχικά θα έχουμε αιμορραγία και οίδημα και στη συνέχεια φαγοκυττάρωση για την απομάκρυνση των μεταβολικών προϊόντων.

Οι ίνες κολλαγόνου ωριμάζουν και προσανατολίζονται κατά μήκος της κατεύθυνσης των ελκυστικών δυνάμεων, σύμφωνα με το νόμο του Wolff. Η ενεργητική σύσπαση του μυός είναι κομβικό σημείο όσο αφορά την αντοχή του μυός στα ελκυστικά φορτία.

Ασχέτως με την σοβαρότητα της ρήξης ο απαιτούμενος χρόνος πλήρης επούλωσης είναι αρκετά μεγάλος και είναι ανάλογος του μεγέθους της ρήξης και του μυός. Ενδεικτικά, η αντιμετώπιση των ρήξεων μεγάλων μυϊκών ομάδων, όπως των οπίσθιων μηριαίων μπορεί να έχει διάρκεια 6-8 εβδομάδες. Οι προσπάθειες στην περίπτωση αυτή για πρώιμη επιστροφή προκαλούν συνήθως υποτροπή και η διαδικασία επούλωσης πρέπει να αρχίσει από την αρχή, κάτι που πολύ συχνά καταγράφεται σε αθλητικές δραστηριότητες (Woodman & Pare, 1982).

Η διαδικασία επούλωσης ενός συνδέσμου ο οποίος έχει υποστεί διάστρεμμα ακολουθεί την ίδια πορεία όπως στους αγγειοβριθείς ιστούς. Κατά την διάρκεια των 6 εβδομάδων, η αύξηση της αιμάτωσης με νέα τριχοειδή αγγεία εξελίσσεται παράλληλα με την ινοβλαστική δραστηριότητα, καταλήγοντας στον σχηματισμό ενός θρόμβου από ινώδες. Είναι απαραίτητο να επανενωθούν τα διαρρηγμένα άκρα του συνδέσμου μέσω της γεφύρωσης με τον σχηματισμό θρόμβου. Η σύνθεση κολλαγόνου και πρωτεογλυκάνης, ως συστατικά ενός ενδοκυττάρου πλέγματος, συνεισφέρει στην γεφύρωση των άκρων του συνδέσμου. Οι ίνες κολλαγόνου διατάσσονται κατά ένα τυχαίο τρόπο με μικρή οργάνωση, ενώ σταδιακά υπάρχει ελάττωση της ινοβλαστικής δραστηριότητας, μείωση της αγγείωσης και αύξηση στο μέγιστο της πυκνότητας του κολλαγόνου (Arnoczky, 1991).

Τους επομένους μήνες η ουλή συνεχίζει να ωριμάζει και η επανευθυγράμμιση του κολλαγόνου συμβαίνει ως αντίδραση στην προοδευτική φόρτιση και στην μηχανική παραμόρφωση. Αυτή η ωρίμανση της ουλής μπορεί να χρειαστεί μέχρι και 12 μήνες για την ολοκλήρωση της και είναι εξαρτώμενη από μηχανικούς παράγοντες, όπως είναι η απόσταση μεταξύ των τραυματισμένων άκρων του συνδέσμου και η διάρκεια της περιόδου ακινητοποίησης.

Η εξωαρθρικοί σύνδεσμοι, που έχουν υποστεί χειρουργική αποκατάσταση, επουλώνονται διμιουργώντας μικρότερη ουλή και αρχικά είναι μηχανικά ανθεκτικότεροι. Οι σύνδεσμοι που επουλώνονται με ακινητοποίηση, επουλώνονται μέσω της δημιουργίας ινώδους ιστού, κάτι που επιφέρει ένα βαθμό αστάθειας στην άρθρωση. Στην περιπτώση των ρήξεων ενδοαρθρικών συνδέσμων, η παρουσία του ενδοαρθρικού υγρού αραιώνει το αιμάτωμα, εμποδίζοντας έτσι το σχηματισμό του θρόμβου από ινώδες και την αυτόματη επούλωσή του.

Πολλές μελέτες αναφέρουν ότι οι σύνδεσμοι, που έχουν υποβληθεί σε ενεργητική άσκηση, είναι μηχανικά ανθεκτικότεροι από αυτούς που έμειναν ανενεργοί. Οι σύνδεσμοι, που παραμένουν σε ακινητοποίηση για περιόδους αρκετών εβδομάδων μετά τον τραυματισμό, χάνουν την μηχανική τους αντοχή κυρίως στο σημείο που έχουν πρόσφυση με τα οστά (MacMaster, 1982).

Οι υπόλοιπες δομές, που περιβάλλουν την άρθρωση, κυρίως οι μύες και οι τένοντες, πρέπει να ισχυροποιηθούν, για την αποκατάσταση της σταθερότητας της άρθρωσης. Η αυξημένη μυϊκή λειτουργική ικανότητα που θα προέλθει από ένα πρόγραμμα ενδυνάμωσης μπορεί να βελτιώσει τη σταθερότητα της τραυματισμένης άρθρωσης (Stanish & Gunnlaugson, 1988).

Αντιθέτως με τον τραυματισμό των μαλακών ιστών ο τραυματισμός του τένοντα αποτελεί ένα ιδιαίτερο πρόβλημα για την αποκατάσταση. Ο τραυματισμός του τένοντα απαιτεί την επανένωση του πυκνού ινώδους ιστού μεταξύ των αποχωρισμένων άκρων του. Απαιτείται λοιπόν άφθονο κολλαγόνο για την καλή αντοχή εφελκυσμού. Δυστυχώς όμως το κολλαγόνο μπορεί να υπερβεί τα όρια και να δημιουργήσει ίνωση, κατά την οποία δημιουργούνται συμφύσεις στους περιβάλλοντες ιστούς, με αποτέλεσμα να εμποδίζεται η ολίσθηση, η οποία είναι απαραίτητη για την ομαλή κίνηση της άρθρωσης. Ευτυχώς με την πάροδο του χρόνου ο ουλώδης ιστός των περιβαλλόντων δομών επιμηκύνεται, λόγω της αποδόμησης των δεσμών του ινώδους, οπότε και καθιστάται δυνατή η ολίσθηση κατά την κίνηση. Τέλος ο τραυματισμός του τένοντα στην περιοχή όπου περιβάλλεται από έλυτρο μπορεί να είναι καταστροφικός.

Σύμφωνα με τα τυπικά χρονοδιαγράμματα για την επούλωση του τένοντα, την 2^η εβδομάδα ο τένοντας υπό επούλωση προσκολλάται στον περιβάλλοντα ιστό για να σχηματίσει μια ενιαία μάζα. Την 3^η εβδομάδα ο τένοντας αποχωρίζεται σε διάφορους βαθμούς από τους περιβάλλοντες ιστούς. Η αντοχή εφέλκησης δεν επιτρέπει τη δυνατή έλξη του τένοντα για περίπου 4-5 εβδομάδες (Frank et al, 1999).

Ο χόνδρος διαθέτει μια περιορισμένη δυνατότητα επούλωσης. Οι τραυματισμοί του δεν είναι σε θέση να οδηγήσουν σε σχηματισμό θρόμβου ή σε μια κυτταρική αντίδραση. Από μόνος του δεν μπορεί να οδηγήσει στον σχηματισμό θρόμβου ή σε μια κυτταρική αντίδραση. Τα παρακείμενα χονδροκύτταρα είναι τα μόνα κύτταρα που επιτρέπουν τον ανασχηματισμό και την ανασύνθεση του πλέγματος (Martinez-Hernandez A, και Amenta P 1990). Αν υπάρχει βλάβη και στον υποκείμενο ιστό τα φλεγμονώδη κύτταρα εισέρχονται στην τραυματισμένη περιοχή και σχηματίζουν κοκκιώδη ιστό. Ο ιστός αυτός διαχωρίζεται σε χονδροκύτταρα σε 2 εβδομάδες περίπου και μετά από 2 μήνες έχει σχηματιστεί φυσιολογικό κολαγόνο.

Οι αρθρικοί χόνδροι δεν έχουν αιμοφόρα αγγεία, λεμφαγγεία ή νεύρα. Λειτουργία του αρθρικού χόνδρου είναι να επιτρέπει την κίνηση μεταξύ των αρθρικών επιφανειών με ελάχιστη τριβή και φθορά και να διαμορφώνει το σχήμα του οστού έτσι ώστε να εξασφαλίσει καλύτερη επαφή στις συναρθρούμενες επιφάνειες. Αυτό επιτυγχάνεται λόγω των γλοιοελαστικών ιδιοτήτων του χόνδρου (Askew, M.J. , & Mow, V.C. (1978).

Η διερεύνηση της παθογένειας και της εξέλιξης της καταστροφής του χόνδρου είναι δύσκολο να γίνει στον άνθρωπο, αλλά χρήσιμα συμπεράσματα έχουν βγει από πειραματικά μοντέλα σε ζώα. Έτσι έχει αποδειχτεί ότι η τροποποίηση της βιολογίας του χόνδρου εκτός από την γήρανση του, επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες, πρωτοπαθείς και δευτεροπαθείς, στην κατεύθυνση της φθοράς και της εκφύλισης. Η αρχική επίπτωση στο περιβάλλον των πρωτεογλυκανών, συνοδεύεται από διαταραχή των δικτύου των ινών του κολλαγόνου (Handingham & Bayliss, 1990).

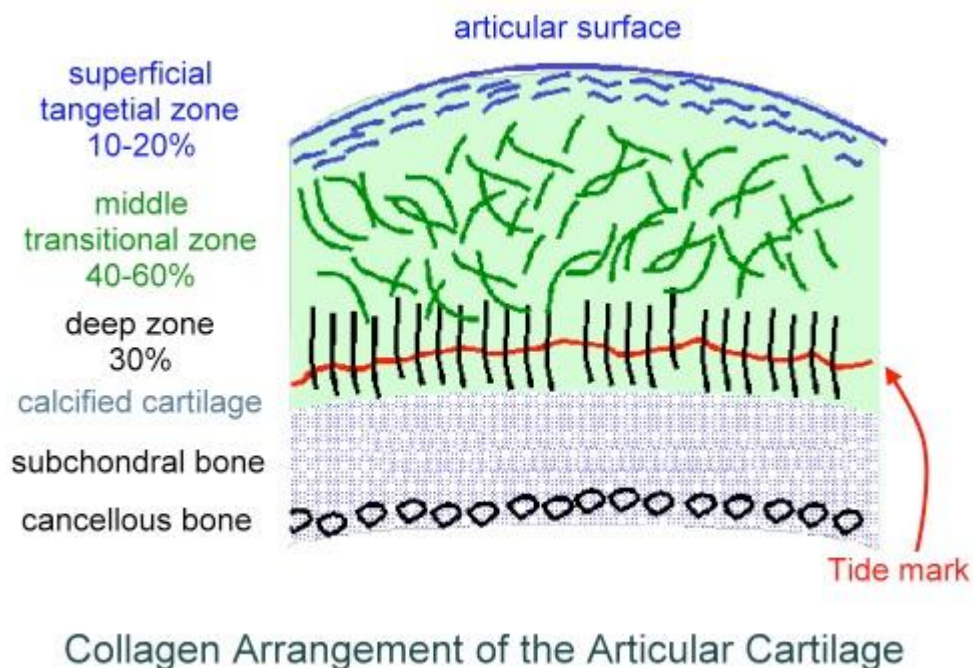
Διάφορες πρωτεϊνάσες μεσολαβούν στην δομική αυτή καταστροφή του χόνδρου. Πρόσφατες παρατηρήσεις εστιάζονται στις μεγαλλοπρωτεϊνάσες και σε διάφορους αναστολείς γνωστούς σαν TIMP. Η δράση των ενζύμων φαίνεται να ρυθμίζεται από την ισορροπία μεταξύ των ενζύμων και των TIMP. Η αλληλοεπίδραση αυτών των παραγόντων ρυθμίζεται από τα χονδροκύτταρα και η απώλεια των χονδροκυττάρων να διατηρήσουν αυτή την ισορροπία, οδηγεί σε μονοπάτια καταστροφής του χόνδρου (Malemud, 1993; Pelletier et al,1993).

Η αρχική μεταβολή συνίσταται σε λύση του αρθρικού χόνδρου σε μία μικρή εντοπισμένη περιοχή. Αυτό οδηγεί σε μεταβολές της θεμέλιας ουσίας των πρωτεογλυκανών, με αυξημένη δραστηριότητα των χονδροκυττάρων και αύξηση του περιεχομένου σε νερό. Οι μεταβολές αυτές μειώνουν την ικανότητα απορρόφησης

των φορτίων στην περιοχή αυτή, με αποτέλεσμα τη λέπτυνση και την επακόλουθη καταστροφή του χόνδρου.

Το κρίσιμο σημείο το οποίο διαταράσσεται αρχικά είναι η ισορροπία φθοράς και αναγέννησης του χόνδρου, στην οποία εκτός από γενετικούς και βιολογικούς παράγοντες παρεμβαίνουν καθοριστικά και μηχανικοί παράγοντες. Οι παράγοντες αυτοί οι οποίοι έχουν συχνά τα χαρακτηριστικά των φυσιολογικών φορτίσεων, όταν επιδρούν σε έναν χονδρίτη ιστό, οι ιδιότητες του οποίου έχουν τροποποιηθεί, συντηρούν την διαδικασία εμφάνισης και επέκτασης των οστεοαρθρικών αλλοιώσεων, καθώς και στην βαρύτητα της πάθησης.

Ο αρθρικός χόνδρος έχει μία ενδογενή αντοχή στα φορτία, η ανοχή της οποίας αν ξεπεραστεί, αρχίζει η βλαπτική επίδραση στο δίκτυο του κολλαγόνου, με αφετηρία σε κυτταρικό επίπεδο τον θάνατο των χονδροκυττάρων. Συγχρόνως έχει μπει σε διαδικασία η αφυδάτωση του δομής του χονδρίτου ιστού με αποτέλεσμα την διάβρωση του χόνδρου και την προοδευτική απώλεια του σημαντικού για την φυσιολογική λειτουργία της άρθρωσης ιστού (Εικ.1.1).



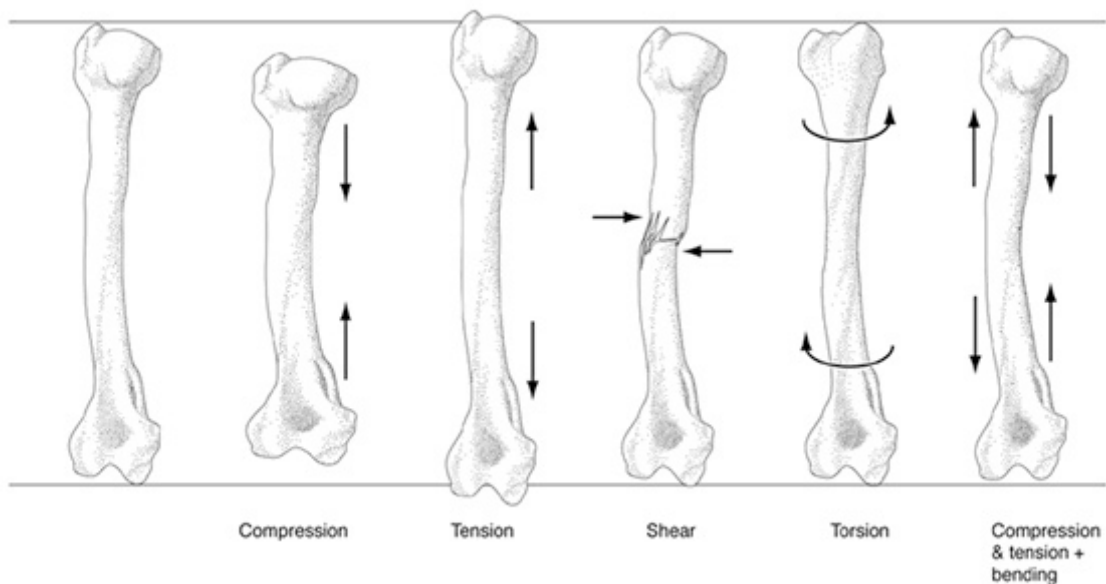
Εικ. 1.1 Δομή κολλαγόνου σε φυσιολογικό χόνδρο.

Το διαταραγμένο δίκτυο του κολλαγόνου στον εκφυλισμένο χόνδρο, τον καθιστά μαλακότερο και ασθενέστερο σε αντοχή φόρτισης με αποτέλεσμα να οδηγηθεί σε

ανεπίστρεπτη διαδικασία φθοράς. Η μεταφορά των φορτίων στον υποχόνδριο χώρο και την περιφέρεια της άρθρωσης γίνεται ανώμαλα και εμφανίζονται τα συνοδά φαινόμενα της εκφύλισης του χόνδρου σε αυτές τις περιοχές.

Οι τραυματισμοί του χόνδρου στο γόνατο είναι αρκετά συχνό φαινόμενο και μέχρι πρόσφατα οι μέθοδοι αντιμετώπισης δεν είχαν κάποιο μακροπρόθεσμο αποτέλεσμα. Η καλύτερη κατανόηση της αντίδρασης του χόνδρου οδηγεί στην ανάπτυξη τεχνικών, όπως είναι η αυτόλογη μεταμόσχευση χονδροκυτάρων, που υπόσχονται καλύτερα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα.

Η επούλωση του οστού είναι παρόμοια με την επούλωση των μαλακών μορίων, επειδή ισχύουν όλες οι φάσεις της διαδικασίας της επούλωσης, αν και οι δυνατότητες αναγέννησης του οστού είναι κάπως περιορισμένες. Τα λειτουργικά στοιχεία της επούλωσης των οστών διαφέρουν σε σχέση με αυτά των μαλακών μορίων. Στα τραυματισμένα μαλακά μόρια η επούλωση εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την αντοχή στα εφελκυστικά φορτία, ενώ το οστό πρέπει να αντέξει επιπροσθέτως σε φορτία στρέψης, συμπίεσης, διάτμησης και κάμψης (Εικ. 1.2).



Εικ. 1.2 Εικονική παράσταση φορτίων

Ο τραυματισμός του οστού ποικίλει, από θλάση του περιοστέου, σε κλειστά μη παρεκτροπισμένα κατάγματα, μέχρι και ανοικτά κατάγματα με μεγάλη παρεκτόπηση, όπου συνήθως συνυπάρχει μεγάλη βλάβη στα μαλακά μόρια. Όταν τραυματιστεί ένα οστό προκαλείται άμεση βλάβη στα αγγεία του οστού και του περιοστέου, αιμορραγία

και στην συνέχεια δημιουργία θρόμβου. Η αιμορραγία από τον μυελό συγκρατείται από το περίοστεο και τα περιβάλλοντα μαλακά μόρια που λαμβάνει χώρο η κάκωση. Περίπου σε μια βδομάδα από την κάκωση του οστού οι ινοβλάστες έχουν αρχίσει να σχηματίζουν ένα πλέγμα από ίνες κολλαγόνου. Το ινώδες χρησιμεύει ως βάση για τον πολλαπλασιασμό των αγγείων.

Οι χονδροβλάστες αρχίζουν να παράγουν ινώδη χόνδρο και δημιουργούν ένα πύρο μεταξύ των τραυματισμένων άκρων του οστού. Στην αρχή είναι μαλακός και σταθερός γιατί αποτελείται από ινώδες κολλαγόνο, ενώ στη συνέχεια γίνεται σταθερότερος και ελαστικός καθώς αρχίζει να κυριαρχεί ο χόνδρος. Ακολούθως αρχίζουν να πολλαπλασιάζονται οι οστεοβλάστες, οι οποίοι είναι κύτταρα που παράγουν οστό και εισέρχονται στον πύρο, όπου και σχηματίζουν δοκίδες σπογγώδους οστού, όπου θα αντικαταστήσουν τον χόνδρο. Ο πύρος τελικά εξελίσσεται σε οστό και από το σημείο αυτό αρχίζει να αναδιαμορφώνεται το οστό. Μπορεί να διαχωριστεί σε δύο τμήματα, τον εξωτερικό, που βρίσκεται πέριξ από το περίοστεο στην επιφάνεια του οστού, και τον εσωτερικό που βρίσκεται μέσα στο καταγματικό τμήμα του οστού. Το μέγεθος που θα έχει ο πύρος εξαρτάται από το μέγεθος της βλάβης και την έκταση της στο οστό, κατά την διαδικασία επούλωσης. Κατά την περίοδο αυτή αρχίζουν να εμφανίζονται στην περιοχή οι οστεοκλάστες, για να απορροφήσουν θραύσματα οστού και να καθορίσουν την περιοχή.

Η φάση της αναδιοργάνωσης είναι παρόμοια με τη διαδικασία της ανάπτυξης του οστού, λόγω του ότι ο ινώδης χόνδρος αντικαθιστάται σταδιακά με ινώδες οστό, και στη συνέχεια από δοκιδωτό οστό. Η αναδιαμόρφωση αποτελεί μια συνεχής διαδικασία, κατά την οποία οι οστεοβλάστες παράγουν νέο οστό και οι οστεοκλάστες αποδημούν οστό, σύμφωνα με τις δυνάμεις που δέχεται το οστό κατά την διαδικασία της πύρωσης. Ένα καταγματικό οστό θα προσαρμοστεί στην μηχανική φόρτιση και θα παραμορφωθεί με την μεταβολή του μεγέθους του σχήματος και της δομής του. Δηλαδή μετά την ακινητοποίηση, θα πρέπει να φορτιστεί το οστό άμεσα σε φυσιολογικές φορτίσεις και παραμορφώσεις έτσι ώστε να ανακτήσει την αντοχή εφελκυσμού του, πριν από την ολοκλήρωση της διαδικασίας επούλωσης.

Ο απαιτούμενος χρόνος πύρωσης του οστού διαφέρει από οστό σε οστό και βασίζεται στη σοβαρότητα και στις συνοδές κακώσεις, στο είδος του οστού, στην έκταση του κατάγματος και στην ηλικία του ασθενή. Η φυσιολογική περίοδος ακινητοποίησης του οστού ποικίλει από τρεις εβδομάδες για τα μικρά οστά στο άνω και κάτω άκρα και έως 8 εβδομάδες για τα μακρά οστά του άνω και κάτω άκρου. Η

διαδικασία επούλωσης δεν ολοκληρώνεται βέβαια με την αφαίρεση του νάρθηκα. Η οστεοπλαστική και οστεοκλαστική διαδικασία μπορεί να διαρκέσει έως και 2-3 έτη μετά από ένα σοβαρό κάταγμα.

Ο ιστός του νεύρου είναι διαφοροποιημένος και δεν μπορεί να αναγεννηθεί όταν καταστραφεί το νευρικό κύτταρο. Σε ένα τραυματισμένο περιφερικό νευρώνα όμως η αναγέννηση μπορεί να πραγματοποιηθεί σε ένα σημαντικό βαθμό, αρκεί να είναι ανεπηρέαστο το σώμα του νευρώνα. Ο τραυματισμός του νευράξονα κοντά στο σώμα του νευρώνα καθορίζει κατά μεγάλο βαθμό το χρόνο επούλωσης. Όσο πιο κοντά προς το σώμα του νευρώνα είναι η βλάβη του νευράξονα, τόσο πιο δύσκολη είναι η επούλωση του.

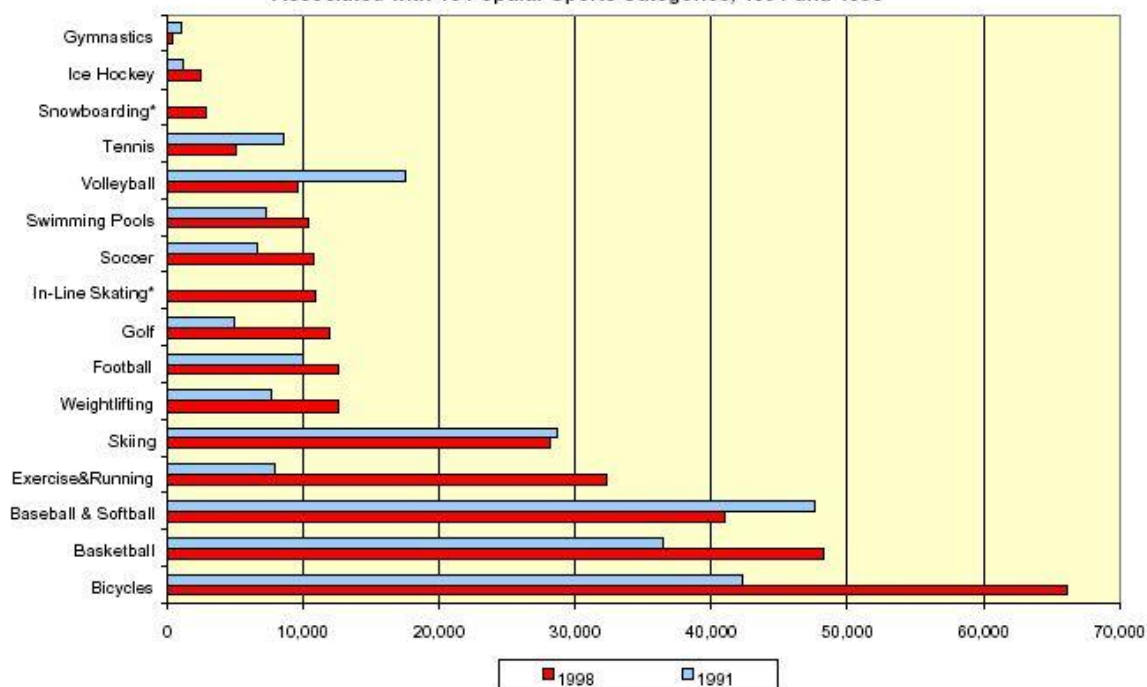
Η αναγέννηση είναι αργή με ένα ρυθμό 3-4 χιλιοστά την ημέρα και μπορεί να παρεμποδιστεί από την ανάπτυξη ουλώδους ιστού λόγω υπερβολικής ινοπλασίας. Η αναγέννηση του τραυματισμένου νεύρου εντός του ΚΝΣ έχει κακή πρόγνωση σε σχέση με αυτή στο ΠΝΣ. Οι νευράξονες του ΚΝΣ δεν διαθέτουν θήκη από συνδετικό ιστό, και τα κύτταρα Schwann που παράγουν μυελίνη δεν μπορούν να πολλαπλασιαστούν (Brodal,1992).

1.4 Επιδημιολογικά στοιχεία

Σύμφωνα με το National Electronic Injury Surveillance System (NEISS) των ΗΠΑ, περίπου 276.000 τραυματισμοί αντιμετωπίστηκαν στα ιατρεία έκτακτης ανάγκης των νοσοκομείων το 1998, ενώ το 1991 καταγράφησαν περισσότεροι από 365.000 αθλητικών τραυματισμών, σε ηλικίες μεταξύ των 35 - 54 ετών. Ο αριθμός των τραυματισμών συνεχίζει να αυξάνεται κάθε χρόνο. Το 2006, το σύστημα (NEISS) κατέγραψε πάνω από μισό εκατομμύριο τραυματισμούς μόνο για το μπάσκετ, ενώ ακόμη 2 εκατομμύρια τραυματισμοί έχουν σχέση με την ποδηλασία, το ποδόσφαιρο και τα υπόλοιπα αθλήματα (εικ. 1.2).

Ενώ το κόστος για πάνω από 1 εκατομμύριο αθλητικών τραυματισμών που αντιμετωπίστηκαν στις ΗΠΑ το 1998, έφτασε τα 18,7 δισεκατομμύρια δολάρια (NEISS On-Line).

Figure 1. Estimated Number of Emergency Room Treated Injuries Among Persons 35 - 54 Years of Age Associated with 16 Popular Sports Categories, 1991 and 1998



Εικ 1.3. Στατιστικά στοιχεία- Τροποποιημένο από NEISS

Σχετικές μελέτες για τις μυοσκελετικές κακώσεις έχουν γίνει σε αρκετά αθλήματα όπως το ποδόσφαιρο, το μπάσκετ, την κολύμβηση και το τένις. Η μελέτη του Bauman (2004), στην Αυστραλία, επισημαίνει την ζωτική σημασία της άσκησης. Τα αποτελέσματα της άσκησης δείχνουν πως υπάρχει θετική συσχέτιση με την πρόληψη των μυοσκελετικών κακώσεων, των καρδιαγγειακών παθήσεων αλλά ακόμα και με την εμφάνιση του καρκίνου (Bauman, 2004).

Σε έρευνες που σχετίζονται με το ποδόσφαιρο όπως αυτή στην Νορβηγία η οποία διεξήχθη για 6 έτη, δείχνει πως δεν συνδέεται με την υπέρχρηση ή την ανταγωνιστικότητα του αθλήματος αποκλειστικά, αλλά και με άλλους παράγοντες (Bjorneboe et al, 2012).

Σημαντικός παράγοντας τραυματισμού για τους ποδοσφαιριστές είναι η μείωση της έσω στροφής ισχίου που είναι προφανές πως οδηγεί σε τραυματισμούς αλλά και σε μετατραυματικές καταστάσεις (Taylor CJ et al 2011). Καταγραφές τραυματισμών στο παγκόσμιο κύπελλο ποδοσφαίρου, έδειξαν πως οι περισσότεροι τραυματισμοί καταγράφονταν κατά την επαφή με άλλο παίκτη και αφορούσαν τα κάτω άκρα κυρίως σε ποσοστό 70%, τον αυχένα 13%, τα άνω άκρα 10% ενώ τον κορμό 7%. Το είδος των κακώσεων αφορούσε σε ποσοστό 11% τους μωλωπισμούς στην κνήμη, το

διάστρεμα της ποδοκνημικής 10% και τον τραυματισμό της βουβωνικής περιοχής με 8% (Junge & Dvorak, 2010).

Ο Owoeye και οι συνεργάτες του σε έρευνα νεαρών Νιγηριανών αθλητών στην καλαθοσφαίριση ανέδειξε, πως συχνότερος τραυματισμός καταγράφεται σε πτώση μετά από άλμα σε ποσοστό 28,1%. Το 75% των τραυματισμών αφορούσε τα κάτω άκρα με την άρθρωση του γόνατος να κατέχει το 40,6%. (Owoeye et al, 2012) (Εικ. 1.4).



Εικ 1.4. Σκελετική απεικόνιση κατά τη φάση αιώρησης του άλματος

Στην περίπτωση του κλασικού αθλητισμού και συγκεκριμένα σε μελέτες που έγιναν σε δρομείς αντοχής, ανέδειξαν πως οι ανατομικές ανισορροπίες του πέλματος των αθλητών οδηγούν σε συνεχείς τραυματισμούς, ενώ οι αθλητές μετά από πρόσφατο τραυματισμό κατά το τελευταίο 12μηνο είχαν περισσότερες πιθανότητες εμφάνισης επανατραυματισμού. Επίσης έχει αποδειχθεί πως η εξειδίκευση στο άθλημα του μαραθωνίου μειώνει σημαντικά τις πιθανότητες τραυματισμού (Daoud et al, 2012; Parker et al, 2011). Τέλος σε δρομείς ταχύτητας πιο συχνό φαινόμενο είναι η θλάση των οπισθίων μηριαίων. Στην περίπτωση αυτή ο πλειομετρικός έλεγχος των εκτεινόντων του ισχίου και του τετρακεφάλου κατά την μειομετρική σύσπαση των

οπισθίων μηριαίων είναι ευεργετικός στην πρόληψη των τραυματισμών (Yeung et al, 2009; Sugiura et al, 2008).

Ο πόνος στην περιοχή της ωμικής ζώνης είναι το πιο κοινό μυοσκελετικό πρόβλημα στην κολύμβηση. Συγκεκριμένα η τενοντίδα του υπερακανθίου, του τένοντα του δικεφάλου και το σύνδρομο πρόσκρουσης, τα οποία μαζί ή κάθε ένα ξεχωριστά, μας δίνουν την πάθηση η οποία είναι γνωστή ως «ώμος του κολυμβητή».

Επιδημιολογικά στοιχεία που καταγράφησαν σε κολυμβητές παρουσιάζουν αυξημένους τραυματισμούς στους ώμους των αθλητών, λόγω τις αυξημένης κινητικότητας της άρθρωσης του ώμου. Ο τραυματισμός μπορεί να επαναληφθεί μέσα στο ίδιο έτος, κάτι που μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την απόδοση του κολυμβητή (Tate et al, 2012).

Όσο για το άθλημα της αντισφαίρισης το οποίο απαιτεί ιδιαίτερες ικανότητες του μυοσκελετικού συστήματος των αθλητών, τα διαστρέμματα του αστραγάλου, είναι πιο συχνός τραυματισμός στα κάτω άκρα. Χρόνιοι τραυματισμοί υπέρχρησης, όπως η έξω επικονδυλίτιδα της άρθρωσης του αγκώνος, είναι πιο κοινή στους ερασιτέχνες αθλητές, ενώ πόνος στον ώμο συναντάται πιο συχνά σε υψηλού επιπέδου αθλητές. Συγκεκριμένα η κίνηση του *service* μπορεί να αποδειχθεί μοιραία, για τραυματισμό του ώμου και συγκεκριμένα στις πρώτες μοίρες του εύρους τροχιάς της κίνησης της άρθρωσης, λόγω αυξημένων ροπών (Abrams et al, 2011; Abrams et al, 2012).

Συμπερασματικά είναι εύκολα κατανοητό από τα παραπάνω πως η τραυματολογία σχετίζεται με το είδος του αθλήματος και την ανάλογη επιβάρυνση. Αυτό σημαίνει πως η συνεχής επιβάρυνση σε λάθος πρότυπα κίνησης, οδηγεί σε τραυματικές καταστάσεις και μειωμένη απόδοση σε κάθε περίπτωση αθλητικής δραστηριότητας.

2. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Κινησιοθεραπεία είναι η εφαρμογή των επιστημονικά τεκμηριωμένων αρχών της άσκησης για την ενίσχυση της δύναμης, της αντοχής και την κινητικότητας των ανατομικών δομών του ασθενούς, τα οποία εμφανίζουν λειτουργικούς περιορισμούς ή απαιτούν προαγωγή της φυσικής κατάστασης.

Η διαδικασία της φυσικοθεραπευτικής παρέμβασης περιλαμβάνει την ανάπτυξη και την εφαρμογή ενός σχεδίου θεραπείας, την αξιολόγηση της προόδου ως προς τους στόχους και την πιθανή τροποποίηση του αρχικού φυσικοθεραπευτικού πλάνου, με απώτερο σκοπό την βελτίωση σε επίπεδο λειτουργικότητας, μυϊκής δύναμης, ισχύος, αντοχής και νευρομυϊκής συναρμογής.

Με τη γνώση των αρχών της κινητικής και της κινηματικής, η κινησιοθεραπεία διαφοροποιείται και εξελίσσεται κατά περίπτωση, σε εμβιομηχανική βάση. Η κινηματική περιγράφει την κίνηση των σωμάτων σύμφωνα με τον χρόνο, την ταχύτητα και την επιτάχυνση, ενώ ο κλάδος της εμβιομηχανικής που ασχολείται με τις δυνάμεις που παράγουν ή μεταβάλλουν την κίνηση, ονομάζεται κινητική.

Ο ρόλος της προοδευτικής και ελεγχόμενης κινητοποίησης κατά την φάση της επούλωσης, ο οποίος στηρίζεται στο νόμο του Wolff, δηλώνει πως το οστό και τα μαλακά μόρια θα προσαρμοστούν, θα ανακατασκευαστούν και θα επαναευθυγραμμιστούν προς την κατεύθυνση του φορτίου εφελκυσμού τους (Woo et al, 2000). Καθώς προοδεύει η επούλωση προς την φάση της ανακατασκευής, η ελεγχόμενη δραστηριοποίηση για την επανάκτηση της φυσιολογικής ευκαμψίας και της δύναμης, θα πρέπει να συνδυάζεται με προστατευτική υποστήριξη και νάρθηκες ακινητοποίησης.

Κατά την έναρξη της φάσης ανακατασκευής θα πρέπει να ενσωματωθούν στο πρόγραμμα αποκατάστασης οι ενεργητικές ασκήσεις ενδυνάμωσης με στόχο την αύξηση του εύρους τροχιάς της κίνησης. Σε μεγάλο βαθμό ο πόνος θα καθορίσει των ρυθμό της προόδου.

Τέλος θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν ο απαιτούμενος χρόνος επούλωσης, ώστε μια υπερβολική και επιθετική προσέγγιση να μην διαταράξει την διαδικασία ανακατασκευής.

Κύριοι στόχοι της κινησιοθεραπείας μετά από μυοσκελετικούς τραυματισμούς είναι:

- ▷ Διατήρηση και αύξηση του εύρους τροχιάς της κίνησης

- ▷ Μυϊκή σταθερότητα
- ▷ Διατήρηση και αύξηση της δύναμης και της αντοχής
- ▷ Αποκατάσταση της ιδιοδεκτικότητας
- ▷ Διατήρηση και προαγωγή της αερόβιας δεξιότητας
- ▷ Επανάταξη στην αθλητική δραστηριότητα

Στην οξεία φάση η κινησιοθεραπεία έχει επικουρικό σκοπό, με κύριο στόχο την παθητική κινητοποίηση, για την αύξηση του εύρους τροχιάς και για την μείωση του πόνου. Εδώ θα πρέπει επίσης να σημειωθεί πως ο τραυματισμός ενός ανατομικού στοιχείου δεν θα αφήσει ποτέ ανέπαφες και ανεπηρέστες τις υπόλοιπες δομές γύρω από αυτό.

2.1 Προοδευτικότητα

Οι νευρομυϊκές προσαρμογές που προκαλούνται με την προπόνηση αντίστασης και κατ' επέκταση η αύξηση της μυϊκής δύναμης, της ισχύος και της αντοχής είναι συνάρτηση των προπονητικών ερεθισμάτων.

Συγκεκριμένα η μυϊκή ισχύς καθορίζεται κυρίως από το μέγεθος του μυός, με μέγιστη συσταλτική ισχύ μεταξύ 3-4kg/cm² εμβαδού διατομής. Η δύναμη αποτελεί μέτρο του συνολικού έργου που ο μυς μπορεί να εκτελέσει σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή και μετριέται σε kg-m/min. Τελικό μέτρο της απόδοσης είναι η αντοχή των μυών, η οποία σε μεγάλο βαθμό εξαρτάται από την υποστήριξη της θρέψης τους και κυρίως από την ποσότητα του γλυκογόνου που έχει εναποθηκευτεί πριν την περίοδο της άσκησης.

Η άσκηση μυϊκής ενδυνάμωσης μπορεί να οριστεί ως η προοδευτική φόρτιση του νευρομυϊκού συστήματος χρησιμοποιώντας υπομέγιστες ή μέγιστες μυϊκές συστολές ενάντια σε αντίσταση. Σκοπό της άσκησης δύναμης αποτελεί η βελτίωση της ικανότητας πραγματοποίησης μέγιστων συστολών ή η αύξηση της μυϊκής μάζας (Porter, Vandervoort, & Lexell, 1995). Οι διαφορετικοί μέθοδοι άσκησης με αντιστάσεις και τύποι μυϊκών συστολών που χρησιμοποιούνται παρουσιάζουν διαφορές στις φυσιολογικές απαιτήσεις του νευρομυϊκού συστήματος (Blimkie, 1992).

Οι ασκήσεις προοδευτικής αντίστασης (ΑΠΑ), είναι μία μέθοδος αύξησης για την παραγωγή μυϊκής δύναμης. Ωστόσο η αποτελεσματικότητα και η ασφάλειά τους, είναι ακόμη άγνωστες. Οι αρχές των ΑΠΑ για την αύξησης της δύναμης στους μύες έχουν παραμείνει σχεδόν αμετάβλητες από τότε που περιγράφησαν για πρώτη φορά από τους DeLorme και Watkins, την δεκαετία του 1950. Οι αρχές αυτές έχουν σαν σκοπό να εκτελεστεί αρχικά ένας μικρός αριθμός επαναλήψεων μέχρι κόπωσης, στη συνέχεια να εφαρμοστεί ένας επαρκής χρόνος ανάπαυσης μεταξύ των ασκήσεων για ανάκτηση και τελικά να αυξηθεί η αντοχή και η μυϊκή δύναμη.

Το American College of Sports Medicine (ACSM) περιγράφει το πρόγραμμα εφαρμογής των ΑΠΑ, το οποίο περιλαμβάνει 8-12 επαναλήψεις, με 1-3 set εκπαίδευσης, για 2 ή 3 ημέρες, κάθε εβδομάδα. Η αντίσταση που μπορεί να εφαρμοστεί μπορεί να είναι ίση με 8-12 κιλά, σε όλο το μήκος του εύρους τροχιάς της κίνησης (ACSM, 2002). Μάλιστα οι κατευθυντήριες οδηγίες του για το σχεδιασμό προγραμμάτων άσκησης, με στόχο τη βελτίωση της μυϊκής δύναμης και της μυϊκής αντοχής των υγιών ενήλικων ατόμων περιγράφονται στον πιν 2.1.

Συνήθως το σύστημα των ΑΠΑ χρησιμοποιήθηκε σε ενήλικες που ήταν υγιείς, για την βελτίωση της αθλητικής τους επίδοσης, ωστόσο πρόσφατες αξιολογήσεις επισήμαναν και τα οφέλη του στην γενική υγεία, συμβάλλοντας έτσι στην μείωση των παραγόντων κινδύνου που σχετίζονται με την εμφάνιση οστεοπόρωσης, καρδιαγγειακών παθήσεων αλλά και σακχαρώδους διαβήτη (Taylor N et al, 2005).

Στην φυσικοθεραπεία οι ΑΠΑ συνδέονται με οφέλη όπως η αύξηση της μυϊκής δύναμης, λόγω τραυματισμένων ή παθολογικών δομών αλλά και λόγω ατροφίας, εξαιτίας της έλλειψης συγκρότησης δυνάμεων των μυών, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται δυσλειτουργίες και αδυναμία στην εκτέλεση των καθημερινών δραστηριοτήτων.

<i>Συχνότητα</i>	2-3φορές/εβδομάδα για κάθε μυϊκή ομάδα.
<i>Ένταση</i>	Μέτρια έως υψηλή (60-70% 1RM) για αρχάριους έως μεσαίου επιπέδου ασκούμενους Υψηλή έως πολύ υψηλή ($\geq 80\%$ 1RM) για προπονημένα άτομα Πολύ χαμηλή έως χαμηλή (40-50% 1RM) για ηλικιωμένα ή απροπόνητα άτομα που ξεκινούν την προπόνηση

	<p>δύναμης</p> <p>Χαμηλή έως μέτρια (<50% 1RM) για βελτίωση μυϊκής αντοχής</p> <p>Τέλος 20-50% 1RM σε ηλικιωμένα άτομα για βελτίωση της ισχύος</p>
<i>Επαναλήψεις</i>	<p>8-12 για βελτίωση δύναμης και ισχύος,</p> <p>10-15 για μεσήλικα ή ηλικιωμένα άτομα που ξεκινούν την άσκηση</p> <p>15-20 επαναλήψεις για βελτίωση μυϊκής αντοχής</p>
<i>Σειρές (Σετ)</i>	<p>2-4 σειρές για βελτίωση της δύναμης και της ισχύος</p> <p><2 σειρές σε ηλικιωμένα ή αρχάρια άτομα που ξεκινούν την άσκηση</p>
<i>Πυκνότητα (Διάλειμμα)</i>	<p>2-3λεπτά μεταξύ των σειρών</p> <p>≥48ώρες μεταξύ των προπονητικών μονάδων (ανά μυϊκή ομάδα)</p>
<i>Προπονητικά Περιεχόμενα</i>	<p>ασκήσεις για την ενδυνάμωση μεγάλων μυϊκών ομάδων</p> <p>ασκήσεις: α) με το βάρος του σώματος (πχ. αλτικές, έλξεις, αναρριχήσεις, κοιλιακοί, ραχιαίοι, κάμψεις, βυθίσεις κ.α.) β) με μικρή σταθερή αντίσταση (πχ. ιατρικές μπάλες, μπαλάκια, αλτήρες, λάστιχα κ.α.) και γ) με μεταβλητή αντίσταση (π.χ. μηχανήματα δύναμης, μπάρες κ.α.)</p>
<i>Γενικές οδηγίες</i>	<p>από το απλό στο δύσκολο: στην αρχή απλές σε εκτέλεση ασκήσεις δύναμης (πρώτα εκμάθηση της τεχνικής της άσκησης και κατόπιν βελτίωση της δύναμης μέσω αυτής)</p> <p>από το λίγο στο πολύ: προοδευτική αύξηση της επιβάρυνσης (επαναλήψεις/άσκηση, σειρές/άσκηση, αριθμός ασκήσεων/Π.Μ., αύξηση της εξωτερικής επιβάρυνσης, συνολικός χρόνος άσκησης).</p> <p>από μικρές αντιστάσεις σε μεγαλύτερες: αρχικά ασκήσεις μόνο με το βάρος του σώματος και αργότερα ασκήσεις με επιπλέον αντίσταση.</p> <p>σειρά εκτέλεσης των ασκήσεων: πολυαρθρικές ασκήσεις ή ασκήσεις που επιβαρύνουν μεγάλες μυϊκές ομάδες εκτελούνται πριν από τις μονοαρθρικές ασκήσεις (ή ασκήσεις επιβάρυνσης μικρών μυϊκών ομάδων).</p>

*1RM: μια μέγιστη προσπάθεια.

Πιν 2.1 Στοιχεία επιβάρυνσης της μυϊκής δύναμης και της μυϊκής αντοχής των υγιών ενήλικων ατόμων. Τροποποιημένο από ACSM.

Ο βαθμός όμως με τον οποίο μπορούν οι ΑΠΑ να χρησιμοποιηθούν σε φυσικοθεραπευτικά προγράμματα αποκατάστασης και να αυξήσουν την μυϊκή δύναμη και αντοχή, δεν είναι γνωστός, λόγω της αυθαίρετης χρήσης του όρου "ενίσχυση".

Σημαντικό είναι ότι οι ερευνητές και οι φυσικοθεραπευτές ορίζουν με λειτουργικά στοιχεία το στόχο της αποκατάστασης και σαφώς θα πρέπει να περιγράφετε το πρόγραμμά τους. Προτείνεται εδώ ο όρος « άσκησης προοδευτικής αντίστασης" να χρησιμοποιηθεί στη θέση του όρου "ενίσχυσης" και να ακολουθούν τις αρχές εφαρμογής του, σύμφωνα με το ACSM.

Έχει αναφερθεί ότι σε ποσοστό 52%-69% των φυσικοθεραπευτικών προγραμμάτων, για τη θεραπεία των δυσλειτουργιών της σπονδυλικής στήλης και 87% για την άρθρωση του γόνατος, περιλαμβάνουν ασκήσεις «ενίσχυσης». Ωστόσο στην ίδια έρευνα, διαφαίνεται πως υπάρχει μία δυσκολία στην ερμηνεία των δεδομένων, καθώς η ασυνέπεια της χρήσεως και ίσως η κατάχρηση του όρου "ενίσχυσης" δεν χρησιμοποιείται, σύμφωνα με τις αρχές των ΑΠΑ. Ως εκ τούτου, ο βαθμός στον οποίο οι ΑΠΑ έχουν χρησιμοποιηθεί ή είναι κατάλληλες για να συμπεριληφθούν στα φυσικοθεραπευτικά προγράμματα αποκατάστασης, παραμένει ασαφής (Jette & Delitto, 1997).

Έχουν διατυπωθεί ανησυχίες σχετικά με τις πιθανές αρνητικές επιδράσεις και την ασφάλεια εφαρμογής των ΑΠΑ. Συγκεκριμένα σε νευρολογικές περιπτώσεις υπήρξαν ανησυχίες ότι οι μυϊκές ομάδες που εφαρμόζονταν οι ΑΠΑ, θα μπορούσαν να έχουν αρνητική επίδραση, αυξάνοντας την σπαστικότητα (Bobath, 1990). Ομοίως και σε μυοσκελετικές παθήσεις, οι σχετικά υψηλές δυνάμεις που απαιτούνται για την εφαρμογή των ασκήσεων, πιθανών να προκαλέσουν βλάβες όπως κατά την περίοδο πώρωσης των καταγμάτων (Horpenfeld & Murthy, 2000).

Γενικά οι ΑΠΑ λειτουργούν σε όλα τα συστήματα του οργανισμού και κάτω από προϋποθέσεις μπορούν να βελτιώσουν την ικανότητα των μυών να παράγουν δύναμη, ανάλογα δε με τον οργανισμό, ποικίλει η βελτίωση μπορεί να είναι από μέτρια σε σχετικά μεγάλη. Φαίνεται ότι η απόκριση των μυών στις ΑΠΑ να έχουν ένα ευρύ φάσμα συνθηκών. Η μεταβλητότητα στην απόκριση των μυών μπορεί να είναι

πιο σχετική με την ένταση της προπόνησης και την τήρηση του προγράμματος, παρά με την ειδική παθολογία της βλάβης.

Η προοδευτική άσκηση με αντίσταση μπορεί να έχει ευεργετική επίδραση σε επίπονες καταστάσεις, όπως στα άτομα τα οποία πάσχουν από οσφυαλγία ή με οστεοαρθρίτιδα. Επιπλέον, μπορεί να έχει ευεργετική επίδραση στην πίεση του αίματος, αν και λίγες μελέτες έχουν διεξαχθεί για τους συμμετέχοντες με την υπέρταση, ενώ παραμένει ασαφές η επίδραση στον Δείκτη Μάζας Σώματος και στην αερόβια ικανότητα (Taylor N et al, 2005).

Υπάρχουν ενδείξεις ότι οι βελτιώσεις στην ικανότητα να παράγουν δύναμη οι μύες, μπορεί να επιφέρει βελτίωση και στις καθημερινές δραστηριότητες. Γενικά όμως τα αποτελέσματα είναι μέτρια και υπάρχουν αρκετές αναφορές στη βιβλιογραφία, όπου σημαντικές βελτιώσεις σε καθημερινές δραστηριότητες δεν αποδείχθηκαν μετά από την εφαρμογή των ΑΠΑ.

Ένας βασικός στόχος της θεραπείας, είναι η βελτίωση της μυϊκής ισχύος ή της μυϊκής αντοχής, επειδή πιστεύεται ότι οι δύο αυτές ιδιότητες της απόδοσης των μυών, μπορεί να αποδίδονται καλύτερα κατά την εκτέλεση ασκήσεων μέσα σε λειτουργικά προτύπα (Anderson & Kearney, 1982; Adams et al, 1992).

Οι ΑΠΑ φαίνεται να έχουν εφαρμοστεί με ασφάλεια σε περιπτώσεις που έχουν ανάγκη από φυσικοθεραπευτική αποκατάσταση. Ο Dodd et al (2002) και ο Morris et al (2004), αναφέρουν συχνά μια παροδική ευαισθησία των μυϊκών ομάδων, στις οποίες εφαρμόζονται οι ΑΠΑ, που όμως δεν είναι απροσδόκητη η εμφάνισή τους μετά από έντονη δραστηριότητα. Συγκεκριμένα δεν αναφέρθηκε υπέρτονια ή δυσκαμψία σε ασθενείς με νευρομυϊκές παθήσεις, παρόλα αυτά το εύρος της τροχιάς της κίνησης μπορεί να σημειώσει βελτίωση.

Ομοίως δεν έχουν αναφερθεί επιπλοκές σε ασθενείς που έχουν υποβληθεί σε πρόσφατη χειρουργική σταθεροποίηση κατάγματος. Τέλος φαίνεται ότι υπάρχουν ελάχιστα στοιχεία που να υποστηρίζουν επίσημες συστάσεις ότι μπορεί οι ΑΠΑ να είναι ακατάλληλες, σε μερικές ομάδες ασθενών που συνήθως διαχειρίζονται οι φυσιοθεραπευτές. Θα πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι οι κλινικές δοκιμές είναι πιθανό να αποκλείουν ασθενείς με συνοδά νοσήματα (Murdoch et al, 2004).

Όπως αρχικά αναφέρθηκε η προοδευτική άσκηση αντοχής θα πρέπει να είναι σαφώς καθορισμένη. Οι κλινικοί ιατροί και οι φυσικοθεραπευτές στην προσπάθειά τους να μην προκαλέσουν βλάβες στους ασθενείς, μειώνουν το ποσοστό της

αντίστασης και μειώνουν μαζί με αυτό και την αποτελεσματικότητα του δυναμικού των ασκήσεων. Αυτό μπορεί εύκολα να διορθωθεί με την εξασφάλιση ότι η κόπωση που έχει επιτευχθεί, μετά από ένα μικρό αριθμό επαναλήψεων, έγινε αφού εφαρμόστηκε αντίσταση σε ποσοστό περισσότερο από 70% ή 80% της μέγιστης δύναμης του μυός. Σε εξαιρετικά δύσκολες καταστάσεις και προκειμένου να διατηρηθεί ένα ασφαλές περιβάλλον για τον ασθενή μπορεί να αρχίσει άσκηση σε χαμηλότερη ένταση (π.χ. 50% για 1-2 εβδομάδες) πριν από την αύξηση της έντασης της προπόνησης σε ένα πιο βέλτιστο φορτίο.

Τέλος η μελέτη των Eitzen et al (2010), έδειξε ότι ένα προοδευτικό πρόγραμμα αποκατάστασης διεξάγεται εντός ενός διαστήματος 5 εβδομάδων, με έμφαση στη έντονη προπόνηση αντίστασης και την εφαρμογή νευρομυϊκών ασκήσεων, οδήγησε σε σημαντική βελτίωση της λειτουργίας της άρθρωσης του γόνατος, σε πρώιμο στάδιο μετά από τραυματισμό του ΠΧΣ. Συγκεκριμένα προτείνεται να ενσωματωθεί μία βραχυπρόθεσμη περίοδος εντατικής άσκησης μετά από τον τραυματισμό, είτε πριν από την προγραμματισμένη χειρουργική αποκατάσταση είτε ως προετοιμασία για περαιτέρω συντηρητική αντιμετώπιση πριν επιστρέψει στην προ τραυματισμού δραστηριότητα.

Η προοδευτική άσκηση αντίστασης, φαίνεται να είναι μια ασφαλής και αποτελεσματική παρέμβαση για πολλούς ασθενείς με μυϊκά ελλείμματα δύναμης και συμβάλλει θετικά στις κινητικές διαταραχές τους. Η εφαρμογή ΑΠΑ στην πιο οξεία φάση της αποκατάστασης ή σε άτομα με εκφυλιστικές παθήσεις, απαιτεί μια πιο προσεκτική αξιολόγηση και μελέτη καθώς μπορεί να έχει αρνητικά αποτελέσματα (Taylor N et al, 2005).

Τα στοιχεία όμως που καθορίζουν την προοδευτικότητα των θεραπευτικών προγραμμάτων, δεν περιλαμβάνουν μόνο τις ΑΠΑ και τις χρησιμοποιούμενες τεχνικές. Τα όρια της προοδευτικότητας καθορίζονται από την διαδικασία επούλωσης και το βαθμό ελευθερίας που μας επιτρέπουν οι εκάστοτε μυοσκελετικές κακώσεις. Συγκεκριμένα το εύρος τροχιάς της κίνησης θα πρέπει να κινείται σε ασφαλή όρια και να καθορίζεται ανάλογα με το βαθμό της κάκωσης, την φάση της επούλωσης και τα όρια του πόνου.

Όσο αφορά τις αρθρώσεις η κινητοποίησή τους θα πρέπει να γίνεται παθητικά. Ο σκοπός αυτής της διαδικασίας, είναι να ερεθίσει την βιολογική δραστηριότητα και να γίνει μεταφορά του σηνοβιακού υγρού, το οποίο είναι ιδιαίτερα θρεπτικό για τους χόνδρους. Η αρθρική κίνηση διατηρεί το εύρος τροχιάς της κίνησης των αρθρώσεων

και μειώνει την δημιουργία συμφύσεων, σε περιπτώσεις εκτεταμένου μηχανικού περιορισμού συνέπεια τραυματισμού. Επίσης η εφαρμογή επικουρικής κινητοποίησης, η οποία περιλαμβάνει την κύλιση, την ολίσθηση και την στροφή σε άρθρικο επίπεδο, βελτιώνει κινητικές δυσχέρειες και διατηρεί το εύρος τροχιάς της κίνησης και κατεπέκταση η παραγωγή του σηνοβιακού υγρού αυξάνεται.

Η κινησιοθεραπεία προοδευτικά έχει στόχο, σε ότι αφορά τα προβλήματα των αρθρώσεων, εκτός από την αύξηση του εύρους τροχιάς της κίνησης της άρθρωσης και την μείωση του δευτερογενούς πόνου, συνέπεια των μηχανικών περιορισμών.

Σε περιπτώσεις *μυϊκών τραυματισμών*, με συνοδεία οξέως πόνου και δυσκαμψίας, το μυοτενόντιο σύνολο βρίσκεται σε αδράνεια. Έτσι από πλευράς κινησιοθεραπείας θα μπορούσαμε να εκμεταλλευτούμε τις διατάσεις, ώστε να διαταθεί η περιτονία και να απεγκλοβιστεί το μυοτενόντιο σύνολο.

Συνοψίζοντας η ευκαμψία και η ευλυγισία μπορούν να βελτιωθούν μέσα από προγράμματα άσκησης, με στόχο την αύξηση της κινητικότητας, σύμφωνα με οδηγίες του ACSM. (Πιν. 2.2).

<i>Συχνότητα</i>	≥2-3φορές/εβδομάδα έως καθημερινά (περισσότερα οφέλη)
<i>Ένταση</i>	διάταση στο πλήρες εύρος κίνησης (χωρίς πόνο)
<i>Διάρκεια</i>	10-30 δευτερόλεπτα/διάταση 30-60 δευτερόλεπτα/διάταση (μεγαλύτερα οφέλη) για ηλικιωμένα άτομα νευρομυϊκές διατατικές τεχνικές (PNF): 3-6 δευτερόλεπτα ισομετρική σύσπαση και στη συνέχεια 10-30 δευτερόλεπτα στατική διάταση
<i>Επαναλήψεις</i>	2-4 επαναλήψεις/άσκηση
<i>Ποσότητα</i>	συνολικός χρόνος 60 δευτερόλεπτα/άσκηση
<i>Προπονητικά Περιεχόμενα</i>	στατικές διατάσεις (ενεργητικές ή παθητικές) δυναμικές ή βαλλιστικές διατάσεις (σε ηλικιωμένα άτομα καλύτερα να αποφεύγονται) νευρομυϊκές διατατικές τεχνικές (PNF)
<i>Γενικές οδηγίες</i>	προθέρμανση (χαμηλή έως μέτρια αερόβια δραστηριότητα) πριν την έναρξη των διατατικών ασκήσεων

Πιν 2.2 Στοιχεία επιβάρυνσης με στόχο την αύξηση της κινητικότητας. Τροποποιημένο απο ACSM.

Στο στάδιο της μέτριας προστασίας θα πρέπει να σημειωθεί πως θα πρέπει να ξεκινήσει μια ήπια φόρτιση του τραυματισμένου ιστού, η οποία θα είναι ανάλογη με την εμβιομηχανικές του ιδιότητες, σε ελάχιστο επίπεδο. Η προοδευτικότητα σε φορτίσεις έλξεις, συμπίεσης και στροφής ενδυναμώνουν τα παθητικά στοιχεία μιας άρθρωσης όπως είναι οι τένοντες, οι συνδέσμοι αλλά και τα οστά.

Σύμφωνα με την ACSM σε ενήλικες και κυρίως σε ηλικιωμένα άτομα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη διατήρηση της κινητικότητας της άρθρωσης του κορμού, του αυχένα και του ισχίου (ACSM 1998; ACSM 2000).

Επιπροσθέτως, στην δεκαετία του 1980 εξαπλώθηκε σημαντικά ο έλεγχος της δύναμης ισοκινητικά. Η ιδέα της ισοκίνησης αναπτύχθηκε από τον James Perrine στα τέλη της δεκαετίας του 1960. Από τότε μέχρι σήμερα παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση στη χρήση της ισοκίνησης για λόγους αποκατάστασης, ελέγχου επιδόσεων και φυσικής κατάστασης. Αποτελεί ίσως την ασφαλέστερη μέθοδο φόρτισης ενός μυός, εξαιτίας του γεγονότος ότι η ταχύτητα είναι σταθερή και η αντίσταση πλήρως προσαρμοζόμενη.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της ισοκινητικής άσκησης είναι η ικανότητα μέγιστης εξάσκησης σε διάφορες ταχύτητες, ανάλογα με το μηχάνημα, για την προσομοίωση μέσα από αυτό σε λειτουργικές δραστηριότητες (Wyatt & Edwards, 1981).

Το ισοκινητικό δυναμόμετρο δίνει την δυνατότητα σύγκεντρης και έκκεντρης αντίστασης. Σε αντίθεση με τις ισοτονικές ασκήσεις, όπου ο μυς φορτίζεται μέγιστα μόνο στη θέση που είναι πιο αδύναμος, οι ισοκινητικές ασκήσεις φορτίζουν στο μέγιστο το μυ και σε όλο το εύρος της κίνησης.

Επειδή υπάρχει η δυνατότητα εξάσκησης σε συγκεκριμένες ταχύτητες μπορούν να γίνουν συγκρίσεις αναφορικά με τα πλεονεκτήματα σε αργές ή γρήγορες ταχύτητες. Η ερευνητική αρθρογραφία φαίνεται να υποδεικνύει ότι η αύξηση της δύναμης κατά την εξάσκηση σε αργές ταχύτητες, περιορίζεται σχετικά στην ταχύτητα που χρησιμοποιήθηκε κατά την εξάσκηση. Οι γρήγορες ταχύτητες σε αντίθεση, παρουσίασαν ελάχιστη υπερτροφία που επηρέασε μόνο τις ίνες ταχείας συστολής (Coyle et al, 1981). Η αύξηση της νευρομυϊκής αποδοτικότητας, που οφείλεται στην καλύτερη απόδοση των κινητικών μονάδων, είναι εφικτή με την εξάσκηση σε αργές ταχύτητες (Wyatt & Edwards, 1981).

Τέλος στα τελευταία στάδια του προγράμματος αποκατάστασης ενσωματώνεται η πλειομετρική προπόνηση, η οποία αναφέρεται και ως αντιδραστική νευρομυϊκή εξάσκηση. Η πλειομετρική προπόνηση περιλαμβάνει συγκεκριμένες ασκήσεις, οι οποίες εμπεριέχουν μια γρήγορη διάταση του μυός πλειομετρικά, την οποία ακολουθεί άμεσα μια γρήγορη μειομετρική συστολή του μυός για την διευκόλυνση και την ανάπτυξη μιας δυνατής εκκρηκτικής κίνησης σε σύντομο χρονικό διάστημα (Chu, 1999).

Τα πλεονεκτήματα αυτών των προγραμμάτων είναι ότι αναπτύσσουν τα ελαστικά στοιχεία του μυός και επομένως ενδείκνυται για την βελτίωση της ελαστικότητας.

Περιλαμβάνει άλματα, αναπηδήσεις, τρέξιμο με τα πόδια ανοιχτά δεξιά και αριστερά από μια γραμμή, απότομο σταμάτημα, πλάγια κοψίματα, τρέξιμο σε κύκλους, σε οχτάρια, απότομο ξεκίνημα και σταμάτημα, αλλαγές κατεύθυνσης και τέλος διάφορους συνδυασμούς των προηγούμενων δεξιοτήτων καθώς και χρήση ειδικού βοηθητικού εξοπλισμού.

Το πρόγραμμα της πλειομετρικής προπόνησης μπορεί να διαμορφωθεί βάσει αρκετών μεταβλητών :

- κατεύθυνση της κίνησης του σώματος
- βάρος του αθλητή
- εξωτερική φότιση
- ένταση
- όγκος άσκησης
- προπονητική ηλικία
- αποθεραπεία

Σημαντικό όμως είναι πριν την έναρξη των πλειομετρικών ασκήσεων, να γίνει μια συνοπτική εμβιομηχανική εξέταση και μία σειρά λειτουργικών δοκιμασιών, για τον εντοπισμό πιθανών αντενδείξεων και προφυλάξεων, αλλά και να γίνεται αυστηρή εφαρμογή της προοδευτικής κλιμάκωσης της προπόνησης, για την αποφυγή πρόκλησης μυϊκών κακώσεων ή μυϊκού πόνου.

Σε ότι αφορά τις συντονιστικές ικανότητες (π.χ. ισορροπία), έχουν εκδοθεί κατευθυντήριες οδηγίες για το σχεδιασμό προγραμμάτων άσκησης, υγιών ενηλίκων ατόμων σύμφωνα με το ACSM (ACSM, 2009; ACSM, 2011), (Πιν. 2.3).

Συχνότητα	≥2-3 φορές/εβδομάδα
Διάρκεια	≥20-30 λεπτά/ημέρα
Προπονητικά Περιεχόμενα	κινητικές δεξιότητες (ισορροπία, ευκινησία, συναρμογή κ.α.) ασκήσεις ενδυνάμωσης ασκήσεις ισορροπίας (ισορροπία στο ένα πόδι, ισορροπία με κλειστά μάτια κ.α.) εναλλακτικές μορφές άσκησης (π.χ. taiji, yoga κ.α.).

Πιν 2.3 Στοιχεία επιβάρυνσης τις συντονιστικές ικανότητες υγιών ενηλίκων ατόμων. Τροποποιημένο απο ACSM.

Συμπερασματικά τα μακροχρόνια προγράμματα μπορεί να αποδειχθούν πολύ λιγότερο δαπανηρά σε κόστος υγειονομικής περίθαλψης και περισσότερο επωφελής, σχετικά με την ποιότητα ζωής, παρά να γίνονται αποδεκτές οι δευτερογενείς επιπλοκές, οι οποίες απαιτούν μεγαλύτερα κόστη αποκατάστασης και επιβάλλουν στους ασθενείς να απουσιάζουν για μεγάλα διαστήματα από την εργασία τους.

2.2 Εξειδίκευση του κινησιοθεραπευτικού προγράμματος

Τα αποτελέσματα της εξειδίκευσης της μυϊκής δύναμης και της αντοχής, είναι αυτά που καθορίζουν την απόδοση του αθλητή και είναι ανάλογα της φύσης και των ιδιομορφιών του αθλήματος. Σημαντική όμως είναι η γνώση και η αναφορά στα ενεργειακά συστήματα πριν ξεκινήσουμε την ανάλυση της εξειδίκευσης, έτσι ώστε να γίνεται κατανοητή η ιδιαιτερότητα του κάθε αθλήματος αλλά και ποιές ενεργειακές δαπάνες χρησιμοποιεί ο κάθε αθλητής.

Ενεργειακά συστήματα – Μυϊκές ίνες

Η μυϊκή συστολή απαιτεί ενέργεια και οι μύες μετατρέπουν τη χημική ενέργεια σε μηχανικό έργο. Βασική πηγή ενέργειας είναι το ATP (Αδενοσίνη-PO₃~PO₃~PO₃), με

την απομάκρυνση της πρώτης φωσφορικής ρίζας μετατρέπει το ATP σε διφωσφορική αδενοσίνη (ADP), ενώ η απομάκρυνση της δεύτερης ρίζας μετατρέπει το ATP σε μονοφωσφορική αδενοσίνη AMP. Επειδή όμως τα αποθέματα του μυός σε ATP είναι σχετικά μικρά απαιτείται επανασύνθεση του ATP μέσα από ειδικές βιοσυνθετικές οδούς, οι οποίες περιγράφονται αμέσως παρακάτω.

Τρία είναι τα μεταβολικά συστήματα που συνεργάζονται για την παραγωγή έργου στο μυϊκό σύστημα. Το σύστημα των φωσφορικών ενώσεων, με τους μηχανισμούς της φωσφοροκρεατίνης και το ATP να το χαρακτηρίζουν, το σύστημα γλυκογόνου-γαλακτικού και τέλος το αερόβιο σύστημα.

Η φωσφοροκρεατίνη (Κρεατίνη~PO₃⁻) είναι μια ένωση με δεσμούς υψηλής ενέργειας, περισσότερη και από το ATP. Ένα χαρακτηριστικό της μεταφοράς ενέργειας από φωσφοροκρεατίνη σε ATP, είναι ότι γίνεται μέσα σε μικρό κλάσμα του δευτερολέπτου. Οι ενώσεις αυτές μαζί μπορούν να εξασφαλίσουν δύναμη για 8-10 sec. Έτσι η ενέργεια που προέρχεται από το σύστημα των φωσφορικών ενώσεων χρησιμοποιείται για σύντομες εφαρμογές μέγιστης μυϊκής δύναμης, το οποίο σημαίνει πως είναι χρήσιμο σε δραστηριότητες όπου υπάρχει ανάγκη μιας εκρηκτικής δύναμης, όπως είναι οι ανάγκες των sprinter ή των αρσηβαριστών.

Στους μύες γίνεται εναποθέση γλυκογόνου, η οποία μπορεί να μετατραπεί σε γλυκόζη και να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας. Η αρχική φάση αυτής της διαδικασίας ονομάζεται γλυκόλυση και ολοκληρώνεται χωρίς την παρουσία οξυγόνου. Με την γλυκόλυση κάθε μόριο γλυκόζης διασπάται σε δύο μόρια πυροσταφυλικού οξέος, απελευθερώνοντας ενέργεια για το σχηματισμό μερικών μορίων ATP. Το πυροσταφυλικό οξύ στη συνέχεια εισέρχεται στα μιτοχόνδρια για τη δημιουργία περισσότερων μορίων ATP και το υπόλοιπο μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ. Το πλεονέκτημα αυτού του συστήματος είναι ότι μπορεί να δημιουργήσει ATP χωρίς τη χρήση οξυγόνου 2,5 φορές πιο γρήγορα από το αερόβιο σύστημα. Το σύστημα γλυκογόνου-γαλακτικού οξέος μπορεί να εξασφαλίσει 1,3-1,6 min μέγιστης μυϊκής δραστηριότητας, επιπλέον των 8-10 sec που εξασφαλίζει το σύστημα των φωσφορικών ενώσεων.

Τέλος με τον όρο αερόβιο σύστημα αναφερόμαστε στην οξειδωση των συστατικών της τροφής στα μιτοχόνδρια για την παραγωγή ενέργειας. Όταν δηλαδή η γλυκόζη, τα λιπαρά οξέα και τα αμινοξέα συνδέονται με το οξυγόνο, απελευθερώνοντας μεγάλα ποσοστά ενέργειας. Όσο διαρκούν τα αποθέματα αυτού του συστήματος μπορεί να εξασφαλίζεται μυϊκή δραστηριότητα. Άρα είναι προφανές πώς το σύστημα με την

ταχύτερη παραγωγή ενέργειας είναι το σύστημα των φωσφορικών ενώσεων, ενώ αυτό με τη μεγαλύτερη αυτονομία είναι το αερόβιο (Gyton, 1998).

Σε ότι αφορά την αερόβια ικανότητα δίδονται οδηγίες για το σχεδιασμό προγραμμάτων άσκησης, με στόχο τη βελτίωση της λειτουργίας του καρδιοαναπνευστικού συστήματος των υγιών ενηλίκων ατόμων (ACSM, 2009; ACSM, 2011; ACSM & AHA, 2007a; ACSM & AHA, 2007b), (Πιν. 2.4).

<i>Συχνότητα</i>	<p>≥5 φορές/εβδομάδα μέτριας έντασης άσκηση</p> <p>≥3 φορές/εβδομάδα υψηλής έντασης άσκηση</p> <p>≥3-5 φορές/εβδομάδα συνδυασμός μέτριας και υψηλής έντασης άσκηση</p>
<i>Ένταση</i>	<p>μέτρια ή/και υψηλή ένταση για τους περισσότερους ενήλικες</p> <p>χαμηλή έως μέτρια ένταση (σε πολύ αρχάρια ή σε ηλικιωμένα άτομα στην αρχή)</p>
<i>Διάρκεια</i>	<p>30-60 λεπτά/ημέρα (150min/εβδομάδα) μέτριας έντασης άσκηση</p> <p>20-60 λεπτά /ημέρα (75min/εβδομάδα) υψηλής έντασης άσκηση</p> <p><20 λεπτά /ημέρα (<150min/εβδομάδα) σε πολύ αρχάρια άτομα</p>
<i>Μέθοδος Προπόνησης</i>	<p>συνεχόμενη μέθοδος προπόνησης</p> <p>διαλειμματική μέθοδος προπόνησης (συνήθως περιόδους ≥10 λεπτά ή/και <10 λεπτά σε πολύ αρχάρια ή ηλικιωμένα άτομα στην αρχή)</p>
<i>Προπονητικά Περιεχόμενα</i>	<p>δραστηριότητες που γυμνάζουν μεγάλες μυϊκές ομάδες (π.χ. κολύμπι, χορός κ.α.)</p> <p>σε ηλικιωμένα άτομα προτιμώνται δραστηριότητες που δεν προκαλούν μεγάλους κραδασμούς:</p> <p>το περπάτημα αποτελεί τη δημοφιλέστερη μορφή δραστηριότητας για ηλικιωμένα άτομα,</p> <p>επιπρόσθετα η άσκηση στο νερό (aquatic exercises), καθώς και το ποδήλατο αποτελούν ιδανικές μορφές άσκησης για ηλικιωμένα άτομα που δεν μπορούν να συμμετέχουν σε δραστηριότητες με μεταφορά βάρους (πχ. τρέξιμο κ.α.)</p>

Πιν 2.4 Βελτίωση της λειτουργίας του καρδιοαναπνευστικού συστήματος υγιών ενηλίκων ατόμων. Τροποποιημένο από ACSM.

Ενεργειακά συστήματα	Διάφορα αθλήματα
Σύστημα φωσφορικών ενώσεων – σχεδόν αποκλειστικά	Δρόμος 100m Άλμα Άρση βαρών Κατάδυση Τρέξιμο στο ποδόσφαιρο
Συστήματα φωσφορικών ενώσεων και γλυκογόνου-γαλακτικού οξέος	Δρόμος 200m Καλαθοσφαίριση Τρέξιμο στο μπέιζμπολ Τρέξιμο στο χόκεϊ στον πάγο
Σύστημα γλυκογόνου-γαλακτικού οξέος - κυρίως	Δρόμος 400m Κολύμβηση 100m Τένις Ποδόσφαιρο
Σύστημα γλυκογόνου-γαλακτικού οξέος και αερόβιο σύστημα	Δρόμος 800m Κολύμβηση 200m Πατινάζ 1500m Δρόμος 1 mile Κολύμβηση 400m
Αερόβιο σύστημα	Πατινάζ 10.000m Αγώνες σκι Μαραθώνιος (42.2 km) Τζόκινγκ

Πιν. 2.5 Ενεργειακά συστήματα χρησιμοποιούμενα σε διάφορα αθλήματα- Τροποποιημένο από Gyton.

Εκτός όμως από την επιλογή των ενεργειακών συστημάτων, ένας άλλος παράγοντας μυϊκής απόδοσης, είναι το είδος των μυϊκών ινών που ενεργοποιούνται. Όλοι οι μύες του σώματος περιέχουν σε διάφορες αναλογίες, μυϊκές ίνες βραδείας και ταχείας συστολής. Οι μυϊκές ίνες ταχείας συστολής μπορούν να καταβάλλουν πολλή μεγάλη δύναμη για διάστημα λίγων δευτερολέπτων, μέχρι περίπου 1 min. Αντιθέτως οι βραδείας συστολής παρέχουν αντοχή καταβάλλοντας παρατεταμένη δύναμη συστολής για πολλά λεπτά έως ώρες.

Οι αθλητικές ικανότητες καθορίζονται γενετικά, δυστυχώς όμως δεν αποδεικνύεται ότι η προπόνηση μπορεί να μεταβάλλει τις σχετικές αναλογίες των μυϊκών ινών (Gyton, 1998) (Πιν.2.5).

Αρχή της εξειδίκευσης

Οι νευρομυϊκές προσαρμογές και οι ικανότητες που τις συνοδεύουν, είναι εξειδικευμένες ως προς τα ερεθίσματα της προπονητικής αντίστασης. Η προπόνηση αντίστασης καθαυτή δεν προκαλεί γενικές προσαρμογές στη δομή και λειτουργία του μυός, αλλά εξειδικευμένες ανάλογα με την μυϊκή δράση κατά την προπόνηση (Κλεισούρας, 2004).

Με την ισομετρική προπόνηση παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση στην μέγιστη ισομετρική δύναμη και σημαντική βελτίωση στην μυϊκή δύναμη με υπερμέγιστες ταχύτητες, αλλά καμία επίδραση στην μέγιστη ταχύτητα συστολής ή στη δύναμη σε υψηλές ταχύτητες. Αντίθετα, με μειομετρική προπόνηση, όπου η επιβάρυνση ήταν 30% της μέγιστης ισομετρικής δύναμης, παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση στην ταχύτητα συστολής και σημαντική βελτίωση στην μυϊκή δύναμη σε υψηλές ταχύτητες, ενώ σε χαμηλές ταχύτητες η βελτίωση ήταν ασήμαντη (Kaneko et al, 1983).

Σύμφωνα με την αρχή της εξειδίκευσης της εκπαίδευσης, οι βελτιώσεις που αφορούν ειδικά τον τρόπο με τον οποίο συμπληρώνεται η εκπαίδευση, δεν αναμένει απαραίτητως βελτιώσεις στην ικανότητα παραγωγής μυϊκής δύναμης, αλλά μπορεί να μεταφράζεται με μια βελτιωμένη ικανότητα του ασθενή στο να εκτελεί τις καθημερινές δραστηριότητες (Taylor N et al, 2005).

Έρευνες των Alcevedo & Goldfarb (1989) και του Beneke et al (1993), καταδεικνύουν πως το είδος της προπόνησης ποικίλει μεταξύ των ενεργειακών συστημάτων. Για να υπάρξει η μέγιστη απόδοση στο άθλημα, η προπόνηση θα

πρέπει να μιμείται τις αερόβιες ανάγκες του συγκεκριμένου αθλήματος. Μέγιστο σημείο γαλακτισμού έχει οριστεί το σημείο που επέρχεται η κόπωση στον αθλητή και αυτό το σημείο είναι εξατομικευμένο για κάθε αθλητή, αλλά και χρήσιμο για τον καθορισμό της προπονητικής άσκησης. Όταν λέμε πως πρέπει η επιβάρυνση στην προπόνηση να μιμείται τις συνθήκες του αγώνα, εννοούμε πως θα πρέπει να μιμείται τους τρεις τρόπους παραγωγής ενέργειας κατά την προπόνηση, ώστε να του προσφέρει την μέγιστη απόδοση. Αυτή είναι και η σημασία της αερόβιας προπόνησης, η αύξηση της απόδοσης εκπαιδύοντας τον αθλητή σε συνθήκες προσομοιασμένες στις αερόβιες ανάγκες του αθλήματος.

Στην μελέτη του Bell et al (1989), οι κολυμβητές κατηγοριοποιήθηκαν σε τρεις ομάδες εκγύμνασης, στο ισοκινητικό δυναμόμετρο. Μια ομάδα μεγάλης ταχύτητας εκγύμνασης, μια άλλη ομάδα μικρής ταχύτητας εκγύμνασης και τέλος μια ελεύθερης ταχύτητας. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν ότι απλές δραστηριότητες κατά την προπόνηση, δεν μπορούν να επιφέρουν μεγάλες αλλαγές στην απόδοση σύνθετων δραστηριοτήτων, υποστηρίζοντας έτσι την αρχή της εξειδίκευσης.

Τα γενικά προγράμματα αποκατάστασης είναι ωφέλιμα έτσι ώστε να βελτιωθεί η φυσική κατάσταση του αθλητή, χωρίς να παρέχει πάνω από ένα επίπεδο περαιτέρω απόδοση και συγκεκριμένα την μέγιστη απόδοση. Η κατάρτιση έχει συγκεκριμένο στόχο και σημαντικό ρόλο εδώ παίζει η επαναληπτικότητα των ασκήσεων και των διαλλειμάτων. Επίσης η άσκηση θα πρέπει να πραγματοποιείται στα όρια του επιπέδου κόπωσης, μιμούμενη την τεχνική και της ανάγκες του κάθε αθλήματος (Stegeman, 1981).

Ακολουθώντας μία άλλη έρευνα η οποία υποστηρίζει την αρχή της εξειδίκευσης, μελέτησε τα πρωτόκολλα προπόνησης σε αθλητές κολύμβησης, για 10 εβδομάδες, σε 2 ομάδες εκγύμνασης. Στην πρώτη ομάδα προπονήθηκαν με κλασική προπόνηση, ενώ στην δεύτερη με ισοκινητικό δυναμόμετρο POP. Τα ευρήματα έδειξαν πως με την κλασική προπόνηση οι κολυμβητές βελτίωσαν τις επιδόσεις ισχύος τους κατά 3,3%, της ταχύτητας 3,4% και της δύναμης 7% και βελτίωσαν τους χρόνους απόδοσης στα 50, 100 και 200 m κολύμβησης, σε αντίθεση με τους αθλητές που προπονήθηκαν με το POP βελτίωσαν μόνο το χρόνο απόδοσης στα 100 m κολύμβησης (Toussainat & Vervoorn, 1990).

Σε ότι αφορά την αναερόβια προπόνηση διαφαίνεται πως βελτιώνει την ρυθμιστική ικανότητα των μυών, σε αντίθεση με την αερόβια προπόνηση η οποία δεν ενισχύει τόσο την ικανότητα των μυών, έτσι ώστε να ανεχθούν δραστηριότητες ταχύτητας. Για

παράδειγμα η άσκηση τύπου sprint είναι αναερόβια από τη φύση της, μέρος της ενέργειας που χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια περιόδων παρατεταμένης ταχύτητας προέρχεται από την οξειδωση, οπότε η αερόβια ικανότητα των μυών μπορεί να αυξηθεί με αυτόν τον τύπο προπόνησης (Noakes, 1986). Σε αντίθεση με την προπόνηση αθλητών μαραθωνοδρόμων, με άσκηση τύπου sprint δεν ανέδειξε κανένα όφελος (Velikorodnih et al, 1986).

Μελέτες όμως δείχνουν, χωρίς να αναιρείται η αρχή της εξειδίκευσης, ότι κάποια βελτίωση της μυϊκής δύναμης και ισχύος, μπορεί να σημειωθεί και σε ταχύτητες χαμηλότερες ή υψηλότερες από την ταχύτητα στην οποία έγινε η προπόνηση (Kanehisa & Miyashita, 1983). Η πιο αποτελεσματική όμως ταχύτητα προπόνησης αντίστασης, στην μεταφορά αυτήν των προσαρμογών, φαίνεται να είναι μία ενδιάμεση ταχύτητα (Fleck & Kraemer, 2004). Ως μέσο πλάγιας προπόνησης – *Cross Training* μπορεί να χρησιμοποιηθεί το τρέξιμο σε ενδιάμεσες ταχύτητες, το στατικό ποδήλατο και το ισοκινητικό δυναμόμετρο.

Μία άλλη διατύπωση είναι πώς όταν έχουμε ένα ποσοστό εξειδίκευσης σε ένα συγκεκριμένο άθλημα, τότε τα αποτελέσματα της εξειδίκευσης αυτής μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε ένα άλλο παραμφερές άθλημα. Για παράδειγμα τα αερόβια οφέλη του τρεξίματος για 100 ώρες άσκησης είναι όμοια με εκείνα των 10 ωρών στην ποδηλασία. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε τραυματικές καταστάσεις ως μία συμπληρωματική προπόνηση, η οποία δεν θα επιβαρύνει την τραυματισμένη περιοχή του αθλητή, έτσι ώστε να διατηρηθεί η φυσική κατάσταση του αθλητή κατά την περίοδο της αποκατάστασης μυοσκελετικών κακώσεων και η βελτίωση της δύναμης (Rushall Thoughts, 1992).

Συμπερασματικά η απόδοση της δύναμης, της ισχύος και της αντοχής είναι μοναδικές για κάθε άθλημα και οι μυϊκές ομάδες μιμούνται μόνο μέσω της προπόνησης τις πραγματικές συνθήκες του αθλήματος. Οποιαδήποτε γενικής φύσεως προπόνηση είναι ευεργετική μόνο σε περιπτώσεις αποκατάστασης και πρόληψης τραυματισμών.

Μυϊκή συνέργεια

Προκειμένου να γίνει κατανοητή κάθε ανάλυση μυϊκού συστήματος σε συνάρτηση με τον αθλητισμό, θα ήταν δόκιμο να αναφερθούμε στον κινητικό έλεγχο, ο οποίος πραγματεύεται αφ' ενός την σταθεροποίηση του σώματος στο χώρο και αφ' ετέρου

την κίνηση του σώματος στο χώρο, συμπεριλαμβάνει δηλαδή τον έλεγχο της στάσης και της ισορροπίας σε σχέση με την κίνηση.

Δυστυχώς ο κινητικός έλεγχος από μόνος του είναι παραπλανητικός, καθώς η κίνηση αρχίζει από την αλληλεπίδραση πολλών διαδικασιών, συμπεριλαμβανομένης της αντιληπτικής, της γνωστικής και της κινητικής πορείας. Πολλές θεωρίες έχουν αναπτυχθεί σχετικά με τον τρόπο με το οποίο ο εγκέφαλος ελέγχει την κίνηση.

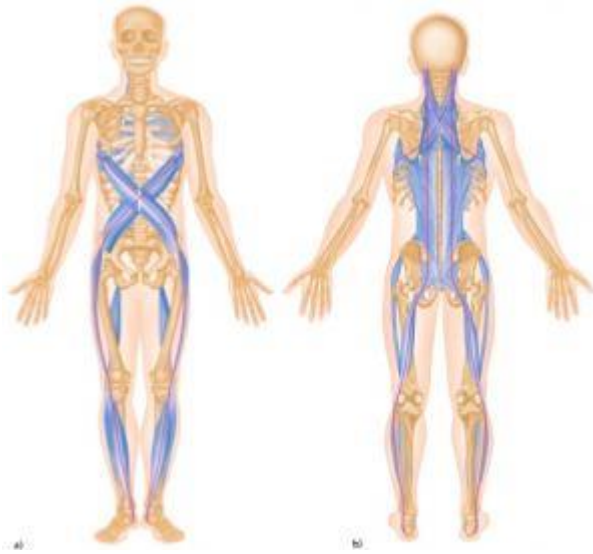
Ο νευροφυσιολόγος Nicolai Bernstein αναγνώρισε πως δεν είναι δυνατό να κατανοήσει κανείς το νευρικό έλεγχο της κίνησης, χωρίς προηγουμένως να αναλύσει τα χαρακτηριστικά του συστήματος που κινεί τις εξωτερικές και τις εσωτερικές δυνάμεις που ενεργούν στο σώμα. Υποστηρίζει επίσης πως ότι ο έλεγχος της ολοκληρωμένης κίνησης προφανώς μοιράζεται σε πολλά αλληλεπιδρώντα συστήματα που συνεργάζονται προκειμένου να επιτευχθεί η κίνηση. Σε ένα σώμα με πολλούς βαθμούς ελευθερίας που πρέπει να ελεγχθούν, ο συντονισμός της κίνησης θα πρέπει να είναι μια διαδικασία καθοδήγησης των ανεπάλληλων και υπεράριθμων αυτών βαθμών ελευθερίας. Υπέθεσε λοιπόν ότι ο ιεραρχικός έλεγχος υπάρχει για να απλοποιεί τον έλεγχο των πολλαπλών βαθμών ελευθερίας του σώματος.

Κατά τον τρόπο αυτό τα ανώτερα επίπεδα του νευρικού συστήματος ενεργοποιούν τα κατώτερα, τα οποία με την σειρά τους ενεργοποιούν ομάδες μυών ή συνέργειες, για να δράσουν ως μια ομάδα. Οι συνέργειες παίζουν σημαντικό ρόλο στην επίλυση του προβλήματος των βαθμών ελευθερίας και επιτυγχάνεται με τον εξαναγκασμό συγκεκριμένων μυών σε συνεργασία να να επρόκειτο για μια μονάδα (Shumway-Cook A & Woollacott, 2000).

Στο σημείο αυτό τονίζεται ιδιαίτερα η σημασία της κατανόησης του σώματος ως ενός μηχανικού συστήματος, καθώς έτσι μόνο μπορούμε να αξιολογήσουμε τις συμπεριφορές και τις επιδόσεις των αθλητών σε κάθε περίπτωση τραυματισμού. Η αξιολόγηση και η θεραπεία θα πρέπει να επικεντρώνεται όχι μόνο στις βλάβες των μεμονωμένων συστημάτων, αλλά και στην επίδραση των αλληλεπιδρώντων βλαβών μεταξύ των συστημάτων.

Συγκεκριμένα για την οσφυϊκή μοίρα με τη βοήθεια ΗΜΓ μελετών, διατυπώθηκαν κάποια σημαντικά συμπεράσματα για τον τρόπο και την μηχανική που χρησιμοποιεί το σώμα κατά την κίνηση. Η μελέτη έδειξε πως με την σύσπασση του δελτοειδή υπήρξε συγχρόνως και ενεργοποίηση στους κοιλιακούς μύες, με πρωταγωνιστή τον εγκάρσιο κοιλιακό, ο οποίος λειτουργεί ως κύριος σταθεροποιητής της ΟΜΣΣ. Αυτό

βοηθάει στο να πραγματοποιηθεί η κίνηση με όσο το δυνατόν καλύτερη ακρίβεια και ασφάλεια (Moselev et al, 2002; Richardson et al, 2004) (Εικ. 1.4).



Εικ. 2.1. Ζεύγη δυνάμεων

Επίσης οι ερευνητές Hides et al (2006) και Barker et al (2005), ανέλυσαν την λειτουργικότητα των κοιλιακών μυών και την εμφάνιση μυϊκού πόνου στην οσφύ. Ομοίως και αυτοί υποστήριξαν πώς ο εγκάρσιος κοιλιακός είναι σημαντικός σταθεροποιός μύς, όπως και ο έσω λοξός κοιλιακός. Υποστηρίζεται ακόμη πως ο ψωίτης, ο οποίος δρα φασικά και πρέπει να λειτουργεί σε συνεργασία με τους υπόλοιπους κοιλιακούς μύες, χρειάζεται να είναι ενδυναμωμένος ανάλογα με τις απαιτήσεις του αθλήματος. Ενώ αδυναμίες που έχουν καταγραφεί στον πολυσχιδή, μπορεί να επιφέρουν προβλήματα στην σταθερότητα της σπονδυλικής στήλης.

Στην άρθρωση του ισχίου δρουν συνεχώς κατά την διάρκεια της άθλησης ζεύγη δυνάμεων, δημιουργώντας πρότυπα κίνησης όπως είναι λογικό. Ο περιορισμός της έσω κυρίως στροφής και της έξω, δημιουργούν μυϊκές ανισορροπίες στα ισχία. Όταν η έσω στροφή μειώνεται υπερβολικά σε σχέση με την έξω των ισχίων, ενδέχεται κατά μεγάλο ποσοστό να παρουσιαστεί πόνος στην οσφύ. (Ellison et al, 1990; Murray et al, 2009).

Ομοίως μία 2ετή καταγραφή σε αθλητές του NBA απέδειξε πως η καλύτερη απόδοση συνδέεται με την ύπαρξη ενός πιο σταθερού κορμού, σε αθλητές με μεγαλύτερη κινητικότητα στα ισχία και ικανότητα διατήρησης του άλματος (McGill et al, 2012).

Η σημασία βελτίωσης των μυικών ανισορροπιών στην πύελο, έγκειται στην ενεργοποίηση των ζεύγων δυνάμεων. Οι Hyngeford et al (2003) και Nadler et al (2001), ανέδειξαν πως η καθυστέρηση ενεργοποίησης των γλουτιαίων, του εγκάρσιου κοιλιακού και του πολυσχιδούς, είναι ένας σημαντικός λόγος για εμφάνιση πόνου στην οσφύ.

Η σπουδαιότητα της ιδιοδεκτικότητας στη λειτουργικότητα, τη σταθερότητα και την πρόληψη τραυματισμών της άρθρωσης του γόνατος, έχει μελετηθεί σε βάθος (Barrett, 1991; Aune et al, 1995). Όπως επίσης έχουν γίνει ιδιαίτερες αναφορές και για στον πρόσθιο χιαστό σύνδεσμο και σε πιθανά ελλείμματα του, τα οποία οφείλονται σε μειωμένη ιδιοδεκτικότητα (Risberg et al, 2007; Katayama et al, 2004).

Οι σύνδεσμοι που βρίσκονται στην άρθρωση περιέχουν υποδοχείς αισθητικών πληροφοριών, οι οποίοι επιτρέπουν τη μετάδοση πληροφοριών κατά μήκος του ΚΝΣ και συμβάλλουν στην ενεργοποίηση των παρακείμενων μυών, επιτρέποντας την ομαλή και συντονισμένη κίνηση της άρθρωσης (Fischer-Rasmussen & Jensen, 2000).

Ο τραυματισμός στα συνδετικά στοιχεία της άρθρωσης, πιθανά καταστρέφει τους κεντρομόλους μηχανοϋποδοχείς, προκαλώντας διάσπαση του ιδιοδεκτικού μηχανισμού. Οι πιο πολλές από τις στατικές και δυναμικές στηρικτικές δομές της άρθρωσης, έχουν ιδιοδεκτικούς ρόλους στη λειτουργικότητα του γόνατος. Ερευνητές υποστηρίζουν ότι, υπάρχει συνέργια μεταξύ των στατικών σταθεροποιητών και της δράσης των μυών του μηρού για τη διατήρηση της σταθερότητας στην άρθρωση (Lephart et al, 1998). Συνεπώς, η μυϊκή δραστηριότητα πιστεύεται ότι παίζει σημαντικό ρόλο στη σταθερότητα αλλά και στην πρόληψη τραυματισμών.

Σύμφωνα με τον Powers et al (2003), η εμφάνιση του επιγονατιδομηριαίου πόνου είναι αποτέλεσμα της μη σωστής εμβιομηχανικής λειτουργίας του μηριαίου, η οποία επηρεάζεται από ανισορροπίες δυνάμεων. Ταυτόχρονα σε αυτή την εμβιομηχανική επιδρούν, η εγκύς σταθερότητα της λεκάνης και η λειτουργία της ΠΔΚ.

Η εμφάνιση του επιγονατιδομηριαίου πόνου είναι πιο πιθανή σε άτομα με μειωμένη δύναμη στους απαγωγούς του ισχίου και με βραχυσμένο τον γαστροκνήμιο και τον υποκνημίδιο (Ireland et al, 2003; Piva et al, 2005).

Τέλος σε καταγραφές που έγιναν με τη βοήθεια ΗΜΓ στον μέσο γλουτιαίο και στους περονιούς ανέδειξαν συσχέτιση με τα διαστρέματα της ΠΔΚ. Για την ακρίβεια, σε μειωμένη δύναμη στην απαγωγή του ισχίου και με μειωμένη ταχύτητα δραστηριοποίησης των περονιών, δημιουργούνται συνθήκες αστάθειας και κατά

συνέπεια διαστρέματος (Beckman & Buchanan, 1995; Friel, 2006). Συμπληρωματικά σε μια έρευνα του Fujji et al (2010), κατέγραψε αύξηση των διαστρεμάτων της ΠΔΚ, όταν συνυπάρχει μειωμένο εύρος τροχιάς της κίνησης στην ραχιαία κάμψη της ΠΔΚ.

Σύμφωνα με τα παραπάνω και αφού κατανοήσουμε την έννοια της μυϊκής συνέργειας και την αξία της σωστής αξιολόγησης, καταλλήγουμε πως η εξατομικευμένη κινησιοθεραπεία μπορεί να συμβάλλει στην αποφυγή τραυματικών καταστάσεων αλλά και να βελτιώσει την απόδοση εάν πρόκειται για αθλητή.

3. Συμπεράσματα

Η αποκατάσταση των μυοσκελετικών κακώσεων δεν αποτελεί μια στατική διαδικασία αλλά αντίθετα απαιτεί δυναμική εξέλιξη και προσαρμογή στα δεδομένα κάθε φάσης επούλωσης με συνεχή εγρήγορση, φαντασία και ευελιξία.

Παράλληλα, θεωρείται αναγκαίο η προοδευτικότητα και η εξειδίκευση του προγράμματος της αποκατάστασης να είναι εξατομικευμένη για κάθε ασθενή και για κάθε φάση της αποθεραπείας του, πράγμα το οποίο πρέπει να βασίζεται στην έγκυρη και έγκαιρη αξιολόγηση.

Η προοδευτικότητα δεν καθορίζεται από συγκεκριμένα πρωτόκολλα αποκατάστασης, αλλά οργανώνεται και διαμορφώνεται με σκοπό την βελτίωση της νευρομυϊκής λειτουργίας, σύμφωνα με τις εξατομικευμένες βιολογικές συνθήκες και είδος της κάκωσης. Στα αρχικά στάδια της προπόνησης, η αύξηση της δύναμης οφείλεται κυρίως σε νευρικές προσαρμογές, ενώ σε προχωρημένο στάδιο, που χαρακτηρίζει την προπόνηση των αθλητών οφείλεται κυρίως σε μυϊκές προσαρμογές.

Η άσκηση γενικής φύσεως έχει αποδείξει πως είναι ευεργετική για την διατήρηση της υγείας και της γενικής ευεξίας, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε μετατραυματικές καταστάσεις ως μέσω αποθεραπείας. Η άσκηση όμως η οποία μιμείται τις πραγματικές συνθήκες του αθλήματος τελικά είναι αυτή που μοναδικά μπορεί να βελτιώσει την μυϊκή δύναμη, την ισχύ και την αντοχή του αθλητή.

Η άρτια μυϊκή δραστηριότητα αποδείχθηκε πως παίζει πρωτεύοντα ρόλο στη σταθερότητα του μυοσκελετικού συστήματος. Συμπεραίνεται ότι η μεγιστοποίηση της νευρομυϊκής απόδοσης για μία συγκεκριμένη κίνηση σημειώνεται όταν εφαρμόζεται η αρχή της εξειδίκευσης έτσι ώστε να επιστρατεύονται κατά την προπόνηση οι σχετικές με την κίνηση μυϊκές ομάδες και με αντίστοιχες ταχύτητες.

Συγκεκριμένα, η εξατομικευμένη κινησιοθεραπεία μπορεί να συμβάλλει στην αποφυγή τραυματικών καταστάσεων αλλά και να βελτιώσει την απόδοση, εάν πρόκειται για αθλητή.

Συμπερασματικά, αυτό που έχει σημασία να επισημανθεί είναι το γεγονός ότι σκοπός όλων των προγραμμάτων αποκατάστασης ενός σοβαρού τραυματισμού, είναι η επανάκτηση της πλήρους λειτουργικότητας της άρθρωσης και ο περιορισμός των παραγόντων υποτροπής του. Για την επιτυχία ενός τέτοιου προγράμματος ένα πολύ σημαντικό στοιχείο πέρα από όλα τα άλλα κυρίως όσον αφορά την πρόληψη, είναι η βελτίωση της ιδιοδεκτικής ικανότητας.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Abrams GD, Renstrom PA, Safran MR.** Epidemiology of musculoskeletal injury in the tennis player. *Br J Sports Med.* 2012.
2. **Abrams GD, Sheets AL, Andiacchi TP, Safran MR.** Review of tennis serve motion analysis and the biomechanics of three serve types with implications for injury. *Sports Biomech.* 2011;10(4):378-90.
3. **Adams KJ, O'Shea JP, O'Shea KL, Climstein M.** The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *J Appl Sport Sci Res.* 1992;6:36–41.
4. **Alcevedo EO, Goldfarb AH.** Increased training intensity effects on plasma lactate ventilatory threshold and endurance. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 1989;21:563-568.
5. **Alexander RM.** Optimal strengths for bones liable to fatigue and accidental fracture. *Journal of Theoretical Biology.* 1984.
6. **American College of Sports Medicine.** Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34:364 –380.
7. **Anderon T, Kearney JT.** Effects of three resistance training programs on muscular strength and absolute and relative endurance. *Res Q.* 1982;14:1–7.
8. **Arnoczky SP.** Physiology principles of ligament injuries and healing. In *Ligament and extensor mechanism injuries of the knee.* St. Louis: Mosby. 1991.
9. **Askew, M.J. , & Mow, V.C.** The biomechanical function of the collagen ultrastructure of articular cartilage. *Journal of Biomechanical Engineering.* 1978.
10. **Aune A.K., Nordsletten L., Skjeldal S., Madsen E., Edeland A.** Hamstrings and gastrocnemius co-contraction protects the anterior cruciate ligament against failure: an in vivo study in the rat. *Journal of Orthopaedic.* 1995;13: 147-150.
11. **Barker KL, Shamley DR, Jackson D.** Changes in the cross-sectional area of multifidus and psoas in patients with unilateral back pain: the relationship to pain and disability. *Spine.* 2004;29(22):E515-9.
12. **Barrett DS.** Proprioception and function after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Bone and Joint Surgery.* 1991;73 :833-837.
13. **Bauman AE.** Updating the evidence that physical activity is good for health: an epidemiological review 2000-2003. *J Sci Med Sport.* 2004;7(1):6-19.
14. **Beckman SM, Buchanan TS.** Ankle inversion injury and hypermobility: effect on hip and ankle muscle electromyography onset latency. *Arch Phys Med Rehabil.* 1995;76(12):1138-43.
15. **Bell GJ, Petersen SR, Quinney AH, Wenger HA.** The effect of velocity-specific strength training on peak torque and anaerobic rowing power. *Journal of Sports Sciences.* 1989;7:205-214.
16. **Beneke R, Hofmann C, Strauss N, Hartwig F, Hofmann K, Behn C.** Maximal lactate steady state depends on sports discipline. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 1993;25(5):365.
17. **Biewener A.** Musculoskeletal design in relation to body size. *Journal of physiology.* 1991.

18. **Bjornedoe J, Bahr R, Andersen TE.** Gradual increase in the risk of match injury in Norwegian male professional football: A 6-year prospective study. *Scand J Med Sci Sport.* 2012;10.1111/j.1600-0838.2012.01476.
19. **Bobath B.** Adult Hemiplegia: Evaluation and Treatment. 3rd ed. London, United Kingdom: *William Heinemann Medical Books.* 1990.
20. **Bozec L, DeGroot J, Odlyha M, nicholls B, Nesbitt S, Flanagan A, Horton M.** Atomic force microscopy of collagen structure in bone and dentine revealed by osteoclastic resorption. *Ultramicroscopy.* 2005;105(1-4):79-89.
21. **Brodal P.** The central nervous system. Structure and function. *Oxford University Press.* 1992.
22. **Buehler M.** Nature designs tough collagen: Explaining the nanostructure of collagen fibrils. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2006;103(33): 12285–12290.
23. **Cailliet R.** Soft tissue pain and disability. Second Edition Philadelphia: *F.A Davis.* 1988.
24. **Carter ND, Jenkinson TR, Wilson D, Jones DW, Torode SA.** Joint position sense and rehabilitation in the anterior cruciate ligament deficient knee. *British Journal Of Sports Medicine.* 1997;31:209-212.
25. **Chu D.** plyometric in sports injury rehabilitation and training. *Athletic Therapy Today.* 1999;4(3):7.
26. **Coyle E, Feiring D, Rotkis T.** Specificity of power improvements through slow and fast speed isokinetic training. *Journal of Applied Physiology.* 1981;51:1437.
27. **Daoud AI, Geissler GJ, Wang F, Saretsky J, Daoud YA, Lieberman DE.** Foot Strike and Injury Rates in Endurance Runners: a retrospective study. *Med Sci Sports Exerc.* 2012.
28. **Doblare M, Garcia JM, Gomez MJ.** Modelling bone tissue fracture and healing: a review. *Engineering Fracture Mechanics.* 2004;71:1809–1840.
29. **Dodd KJ, Taylor NF, Damiano DL.** A systemic review of the effectiveness of strengthening for people with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83:1157–1164.
30. **Eitzen I, Moksnes H, Snyder-Mackler L, Risberg MA.** A Progressive 5-Week Exercise Therapy Program Leads to Significant Improvement in Knee Function Early After Anterior Cruciate Ligament Injury. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(11): 705–721.
31. **Ellison JB, Rose SJ, Sahrman SA.** Patterns of hip rotation range of motion: a comparison between healthy subjects and patients with low back pain. *Phys Ther.* 1990;70(9):537-41.
32. **Fischer-Rasmussen T, Jensen PE.** Proprioceptive sensitivity and performance in anterior cruciate ligament-deficient knee joints. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports.* 2000;10:85-89.
33. **Fleck JS, Kraemer JW.** Designing Resistance Training Programs. 3th Edition *Human Kinetics.* 2004;7:214-223.
34. **Frank C, Shrive N, Hiraoka H, Nakamura N, Kaneda Y, Hart D.** Optimization of the biology of soft tissue repair. *Journal of Science and Medicine in Sport.* 1999, 2(3):190-210.
35. **Friel K, McLean N, Myers C, Caceres M.** Ipsilateral hip abductor weakness after inversion ankle sprain. *J Athl Train.* 2006;41(1):74-8.
36. **Fu FH, Harner CD, Johnson DL.** Biomechanics of knee ligaments. *Journal of Bone and Joint Surgery.* 1993;75:1716-1727.

37. **Fujii M, Suzuki D, Uchiyama E, Muraki T, Teramoto A, Aoki M, Miyamoto S.** Does distal tibiofibular joint mobilization decrease limitation of ankle dorsiflexion? *Man Ther.* 2010;15(1):117-21.
38. **Gallaghan JJ, Rosenberg GA, Rubash EH.** *The Adult Hip.* Vol.1, Second Edition *Lippincott W&W.* 2007; 38: 577.
39. **Guyton A.C.** Hall J.E. Textbook of Medical Physiology. 9th edition 1998:1031
40. **Handingham T, Bayliss M.** Proteoglycans of articular cartilage: changes in aging and disease. *Semin Arthritis Rheum.* 1990;20 (Suppl): 12-33.
41. **Hides J, Wilson S, Stanton W, McMahon S, Keto H, McMahon K, Bryant M, Richardson C.** An MRI investigation into the function of the transversus abdominis muscle during "drawing-in" of the abdominal wall. *Spine.* 2006;31(6):E175-8.
42. **Hoppenfeld S, Murthy VL.** Treatment and Rehabilitation of Fractures. Philadelphia, Pa: *Lippincott-Williams & Wilkins.* 2000.
43. **Hungerford B, Gilleard W, Hodges P.** Evidence of altered lumbopelvic muscle recruitment in the presence of sacroiliac joint pain. *Spine.* 2003;28(14):1593-600.
44. **International Classification of Impairments, Disabilities and Handicaps:** A manual of classification relating to the consequences of disease. *World Health Organization, Geneva,* 1980.
45. **Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM.** Hip strength in females with and without patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;33(11):671-6.
46. **Jette AM, Delitto A.** Physical therapy treatment choices for musculoskeletal impairments. *Phys Ther.* 1997;77:145–154.
47. **Junge A, Dvorak J.** Injury risk of playing football in Futsal World Cups. *Br J Sport Med.* 2010; 44(15):1089-92.
48. **Kanehisa H, Miyashita M.** Specificity of velocity in strength training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.*1983;52(1):104-6.
49. **Kaneko M, Fuchimoto T, Toji H, Sueti K.** Training effect of different loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. *Scandinavian Journal of Sports Sciences* 1983;5:50-55.
50. **Katayama M, Higuchi H, Kimura M, Kobayashi A, Hatayama K, Terauchi M, Takagishi K.** Proprioception and performance after anterior cruciate ligament rupture. *International Orthopaedics.*2004;28(5): 278-81.
51. **Lanyon LE, Rubin CT.** Static versus dynamic loads as an influence on bone remodelling. *Journal of Biomechanics.*1984.
52. **Lephard SM, Pincivero DM, Rozzi SL.** Proprioception of the ankle and knee. *Sports Medicine.* 1998;25(3): 149-155.
53. **Mac Master JH.** The ABC's of sports medicine. Melbourne, *FL Kreiger.* 1982.
54. **Malemud CJ.** The role of growth factors in cartilage metabolism. *Rheum Dis Clin North Am* 1993; 19:569-80.
55. **Martinez-Hernandez A, και Amenta P.** Basic concepts in wound healing. In Sports-induced inflammation, edited by W. Leadbetter, J. Buckwalter, and S. Gordon. Park Ridge, IL: *American Academy of Orthopaedic Surgeons.*1990.
56. **McConnell, Thomas H.** The nature of disease: pathology for the health professions. *Lippincott Williams & Wilkins.* 2006:55.

57. **McGill SM, Andersen JT, Horne AD.** Predicting performance and injury resilience from movement quality and fitness scores in a basketball team over 2 years. *J Strength Cond Res.* 2012.
58. **Morris SL, Dodd KJ, Morris ME.** Outcomes of progressive resistance strength training following stroke: a systematic review. *Clin Rehabil.* 2004;18:27–39.
59. **Moseley GL, Hodges PW, Gandevia SC.** Deep and superficial fibers of the lumbar multifidus muscle are differentially active during voluntary arm movements. *Spine.* 2002;27(2):E29-36.
60. **Mow, V.C., Proctor, C.S., & Kelly, M.A.** Biomechanics of articular cartilage. In M. Nordin & V.H. Frankel (Eds.), *Basic biomechanics of the musculoskeletal system.* Philadelphia: Lea & Febiger. 1989:31-58.
61. **Murdoch A, Taylor N, Dodd K.** Physical therapists should consider including strength training as part of fracture rehabilitation. *Physical Therapy Reviews.* 2004;9:51–59.
62. **Murray E, Birley E, Twycross-Lewis R, Morrissey D.** The relationship between hip rotation range of movement and low back pain prevalence in amateur golfers: an observational study. *Phys Ther Sport.* 2009;10(4):131-5.
63. **Nadler SF, Malanga GA, Feinberg JH, Prybicien M, Stitik TP, DePrince M.** Relationship between hip muscle imbalance and occurrence of low back pain in collegiate athletes: a prospective study. *Am J Phys Med Rehabil.* 2001;80(8):572-7.
64. **National Electronic Injury Surveillance System On-line.**
65. **Noakes T.** Lore of running. Cape Town, South Africa: *Oxford University Press.* 1986.
66. **Owoeye OB, Akodu AK, Oladokun BM, Akindo SR.** Incidence and pattern of injuries among adolescent basketball players in Nigeria. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol.* 2012;4(1):15.
67. **Parker DT, Weitzenberg TW, Amey AL, Nied RJ.** Group training programs and self-reported injury risk in female marathoners. *Clin J Sport Med.* 2011;21(6):499-507.
68. **Pelletier JP, DiBattista JA, Roughley P, McCollum R, Martel-Pelletier J.** Cytokines and inflammation in cartilage degradation. *Rheum Dis Clin North Am* 1993;19:545-68.
69. **Piva SR, Goodnite EA, Childs JD.** Strength around the hip and flexibility of soft tissues in individuals with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005;35(12):793-801.
70. **Powers CM, Ward SR, Fredericson M, Guillet M, Shellock FG.** Patellofemoral kinematics during weight-bearing and non-weight-bearing knee extension in persons with lateral subluxation of the patella: a preliminary study. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2003;33(11):677-85.
71. **Richardson CA, Hides JA, Wilson S, Stanton W, Snijders CJ.** Lumbo-pelvic joint protection against antigravity forces: motor control and segmental stiffness assessed with magnetic resonance imaging. *J Gravit Physiol.* 2004;11(2):P119-22.
72. **Risberg M.A., Holm I, Myklebust G, Engebretsen L.** Neuromuscular training versus strength training during first 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized clinical trial. *Physical Therapy.* 2007;87(6):737-750.

73. **Roesler H.** The history of some fundamental concepts in bone biomechanics. *Journal of Biomechanics*. 1987, 20(11-12): 1025-1034.
74. **Seeley R, Stephenw T, Tate P.** Anatomy and physiology. *St. Louis: Mosby*. 1995.
75. **Shumway- Cook A, Woollacott H.** Κινητικός έλεγχος. Θεωρία και Πρακτικές Εφαρμογές. *Ιατρικές εκδόσεις Σιώκης*. 2000;1:1-15.
76. **Stanish WD, Gunnlaugson B.** Electrical energy and soft tissye injury healing. *Sportcare and Fitness*. 1988, 9:12.
77. **Stegeman J.** Exercise physiology. Chicago, *IL: Year Book Medical Publishers*.1981:267.
78. **Sugiura Y, Saito T, Sakuraba K, Sakuma K, Suzuki E.** Strength deficits identified with concentric action of the hip extensors and eccentric action of the hamstrings predispose to hamstring injury in elite sprinters. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2008;38(8):457-64.
79. **Tate A, Turner GN, Knab SE, Jorgensen C, Strittmatter A, Michener LA.** Risk factors associated with shoulder pain and disability across the lifespan of competitive swimmers. *J Athl Train*. 2012;47(2):149-58.
80. **Taylor CL, Pizzari T, Ames N, Orchard JW, Gabbe BJ, Cook JL.** Groin pain and hip range of motion is different in Indigenous compared to non-indigenous young Australian football players. *J Sci Med Sport*. 2011;14(4):283-6.
81. **Taylor N, Karen D, Damiano D.** Progressive Resistance Exercise in Physical Therapy: A Summary of Systematic Reviews. *PHYS THER*. 2005; 85:1208-1223.
82. **Toussaint HM, Vervoorn K.** Effects of specific high resistance training in the water on competitive swimmers. *International Journal of Sports Medicine*.1990;11:228-23.
83. **Velikorodnih Y, Kozmin R, Konovalov V, Nechaev V.** The marathon (precompetitive preparation). *Soviet Sport Review*. 1986; 22(3):125-128.
84. **Woo SL, Debski RE, Zeminski J, Abramowitch SD, Saw SS, Fenwick JA.** Injury and repair of ligaments and tendons. *Annu Rev Biomed Eng*. 2000; 2:83-118.
85. **Woodman R, Pare L.** Evaluation and treatment of soft tissue lesions of the ankle and the foot using the Cyriax approach. *Physical Therapy*. 1982;62(11): 44-47.
86. **Wyatt M, Edwards A.** Comparisons of quadriceps and hamstring torque values during isokinetic exercise. *Journal of Orthopaedic and Physical Therapy*. 1981;3(2):48-56.
87. **Yeung SS, Suen AM, Yeung EW.** A prospective cohort study of hamstring injuries in competitive sprinters: preseason muscle imbalance as a possible risk factor. *Br J Sports Med*. 2009;43(8):589-94.
88. **Κλεισούρας Β.** Εργοφυσιολογία, Τόμος II, 10^η έκδοση. Ιατρικές εκδόσεις Πασχαλίδη. 2004;9:530.