



Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΑΙΓΙΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΩΜΟΥ ΠΕΤΟΣΦΑΙΡΙΣΤΡΙΩΝ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΧΩΡΕΜΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ ΤΣΕΠΗΣ ΗΛΙΑΣ

ΑΙΓΙΟ 2009

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΣΕΛΙΔΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Ανατομικά στοιχεία ώμου.	3
• 1.1.1 Κλείδα.	3
• 1.1.2 Ωμοπλάτη.	4
• 1.1.3 Βραχιόνια κεφαλή.	4
1.2. Αρθρώσεις.	5
• 1.2.1 Στερνοκλειδική και στερνοπλευρική άρθρωση.	5
• 1.2.2 Κορακοκλειδική άρθρωση.	6
• 1.2.3 Ακρωμιοκλειδική άρθρωση.	6
• 1.2.4 Ωμοπλατοθωρακική άρθρωση.	7
• 1.2.5 Υπακρωμιοδελτοειδής άρθρωση.	7
• 1.2.6 Γληνοβραχιόνια άρθρωση.	8
1.3. Μύες.	8
• 1.3.1 Μύες γληνοβραχιόνιας άρθρωσης.	8
• 1.3.2 Μύες της ωμικής ζώνης.	13
1.4. Κινήσεις.	15
• 1.4.1. Κινήσεις ωμικής ζώνης.	15
• 1.4.2 Κινήσεις γληνοβραχιόνιας άρθρωσης.	17

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1. Εμβιομηχανική ώμου.	20
2.2. Υποστηρικτικές δομές γληνοβραχιόνιας άρθρωσης.	20
• 2.2.1 Στατικοί σταθεροποιητές.	20
• 2.2.2 Δυναμικοί σταθεροποιητές.	22
2.3. Ωμοβραχιόνιος ρυθμός.	23

2.4. Αρθροκινηματική.	26
• 2.4.1 Αρθροκινηματική γληνοβραχιόνιας άρθρωσης.	26
• 2.4.2 Αρθροκινηματική ακρομιοκλειδικής άρθρωσης.	27
• 2.4.3 Αρθροκινηματική στερνοκλειδικής άρθρωσης.	27

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1. Ο ώμος στην πετοσφαίριση.	29
• 3.1.1. Οι φάσεις της ρίψης στην πετοσφαίριση.	30
3.2. Μυϊκή δραστηριότητα, ταχύτητες, δυνάμεις και ροπές κατά την εκτέλεση του καρφιού.	33
3.3. Τραυματισμοί στην πετοσφαίριση.	34
• 3.3.1. Τραυματισμοί του ώμου στην πετοσφαίριση.	38

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1. Ιδιοδεκτικότητα.	39
4.2. Ισοκίνηση.	40
4.3. Ισοκινητική αξιολόγηση του ώμου των πετοσφαιριστών.	41
• 4.3.1 Αξιολόγηση του εύρους τροχιάς.	41
• 4.3.2. Αξιολόγηση της δύναμης.	43
• 4.3.3 Αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας.	45

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1. Σκοποί και χρησιμότητα της έρευνας.	46
5.2. Οριοθετήσεις και περιορισμοί.	47

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1. Δείγμα.	48
6.2. Όργανο μέτρησης.	49
6.3. Διαδικασία μέτρησης.	49
6.4. Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων.	51

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7.1. Αποτελέσματα.	52
7.2. Συζήτηση.	53

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

8.1. Παράρτημα.	55
-----------------	----

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

58

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Κεφάλαιο 1

1.1.	Τα οστά της άρθρωσης του ώμου.	3
1.2.	Οι κινήσεις στη στερνοκλειδική άρθρωση κατά την απαγωγή του ώμου.	6
1.3.	Αρθρώσεις του ώμου (στερνοκλειδική, ακρωμιοκλειδική, γληνοβραχιόνια και ωμοπλατοθωρακική).	7
1.4.	Μύες της άρθρωσης του ώμου.	9
1.5.	Μύες της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης.	11
1.6.	Οι μύες του πετάλου των στροφένων.	12
1.7.	Οι κινήσεις της ωμοπλάτης.	16
1.8.	Κινήσεις του βραχιονίου : (α) κάμψη, έκταση, υπερέκταση, περιαγωγή (β) απαγωγή, προσαγωγή (γ) οριζόντια απαγωγή και προσαγωγή (δ) διαγώνια απαγωγή και προσαγωγή (ε) έσω και έξω στροφή.	18

Κεφάλαιο 2

2.1.	Οβελιαία απεικόνιση της ωμογλήνης και των συνδέσμων της άρθρωσης του ώμου .	21
2.2.	Οι μύες του πετάλου των στροφένων από μια άλλη πλευρά της ωμοπλάτης , περικυκλώνουν την βραχιόνια κεφαλή και ελέγχουν την θέση της όπως πιάνουν τα δάκτυλα του ρίπτη του μπίτζμπολ την μπάλα.	22
2.3.	Πλήρης απαγωγή του βραχιονίου, διαχωρισμός του εύρους τροχιάς σε τέσσερις φάσεις.	25
2.4.	Οι κινήσεις της κλείδα και της ωμοπλάτης κατά την διάρκεια απαγωγής του βραχίονα στις διάφορες φάσεις.	26

Κεφάλαιο 3

3.1.	Η φωτογραφική καταγραφή των επιμέρους φάσεων του σερβίς στην πετοσφαίριση με συχνότητα 200 λήψεων / sec.	30
3.2.	Η φωτογραφική καταγραφή των επιμέρους φάσεων του καρφώματος στην πετοσφαίριση με συχνότητα 200 λήψεων /sec.	32

- 3.3. Η ενεργοποίηση του πετάλου των στροφένων και του δελτοειδή κατά την διάρκεια της ρίψης. 34
- 3.4. Ποσοστά τραυματισμών στα διάφορα αθλήματα. Ανοιχτό γκρι κατά την προπόνηση, σκούρο γκρι κατά τον αγώνα. 35
- 3.5. Ποσοστά τραυματισμών όπως διαμορφώνονται στις διάφορες ανατομικές περιοχές. 37

Κεφάλαιο 4

- 4.1. Ενεργητικό και παθητικό εύρος τροχιάς στον επικρατή και μη-επικρατή ώμο. 42
- 4.2. Ισοκινητική αξιολόγηση της μέσης μέγιστης δύναμης, κατά την σύγκεντρη και έκκεντρη συστολή, με ταχύτητα περιστροφής 60°/s (A) και 120°/s (B), στον κυρίαρχο και μη-κυρίαρχο βραχίονα. 44
- 4.3. Ισοκινητική αξιολόγηση της μέσης μέγιστης δύναμης, κατά την σύγκεντρη και έκκεντρη συστολή, με ταχύτητα περιστροφής 60°/s και 180°/s, στον κυρίαρχο και μη-κυρίαρχο βραχίονα. 45

Κεφάλαιο 6

- 6.1. Κατανομή των αθλητών ανά σύλλογο, που έλαβαν μέρος στην έρευνα. 48
- 6.2. Ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex System-3. 49
- 6.3. Τυπική καταγραφή της δύναμης στρέψης των έσω στροφένων με οπτικό ερέθισμα από ισοκινητικό δυναμόμετρο (Nm/sec). 50
- 6.4. Τυπική καταγραφή της δύναμης στρέψης των έσω στροφένων χωρίς οπτικό ερέθισμα από ισοκινητικό δυναμόμετρο (Nm/sec). 51

Κεφάλαιο 8

- 8.1. Οι θέσεις στις οποίες παίζουν οι αθλητές που μετείχαν στην έρευνα σύμφωνα με την τοποθέτησή τους από τον προπονητή κατά την διάρκεια του αγώνα (ορισμένοι αθλητές μετέχουν σε περισσότερες από μια θέσεις). 55

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

2.1. Επικουρικές ολισθήσεις της κεφαλής του βραχιονίου στις κινήσεις του ώμου.	27
2.2. Οι κινήσεις της κλείδας και οι ταυτόχρονες ολισθήσεις της.	28
3.1. Τα είδη των τραυματισμών.	36
3.2. Ποσοστά τραυματισμών ανάλογα με την δραστηριότητα.	36
7.1. Σύγκριση της Απόκλιση τιμών της παραγόμενης ροπής στρέψης (Nm) κατά την προσπάθεια αναπαραγωγής της τιμής στόχου (30% και 60% της μέγιστης επίδοσης) κατά την <u>έξω στροφή</u> ώμου με ή χωρίς οπτικό ερέθισμα.	52
7.2. Σύγκριση της Απόκλιση τιμών της παραγόμενης ροπής στρέψης (Nm) κατά την προσπάθεια αναπαραγωγής της τιμής στόχου (30% και 60% της μέγιστης επίδοσης) κατά την <u>έσω στροφή</u> ώμου με ή χωρίς οπτικό ερέθισμα.	52
7.3. Σύγκριση της Απόκλιση τιμών, της παραγόμενης ροπής στρέψης (Nm) κατά την προσπάθεια παραγωγής μέγιστης ροπής στρέψης, κατά την <u>έξω και έσω στροφή</u> .	53

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο αθλητισμός στην σύγχρονη κοινωνία την οποία διανύουμε αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής ζωής, και αντικατοπτρίζει την εκάστοτε κοινωνία και τον πολιτισμό της. Το 1895 επινοήθηκε η πετοσφαίριση από τον αμερικανό καθηγητή Γουίλιαμ Μόργκαν στην προσπάθειά του να δημιουργήσει ένα ομαδικό άθλημα κλειστού χώρου, χωρίς τον κίνδυνο τραυματισμών. Στις μέρες μας η πετοσφαίριση αποτελεί ένα από τα δημοφιλέστερα αθλήματα όπου αγωνίζονται οι γυναίκες.

Στην παρούσα εργασία αρχικά έχει γίνει μια προσπάθεια συγκέντρωσης επιστημονικά τεκμηριωμένων συμπερασμάτων που αφορούν τις λειτουργικές προσαρμογές στον ώμο των πετοσφαιριστριών, τόσο σε μυοσκελετικό όσο και σε νευρομυϊκό (ιδιοδεκτικότητα) επίπεδο.

Ο σκοπός και ο σχεδιασμός της παρούσας μελέτης έγκειται στην διεύρυνση των γνώσεων που αφορά την ιδιοδεκτικότητα της δύναμης των στροφών του ώμου των πετοσφαιριστριών με την χρήση ισοκινητικού δυναμόμετρου, και η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ έσω και έξω στροφών, κυρίαρχου και μη-κυρίαρχου άκρου.

Το δείγμα αποτελείται από 17 πετοσφαιρίστριες που κάνουν πρωταθλητισμό επιπέδου A, B τοπικό.

Ο έλεγχος της ιδιοδεκτικότητας της δύναμης επιτεύχθηκε αφού πρώτα υπολογίστηκε η μέγιστη ισομετρική συστολή (Nm) των στροφών του ώμου σε συγκεκριμένη θέση (45°). Στην συνέχεια η μέτρηση της ιδιοδεκτικότητας πραγματοποιήθηκε με την τοποθέτηση οπτικών ερεθισμάτων που αντιστοιχούσαν σε μια συγκεκριμένη τιμή δύναμης (30%,60% του peak Torque) όπου ο δοκιμαζόμενος προσπαθεί να παράγει αρχικά και μετά από διάλυμα 10sec ακολουθούσε προσπάθεια αναπαραγωγής της ίδιας δύναμης στρέψης χωρίς την ύπαρξη αυτών.

Το αποτέλεσμα της μέτρησης θα αναδείξει τυχόν ανομοιομορφίες μεταξύ έσω και έξω στροφών, κυρίαρχου και μη-κυρίαρχου άκρου, που στην συνέχεια θα εκμεταλλευτούν από την προπονητική διαδικασία ανάλογα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι γεγονός σύμφωνα με τη διεθνή ομοσπονδία της πετοσφαίρισης (FIVB) ότι υπάρχουν 800 εκατομμύρια φορείς παγκοσμίως, κάτι που το καθιστά πολύ δημοφιλές άθλημα. Ίσως η βάση της δημοτικότητας αυτής είναι το γεγονός πως μπορούν να ενασχοληθούν άτομα όλων των ηλικιών και όλων των δυνατοτήτων. Τουλάχιστον 130 χώρες ασχολούνται με την πετοσφαίριση αλλά μόνο 50 από αυτές έχουν επιτυχή αποτελέσματα. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η μεγάλη πλειοψηφία των ανταγωνιστικών φορέων, ειδικά στα νεότερα επίπεδα ηλικίας είναι γυναίκες (Ireland & Nattiv, 2002).

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια αλματώδης εξέλιξη στην τεχνική της πετοσφαίρισης, γεγονός που κάνει το άθλημα πιο εντυπωσιακό και περισσότερο αποτελεσματικό. Η συμβολή της αθλητικής βιομηχανικής είναι καθοριστική στην τελειοποίηση της τεχνικής των κινήσεων, οι οποίες εκτελούνται τόσο στον επιθετικό τομέα όσο και στον αμυντικό (Μπούντολος ,1990).

Η παρούσα ερευνητική προσπάθεια, στα πλαίσια εξέλιξης του αθλήματος, στοχεύει στη διερεύνηση της ιδιοδεκτικότητας της δύναμης στην άρθρωση του ώμου σε γυναικείους φορείς πετοσφαίρισης. Κύριος στόχος είναι η μέτρηση και η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ κυρίαρχου και μη-κυρίαρχου άκρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Ανατομικά στοιχεία ώμου

Ο ώμος είναι μια λειτουργική μονάδα του ανθρώπινου σώματος μέσω της οποίας πραγματοποιούνται όλες οι κινήσεις του άνω άκρου σε σχέση με τον κορμό. Οι οστικές δομές που τον απαρτίζουν είναι το βραχιόνιο οστό (κεφαλή βραχιονίου), η κλείδα και η ωμοπλάτη που σε συνδυασμό με τα θυλακοσυνδεσμικά στοιχεία και το μυοτενόντιο σύνολο της περιοχής, συνεργάζονται για την παραγωγή της κίνησης.



Σχήμα 1.1. Τα οστά της άρθρωσης του ώμου (www.eorthopod.com).

1.1.1 Κλείδα

Η κλείδα ανήκει στην κατηγορία των μακρών οστών και έχει σχήμα σιγμοειδές. Εκτείνεται μεταξύ του στέρνου και της ωμοπλάτης, στην πρόσθια και άνω περιοχή του θώρακα σχεδόν παράλληλα με την πρώτη πλευρά και κρατά τον ώμο στην φυσική του θέση.

Η κλείδα παρέχει επιφάνεια για την πρόσφυση των μυών, προστατεύει τα υποκείμενα νεύρα και αιμοφόρα αγγεία, συμβάλλει στην αύξηση του εύρους κίνησης του ώμου και βοηθάει στην μετάδοση της μυϊκής δύναμης στην ωμοπλάτη (Oatis, 2009). Αποτελείται από το σώμα και τα δύο άκρα της, το στερνικό και το ακρωμιακό άκρο.

Το **στερνικό άκρο** αποτελεί τα έσω 2/3 του συνόλου της κλείδας. Το έσω 1/3 είναι κυρτό μπροστά και αρκετά συμπαγές. Είναι ογκώδες και συντάσσεται στο στέρνο στην κλειδική εντομή. Διαθέτει τρεις επιφάνειες μία πρόσθια κυρτή, μια

οπίσθια κοίλη και μία προς τα κάτω καθώς και τρία χείλη το πρόσθιο, το άνω και το οπίσθιο (Σφετσιώρης, 2003). Το **ακρωμιακό άκρο** είναι πεπλατυσμένο . Αποτελεί το έξω 1/3 της κλείδας και είναι κυρτό μπροστά και αρκετά συμπαγές (Stern, 2003). Έχει δύο επιφάνειες την άνω και κάτω καθώς και δύο χείλη το πρόσθιο και το οπίσθιο. Το σώμα της κλείδας παρουσιάζει άνω και κάτω επιφάνεια, πρόσθιο και οπίσθιο χείλος.

1.1.2. Ωμοπλάτη

Είναι ένα επίπεδο οστό που πρωταρχικό ρόλο έχει την παροχή επιφάνειας για την πρόσφυση των μυών του ώμου. Βρίσκεται στο πάνω και πίσω μέρος του θώρακα και καλύπτει την έκταση μεταξύ της 2^{ης} και 7^{ης} πλευράς. Έχει σχήμα ανάποδου ισοσκελές τριγώνου

Στην ωμοπλάτη διακρίνουμε δύο επιφάνειες, την πρόσθια ή πλευρική και την οπίσθια ή νωτιαία, τρεις γωνίες, την έξω, την άνω έσω και άνω έξω, καθώς και τρία χείλη, το έσω ή νωτιαίο, το έξω ή μασχालιαίο και το άνω ή αυχενικό.

Στην έξω γωνία της ωμοπλάτης υπάρχει μία αρθρική επιφάνεια η ωμογλήνη, η οποία είναι χρήσιμη για την άρθρωση με την κεφαλή του βραχιονίου.

Η ωμογλήνη χωρίζεται από την υπόλοιπη ωμοπλάτη με το αυχένα της ωμοπλάτης. Ιδιαίτερη σημασία έχουν δύο αποφύσεις της ωμοπλάτης η κορακοειδής απόφυση και η ωμοπλατιαία άκανθα.

Η κορακοειδής απόφυση ξεκινά από το άνω τμήμα του αυχένα της ωμοπλάτης συνεχίζει προς τα πάνω και μέσα και μετά μακραίνει και κατευθύνεται προς τα έξω (Σφετσιώρης, 2003). Η ωμοπλατιαία άκανθα ξεκινά από την οπίσθια επιφάνεια της ωμοπλάτης και εκτείνεται από το νωτιαίο χείλος της μέχρι σχεδόν την ωμογλήνη και καταλήγει σε μια ογκώδη προεξοχή, το ακρώμιο (Καμμάς, 1998).

1.1.3. Βραχιόνια κεφαλή

Στην άνω επίφυση του βραχιονίου βρίσκεται η κεφαλή η οποία είναι σφαιρική και αποτελεί τα 2/5 περίπου της πλήρους σφαίρας. Η κεφαλή αρθρώνεται με την γληνοειδή κοιλότητα και σχηματίζει την άρθρωση του ώμου. Στην βάση της κεφαλής υπάρχει μια εμφανής αύλακα τον ανατομικό αυχένα όπου προσφύεται ο αρθρικό θύλακας της άρθρωσης. Στο πρόσθιο, έξω και άνω μέρος του βραχιονίου υπάρχουν το μείζον και ελάσσων βραχιόνιο όγκωμα. Κάτω από τα ογκώματα του βραχιονίου

βρίσκεται ο χειρουργικός αυχέννας του βραχιονίου όπου είναι επιρρεπής στα κατάγματα (Stern, 2003).

1.2 Αρθρώσεις

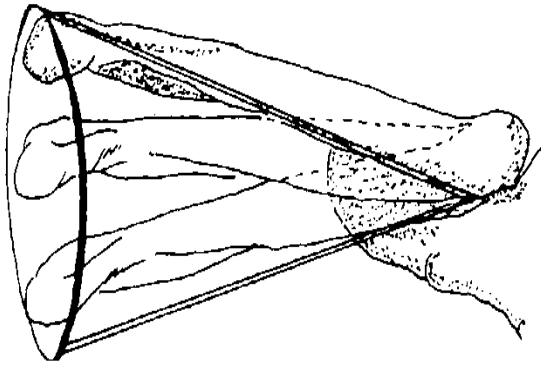
Οι αρθρώσεις που δημιουργούν την ωμική ζώνη είναι :

- 1) Στερνοκλειδική
- 2) Κορακοκλειδική
- 3) Ακρωμιοκλειδική
- 4) Ωμοπλατοθωρακική
- 5) Υπακρωμιοδελτοειδής
- 6) Στερνοπλευρική
- 7) Σπονδυλοπλευρική

Ενώ η σύνδεση της ωμικής ζώνης με το άνω άκρο πραγματοποιείται μέσω της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης (Δούκας, 2001) .

1.2.1 Στερνοκλειδική και στερνοπλευρική άρθρωση.

Το στερνικό άκρο της κλείδας διαρθρώνεται τόσο με το στέρνο όσο και με τον χόνδρο της πρώτης πλευράς. Κατατάσσεται ως διπλή διάρθρωση, γιατί υπάρχουν δύο αρθρικές κοιλότητες, μία σε κάθε πλευρά του δίσκου (Hamilton & Luttgens,2003). Η στερνοκλειδική άρθρωση βρίσκεται στην κορφή ενός φανταστικού κώνου (σχήμα40). Η περίμετρος της βάσης του κώνου αυτού σχηματίζεται από το εξωτερικό άκρο της κλείδας το οποίο μπορεί να κινηθεί σε κύκλο. Το εσωτερικό άκρο γυρνά απλά γύρο από τον άξονα του οστού μέσα στην άρθρωσή του. Ο αρθρικός θύλακας της άρθρωσης ενισχύεται από συνδέσμους, όπως είναι ο πρόσθιος και ο οπίσθιος στερνοκλειδικός, ο μεσοκλειδίδιος και ο πλευροκλειδικός, ο οποίος εκτείνεται μεταξύ της κάτω επιφάνειας της κλείδας και της πρώτης πλευράς(Δούκας, 2001).



Σχήμα 1.2. Οι κινήσεις στη στερνοκλειδική άρθρωση κατά την απαγωγή του ώμου (τροποποιημένο από Δούκα, 2001)

1.2.2 Κορακοκλειδική άρθρωση

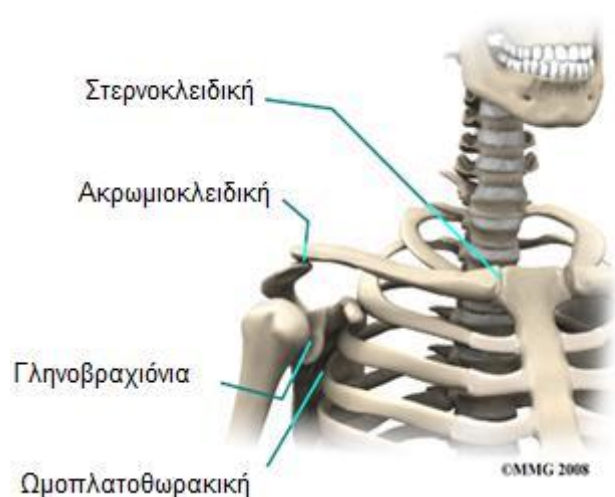
Το εξωτερικό τμήμα της κλείδας διασταυρώνεται αμέσως πάνω από την καμπή που σχηματίζει ορθή γωνία, με την κορακοειδή απόφυση. Στην θέση αυτή, ο δυνατός καρακοκλειδικός σύνδεσμος ενώνει την κάτω επιφάνια της κλείδας με την καμπή της κορακοειδούς απόφυσης.

Το αποτέλεσμα της σύνδεσης αυτής είναι μια ινώδης άρθρωση με σχετικά μεγάλη δύναμη, η οποία όμως σιγουρεύει το ότι σε όλες τις κινήσεις η κλείδα και η ωμοπλάτη θα βρίσκονται μαζί (Δούκας, 2001).

1.2.3 Ακρωμιοκλειδική άρθρωση

Είναι η άρθρωση μεταξύ του ακρωμίου της ωμοπλάτης και του έξω χείλους της κλείδας. Ανήκει στην κατηγορία των διαρθρώσεων και κατατάσσεται ως ανώμαλη άρθρωση (Hamilton & Luttgens, 2003).

Είναι επίπεδη τριαξονική άρθρωση ολίσθησης η οποία μπορεί να περιέχει ή όχι διάρθριο δίσκο (Kisner & Colby, 2003). Για τον σχηματισμό της συμμετέχουν η ωσειδής επιφάνια του έσο χείλους του ακρωμίου και η ευρισκόμενη στο έξω χείλος της κλείδας αρθρική επιφάνια. Το σχήμα των αρθρικών επιφανειών είναι επίπεδο και περιβάλλεται από ένα χαλαρό αρθρικό θύλακα, ο οποίος ενισχύεται από τον άνω και κάτω ακρωμιοκλειδικό σύνδεσμο (Δούκας, 2001).



Σχήμα 1.3. Αρθρώσεις του ώμου (στερνοκλειδική, ακρωμιοκλειδική, γληνοβραχιόνια και ωμοπλατοθωρακική)(www.eorthopod.com).

1.2.4 Ωμοπλατοθωρακική άρθρωση

Δεν αποτελεί άρθρωση με την ανατομική έννοια, αφού δεν έχει τα απαραίτητα στοιχεία που χρειάζονται για την δημιουργία της (αρθρικός θύλακας, αρθρικό υμένα κλπ.) (Δούκας, 2001), διαθέτει όμως το χαρακτηριστικότερο στοιχείο των αρθρώσεων που είναι η κίνηση (Hamilton & Luttgens, 2003). Ο ρόλος της άρθρωσης αυτής είναι να μεγεθύνει την κίνηση της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης, αυξάνοντας έτσι το εύρος και την ποικιλία των κινήσεων μεταξύ βραχίονα-κορμού (Oatis, 2009), να συμβάλει ανά πάσα

στιγμή ώστε να είναι κατάλληλες και αποδοτικές οι μηκοδυναμικές σχέσεις των μυών που κινούν το βραχίονα (Σφετσιώρης, 2003), και να αποτελεί ένα σημαντικό απορροφητή κραδασμών μαζί με το μυϊκό σύστημα της περιοχής με σκοπό την προστασία του ώμου, ειδικά κατά την πτώση σε τεταμένο χέρι (Oatis, 2009).

1.2.5 Υπακρωμιοδελτοειδής άρθρωση

Όπως και η ωμοπλατοθωρακική, έτσι και αυτή δεν αποτελεί άρθρωση με την ανατομική έννοια του όρου. Σχηματίζεται από την κεφαλή του βραχίονα, η οποία είναι καλυμμένη από ένα μυοτενοντώδες επικάλυμμα του ώμου που γλιστρά κάτω από τον θόλο, ο οποίος σχηματίζεται από το ακρώμιο και τον δελτοειδή μυ. Μεταξύ τους παρεμβάλλεται ορογόνο θύλακας (Δούκας, 2001).

1.2.6 Γληνοβραχιόνια άρθρωση

Η γληνοβραχιόνια άρθρωση είναι μία αντίστοιχη σφαιροειδής, τριαξονική άρθρωση με χαλαρό αρθρικό θύλακο. Η κοίλη αρθρική επιφάνια, η ωμογλήνη, εντοπίζεται στο άνω, έξω χείλος της ωμοπλάτης ενώ η κυρτή αρθρική επιφάνια είναι η κεφαλή του βραχιονίου (Kisner & Colby, 2003). Η ωμογλήνη, έχει σχήμα ωοειδές μικρότερης διαμέτρου από την κεφαλή του βραχιονίου και συμπληρώνεται με τον επιχείλιο χόνδρο (Δούκας, 2001).

Ο επιχείλιος χόνδρος, εμβαθύνει την ωμογλήνη για καλύτερη επαφή με την κεφαλή του και αποτελεί σημείο πρόσφυσης για το αρθρικό θύλακο. Μόνο ένα μικρό τμήμα της κεφαλής του βραχιονίου έρχεται σε επαφή με την ωμογλήνη κατά την διάρκεια των διαφόρων κινήσεων, επιτρέποντας έτσι σημαντική κίνηση του βραχιονίου και δυναμική αστάθεια (Kisner & Colby, 2003). Η άρθρωση περικλείεται μέσα σε ένα χαλαρό, σαν μανίκι, αρθρικό θύλακα, που προσφύεται κεντρικά στο χείλος της ωμογλήνης, και περιφερικά στον ανατομικό αυχένα του βραχιονίου. Εσωτερικά ο αρθρικός θύλακας καλύπτεται από αρθρικό υμένα (Hamilton & Luttgens, 2003).

1.3 Μύες

1.3.1 Μύες γληνοβραχιόνιας άρθρωσης

Το μυϊκό σύστημα στην άρθρωση του ώμου διακρίνεται: σε σταθεροποιητές και σε κινητοποιητές μύες.

Κινητοποιητές μύες

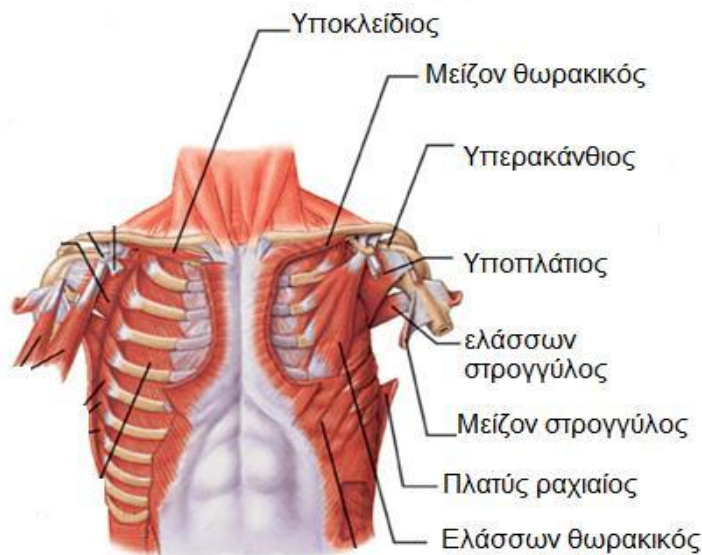
Δελτοειδής: Ο μυς αυτός αποτελείται από τρεις μοίρες την πρόσθια, τη μέση και την οπίσθια (Σχήμα 1.5). Το πρόσθιο τμήμα εκφύεται από το πρόσθιο χείλος και άνω επιφάνια του έξω τριτημορίου της κλείδας, η μέση μοίρα από το έξω χείλος του ακρωμίου, ενώ η οπίσθια μοίρα από το κάτω χείλος τη ακρολοφίας της ωμοπλατιαίας άκανθας. Οι τρεις μοίρες καταφύονται συνολικά στο δελτοειδές τράχυσμα, στο μέσο της έξω επιφάνιας του σώματος του βραχιονίου οστού (Stone et al, 2000).

Η πρόσθια και η οπίσθια μοίρα έχουν μορφή πτερυγοειδή, ενώ η μέση μοίρα έχει

μορφή πολυπτερυγοειδή (Δούκας, 2001) και αποτελεί έναν ισχυρό απαγωγό του βραχιονίου, με την μεγαλύτερη δραστηριοποίηση να εντοπίζεται όταν ανυψώνεται το βραχιόνιο στο εύρος 90-120 μοίρες. Η πολυπτερυγοειδής διάταξη των ινών αντισταθμίζει μάλλον την κακή γωνιά έλξης, η οποία πάντως παρέχει στον μυ την χρήσιμη ιδιότητα, της ανάπτυξης σταθεροποιητικής δύναμης (Hamilton & Luttgens, 2003).

Η πρόσθια μοίρα του δελτοειδή παίζει πρωταγωνιστικό ρόλο στην κάμψη και στην οριζόντια προσαγωγή του βραχιονίου, ενώ βοηθά στην έξω στροφή και στην απαγωγή (πάνω από τις 60 μοίρες). Η οπίσθια μοίρα είναι πρωταγωνιστής στην οριζόντια απαγωγή ενώ βοηθά στην έκταση-υπερέκταση του ώμου καθώς και στην προσαγωγή και έξω στροφή.

Νευρώνεται από το μασχαλιαίο νεύρο (A5,6) (Δούκας, 2001).



Σχήμα 1.4. Μύες της άρθρωσης του ώμου (www.rci.rutgers.edu).

Μείζον θωρακικός: Ο μεγάλος αυτός μυς του θώρακα εκφύεται από τρεις διαφορετικές περιοχές (μοίρες).

Η κοιλιακή μοίρα εκφύεται από το άνω άκρο της θήκης του ορθού κοιλιακού, η στερνοπλευρική μοίρα από την πρόσθια επιφάνια του στέρνου και από τις έξι πρώτες πλευρές, ενώ τέλος η κλειδική από τα έσω 2/3 της κλείδας. Οι τρεις μοίρες του μύος καταφύονται με κοινό τένοντα στην ακρολοφία του μείζονος ογκώματος του βραχιονίου οστού (Κουτσάμπελας, 2005).

Ο μυς συνολικά μπορεί να ψηλαφηθεί στην πρόσθια επιφάνια της μασχάλης

(Horrenfeld, 2008) και νευρώνεται από τα πρόσθια θωρακικά νεύρα (A5,6,7-κλάδοι του βραχιονίου πλέγματος). Ο μείζον θωρακικός (Μ.Θ) όσο αφορά την ενέργεια του, διαιρείται λειτουργικά σε δύο μυς, τον κλειδικό και το στερνοπλευρικό ή στερνικό. Το κλειδικό τμήμα του Μ.Θ ενεργεί πρωταγωνιστικά στην κάμψη βραχιονίου και βοηθά στην απαγωγή όταν ο βραχίονας βρίσκεται ήδη σε απαγωγή 90 μοιρών. Το κλειδικό τμήμα του Μ.Θ σαν πρωταγωνιστής στην έκταση και στην προσαγωγή βραχιονίου. Τέλος τα δύο τμήματα του Μ.Θ εργάζονται πολύ δυνατά σε οριζόντια προσαγωγή και βοηθούν στην έσω στροφή (Δούκας, 2001, Σχήμα 1.5, 1.4).

Πλατύς ραχιαίος: Ο πλατής αυτός μυς καλύπτει τα μέσα και κατώτερα τμήματα της πλάτης. Εκφύεται από τις ακανθώδεις αποφύσεις των έξι κατώτερων θωρακικών σπονδύλων, των οσφυϊκών, των ιερών σπονδύλων, από το οπίσθιο τμήμα της λαγόνιας ακρολοφίας μέσω της θωρακοσφυϊκής περιτονίας, από τις τρεις ή τέσσερις κατώτερες πλευρές και από την κάτω γωνία της ωμοπλάτης (Σχήμα 1.4). Καταφύεται στο έδαφος της αύλακας του δικεφάλου στο βραχιόνιο οστό (R.J.Stone-Judith.A.Stone 2000). Ο πλατής ραχιαίος ψηλαφάτε στο οπίσθιο τοίχωμα της μασχάλης, κοντά στην κατάφυσή του (Horrenfeld, 2008) και νευρώνεται από το θωρακοραχιαίο νεύρο (A6,7,8) (Κουτσάμπελας, 2005).

Παρουσιάζει πλεονεκτική γωνία έλξης για την έκταση και προσαγωγή του βραχίονα, ειδικά όταν αυτός είναι ανυψωμένος μεταξύ 30-90 μοίρες. Η ηλεκτρομυογραφία έχει επιβεβαιώσει την ενεργοποίηση του πλατή ραχιαίου στην έκταση και προσαγωγή σε στατικές και δυναμικές κινήσεις (Hamilton & Luttgens, 2003) καθώς επίσης και στην έσω στροφή του βραχιονίου, αν και στην τελευταία περίπτωση υπάρχει αμφισβήτηση (Basmajian, De Luca, 1985).

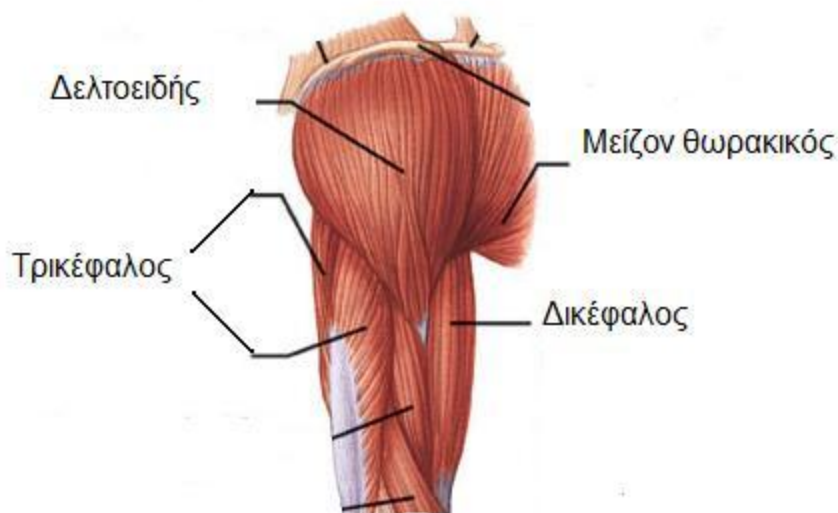
Δικέφαλος: ο μυς εκφύεται με την μακρά κεφαλή από το υπεργλήνιο φύμα της ωμοπλάτης και με την βραχία κεφαλή από την κορακοειδή απόφυση (Σχήμα 1.5). Καταφύεται με λεπτό τένοντα στην περιτονία του πήχη και με ισχυρό κυλινδρικό τένοντα στο κερκιδικό όγκωμα της κερκίδας (Κουτσάμπελας, 2005). Νευρώνεται από το μυοδερματικό νεύρο (A5,6,7).

Ουσιαστικά είναι μυς της άρθρωσης του αγκώνα αλλά διέρχεται από την άρθρωση του ώμου και δραστηριοποιείται σε κινήσεις του βραχίονα. Και οι δύο κεφαλές ενεργοποιούνται στην κάμψη και στην απαγωγή με αντίσταση όταν ο αγκώνας είναι

ίσιος. Επίσης ο μυς είναι δραστήριος στην οριζόντια προσαγωγή ενάντια σε αντίσταση και στην έσω στροφή (Hamilton & Luttgens, 2003).

Τρικέφαλος : Ο μυς εκφύεται με τρεις κεφαλές από το υπογλήνιο φύμα της ωμοπλάτης και από τον επιχείλιο χόνδρο της άρθρωσης του ώμου (μακρά κεφαλή) από την οπίσθια και έξω επιφάνια του βραχιονίου (έξω κεφαλή) και από την οπίσθια και έσω επιφάνια του βραχιονίου (έσω κεφαλή). Οι τρεις κεφαλές καταφύονται με κοινό τένοντα ωλέκρανο (Κουτσάμπελας, 2005). Νευρώνεται από το κερκιδικό νεύρο(A6,7,8,Θ1). Ο τρικέφαλος είναι κύριος μυς του αγκώνα αλλά ενεργοποιείται στις κινήσεις του βραχιονίου επειδή η μακρά κεφαλή διέρχεται από την άρθρωση του ώμου. Υποβοηθά στην προσαγωγή, έκταση και υπερέκταση βραχιονίου (Hamilton & Luttgens, 2003, Σχήμα 1.5).

Μείζον στρογγύλος : Ο μυς εκφύεται από την οπίσθια επιφάνια της ωμοπλάτης από την κάτω γωνία αυτής, και από την υπακάνθια περιτονία ενώ καταφύεται στο ελάσσων βραχιόνιο όγκωμα. Όταν εφαρμοστεί αντίσταση ενεργοποιείται κατά την έσω στροφή, προσαγωγή, και έκταση (Hamilton & Luttgens, 2003).



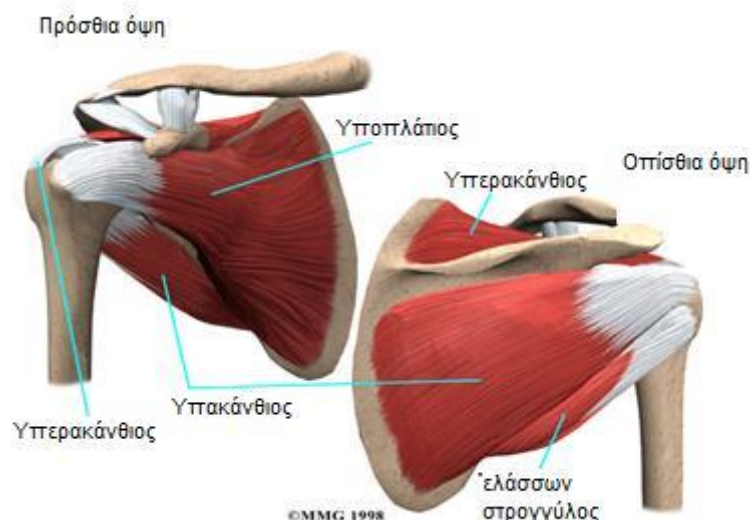
Σχήμα 1.5. Μύες της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης (www.rci.rutgers.edu).

Σταθεροποιοί μύες

Οι Wuelker et al (1998) αναφέρουν πως σταθεροποιητικό ρόλο στην άρθρωση του ώμου παίζουν οι παρακάτω μύες:

Υπερακάνθιος: Βασικός κινητοποιός αλλά και σταθεροποιός μυς αφού αποτελεί μέρος του στροφικού πετάλου. Εκφύεται από τον υπερακάνθιο βόθρο και από την υπερακάνθια περιτονία και καταφύεται στο μείζον βραχιόνιο όγκωμα (Σχήμα 1.4, 1.6). Ο μυς αυτός δρα μαζί με τον δελτοειδή κατά την απαγωγή του βραχίονα σε όλο το εύρος της κίνησης. Δρα επίσης κατά την κάμψη και την οριζόντια έκταση (Hamilton & Luttgens, 2003). Ως σταθεροποιός, τραβά την κεφαλή του βραχίονα μέσα ακριβώς στην άρθρωση κι έτσι προστατεύει τα προς τα άνω εξαρθήματα, τα οποία προσπαθεί να παρουσιάσει η ενέργεια του δελτοειδή αρχίζοντας έτσι την κίνηση της απαγωγής(Δούκας, 2001).

Υπακάνθιος και ελάσσων στρογγύλος: Ο υπακάνθιος μυς εκφύεται από τον υπακάνθιο βόθρο και από την ωμοπλατιαία άκανθα και καταφύεται στο μείζον βραχιόνιο όγκωμα (Σχήμα 1.6). Ο ελάσσων στρογγύλος εκφύεται από τον υπακάνθιο βόθρο, την υπακάνθια περιτονία και από το μεσομύιο διάφραγμα ενώ καταφύεται κι αυτός με τη σειρά του στο μείζον βραχιόνιο όγκωμα (Σχήμα 1.4, 1.6). Οι δύο αυτοί μύες που βρίσκονται στην οπίσθια επιφάνεια της ωμοπλάτης εκτελούν σχεδόν την ίδια ενέργεια, αν κι έχουν διαφορετική νεύρωση. Για το λόγο αυτό εξετάζονται μαζί ως προς την ενέργειά τους (Δούκας, 2001).



Σχήμα 1.6. Οι μύες του πετάλου των στροφέων (www.eorthopod.com).

Πέρα από τη δράση τους ως έξω στροφείς, αποτελούν μέρος του πετάλου των στροφένων κι έτσι έχουν στόχο την συγκράτηση της κεφαλής του βραχιονίου στην ωμογλήνη, αφού με την ενέργειά τους λειτουργούν αποτρεπτικά ως προς την εξάρθρωση του ώμου ειδικά όταν το βραχιόνιο βρίσκεται σε απαγωγή. Επιπλέον σε συνεργασία με τον υποπλάτιο κατασπών την κεφαλή του βραχιονίου εμποδίζοντας έτσι την προστριβή του επάνω στο ακρώμιο κατά την απαγωγή (Hamilton & Luttgens, 2003).

Υποπλάτιος: Εκφύεται από τον υποπλάτιο βόθρο και από τις υποπλάτιες γραμμές και καταφύεται στο ελάσσων βραχιόνιο όγκωμα (Δούκας, 2001). Ως μέρος του πετάλου των στροφένων, παίζει καθοριστικό ρόλο στην σταθεροποίηση της άρθρωσης του ώμου και είναι σημαντικός για την πρόληψη εξάρθρατος (Basmajian, De Luca, 1985). Ο μυς αυτός δρα μαζί με τον δελτοειδή κατά την απαγωγή του βραχίονα καθώς και κατά την κάμψη και οριζόντια έκταση. Όταν ενεργοποιείται ο υποπλάτιος, πρωταγωνιστεί στην έσω στροφή του βραχιονίου και ανταγωνίζεται τους υπακάνθιο κι ελάσσων στρογγύλο στην έξω στροφή. Τέλος ο μυς αυτός μαζί με τον υπακάνθιο και τον ελάσσων στρογγύλο αποτελούν το δυναμικό ζευγάρι στην απαγωγή και στην κάμψη του βραχίονα (Δούκας, 2001, Σχήμα 1.4, 1.6).

1.3.2 Μύες της ωμικής ζώνης

Το μυϊκό σύστημα της ωμικής ζώνης αποτελείται από μυς που έχουν ως ρόλο τόσο την σταθεροποίηση όσο και την κινητοποίηση της ωμοπλάτης.

Αυτοί είναι οι εξής:

Τραπεζοειδής: Αποτελείται από τέσσερις μοίρες. Εκφύεται από το ινιακό οστό, τον αυχενικό σύνδεσμο, τις ακανθώδεις αποφύσεις του έβδομου αυχενικού και όλων των θωρακικών σπονδύλων και καταφύεται: η πρώτη μοίρα στο οπίσθιο χείλος του έξω 1/3 της κλείδας, η δεύτερη μοίρα από την κορυφή του ακρωμίου, η τρίτη καταφύεται στο άνω χείλος της ωμοπλατιαίας άκανθας και η τέταρτη στην βάση της ωμοπλατιαίας άκανθας. Η πρώτη μοίρα εκτελεί ανάσπαση, η δεύτερη ανάσπαση, άνω στροφή και προσαγωγή, η τρίτη μοίρα προσαγωγή και η τέταρτη άνω στροφή κατάσπαση και προσαγωγή (Hamilton & Luttgens, 2003). Ταυτόχρονη σύσπαση όλων των μοιρών προκαλεί έλξη της ωμοπλάτης προς τα έσω και πίσω, στρέφει την ωμοπλάτη προς τα πάνω (20 μοίρες) παίζοντας ένα μικρό ρόλο στην απαγωγή αλλά

ένα σημαντικό ρόλο στην μεταφορά βαριών αντικειμένων, ενώ τέλος εμποδίζει το κρέμασμα του βραχίονα και την απομάκρυνση της ωμοπλάτης από το υπόλοιπο σώμα (Karandji, 2001).

Ρομβοειδείς μύες: Εκφύονται από τις ακανθώδεις αποφύσεις του έβδομου αυχενικού και των πέντε πρώτων θωρακικών σπονδύλων και καταφύονται στο σπονδυλικό χείλος της ωμοπλάτης από την άκανθα μέχρι την κάτω γωνία (Hamilton & Luttgens, 2003). Αυτοί έλκουν την κάτω γωνία προς τα άνω και έσω και έτσι ανυψώνουν την ωμοπλάτη και την στρέφουν προς τα κάτω και καθλώνουν την κάτω γωνία της ωμοπλάτης στις πλευρές. Παράλυση των ρομβοειδών μυών ακολουθείται από απομάκρυνση της ωμοπλάτης από το θωρακικό τοίχωμα (Karandji, 2001).

Ανεκκτήρας της ωμοπλάτης: Εκφύεται από τις εγκάρσιες αποφύσεις των πρώτων τεσσάρων αυχενικών σπονδύλων και καταφύεται στο σπονδυλικό χείλος της ωμοπλάτης ανάμεσα στην έσω γωνία και την ωμοπλατιαία άκανθα (Hamilton & Luttgens, 2003). Έλκει την άνω γωνία προς τα πάνω και έσω κατά 2 ή 3 cm. Ενεργοποιείται κατά την μεταφορά φορτίου. Η παράλυσή του προκαλεί κρέμασμα της ωμικής ζώνης (Karandji, 2001).

Πρόσθιος οδοντωτός: Ο μυς αυτός εκφύεται από την έξω επιφάνια των άνω εννέα πλευρών στην πλευρά του θώρακα και καταφύεται στην πρόσθια επιφάνια του σπονδυλικού χείλους και την κάτω γωνία της ωμοπλάτης. Η άνω και η κάτω μοίρα του πρόσθιου οδοντωτού (Π.Ο) και του τραπεζοειδή συνεργάζονται και σχηματίζουν ένα ζεύγος δυνάμεων για την άνω στροφή της ωμοπλάτης. Ο Π.Ο είναι ιδιαίτερα δραστήριος σε δραστηριότητες προώθησης του άνω άκρου για να πιάσει μακρινά αντικείμενα. Επίσης είναι σημαντικός σταθεροποιητής της ωμοπλάτης πάνω στο θωρακικό τοίχωμα (Hamilton & Luttgens, 2003).

Ελάσσων θωρακικός: ο μυς αυτός εκφύεται από την πρόσθια επιφάνια την τρίτης, τέταρτης και πέμπτης πλευράς και καταφύεται στην κορυφή της κορακοειδούς απόφυσης (Hamilton & Luttgens, 2003). Ο ελάσσων θωρακικός κατασπά την ωμική ζώνη έτσι ώστε η ωμογλήνη να στρέφει προς τα κάτω, έλκει την ωμοπλάτη προς τα έξω και μπροστά έτσι ώστε το οπίσθιο χείλος της να απομακρύνεται από το θωρακικό τοίχωμα (Karandji, 2001, Σχήμα 1.4).

Υποκλείδιος: ο μυς εκφύεται από τον χόνδρο της πρώτης πλευράς και καταφύεται στην κάτω επιφάνια της κλείδας (Κουτσάμπελας, 2005). Κατασπά την κλείδα και επομένως και την ωμική ζώνη, πιέζει το έσω άκρο πάνω στην λαβή του στέρνου και έτσι φέρει σε σύνταξη τις αρθρικές επιφάνειες της στερνοκλειδικής άρθρωσης (Karandji, 2001, Σχήμα 1.4).

1.4. Κινήσεις

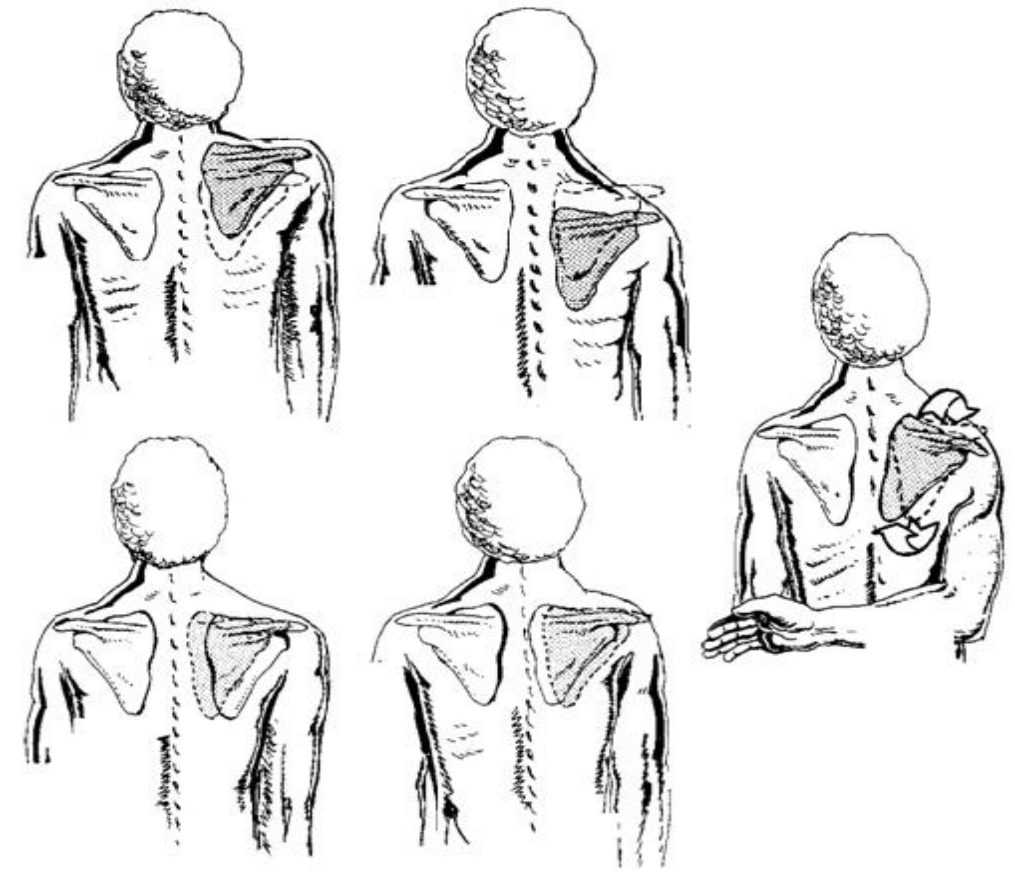
Για την καλύτερη κινησιολογική ανάλυση των κινήσεων που πραγματοποιούνται στην άρθρωση του ώμου θεωρείται αναγκαίος ο διαχωρισμός σε κινήσεις που πραγματοποιούνται στην ωμική ζώνη και σε κινήσεις της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης.

1.4.1. Κινήσεις ωμικής ζώνης

Οι κινήσεις της ωμικής ζώνης συνηθίζεται να ορίζονται σε σχέση με την κίνηση της ωμοπλάτης. Αυτό δεν σημαίνει απαραίτητα ότι η κίνηση πραγματοποιείται αποκλειστικά στην άρθρωση μεταξύ ωμοπλάτης και κλείδας. Κίνηση της ωμοπλάτης συνεπάγει κινητικότητα τόσο στην ακρωμιοκλειδική όσο και στην στερνοκλειδική άρθρωση. Οι κινήσεις της ωμικής ζώνης περιγράφονται ως εξής:

Ανάσπαση

Είναι μία προς τα άνω κλίση της ωμοπλάτης, με το σπονδυλικό χείλος να παραμένει παράλληλο προς τη σπονδυλική στήλη (Σ.Σ). Η ανάσπαση της ωμοπλάτης είναι άμεσο αποτέλεσμα της ανύψωσης του έξω άκρου της κλείδας, μια κίνηση που εκτυλίσσεται στην στερνοκλειδική άρθρωση. Όσο πιο μακριά βρεθούν οι κλείδες από την οριζόντια θέση, τόσο πιο κοντά αναμεταξύ τους θα μετακινηθούν οι ωμοπλάτες (Hamilton & Luttgens, 2003). Αυτές οι κάθετες κινήσεις είναι υποχρεωτικά σχετιζόμενες με μερική κλίση ωμοπλάτης και το συνολικό εύρος κίνησης αντιστοιχεί σε 10 με 12 cm (Karandji, 2001).



Σχήμα 1.7. Οι κινήσεις της ωμοπλάτης (τροποποιημένο από Δούκα, 2001).

Κατάσπαση

Η επαναφορά από τη θέση ανάσπασης. Δεν υπάρχει κατάσπαση πέρα από τη φυσιολογική θέση ηρεμίας (Hamilton & Luttgens, 2003).

Προσαγωγή

Με τον όρο προσαγωγή εννοούμε την κίνηση, κατά την οποία η ωμοπλάτη κινείται σε μία προς τα πίσω διεύθυνση κατά τέτοιο τρόπο, ώστε η έσω επιφάνειά της (σπονδυλική) να πλησιάζει τη Σ.Σ (Δούκας, 2001).

Απαγωγή

Με τον όρο απαγωγή εννοούμε την κίνηση, κατά την οποία η ωμοπλάτη κινείται σε μία αντίθετη φορά ως προς την προσαγωγή, δηλαδή η έσω επιφάνεια της ωμοπλάτης απομακρύνεται από τη Σ.Σ (Δούκας, 2001). Το συνολικό εύρος μεταξύ των δύο αυτών ακραίων θέσεων είναι 15 cm (Karandji, 2001).

Ανω και κάτω στροφή

Η στροφή της ωμοπλάτης πραγματοποιείται γύρω από έναν άξονα κάθετο στο επίπεδο της ωμοπλάτης και τοποθετημένο λίγο πιο κάτω από την ωμοπλατιαία άκανθα όχι μακριά από την άνω έξω γωνία .

Κάτω στροφή: η κάτω γωνία μετακινείται προς τα έσω, η άνω-έξω γωνία μετακινείται προς τα κάτω και η ωμογλήνη τείνει να στρέφει προς τα κάτω.

Άνω στροφή: αυτή είναι η αντίθετη κίνηση κατά την οποία η ωμογλήνη τείνει να στρέφει πιο άμεσα προς τα πάνω και η άνω-έξω γωνία μετακινείται προς τα πάνω. Το συνολικό εύρος κίνησης αντιστοιχεί σε 60° (Karandji, 2001).

Άνω και κάτω κλίση

Η άνω κλίση είναι μια περιστροφή της ωμοπλάτης γύρω από τον μετωπιαίο άξονα έτσι ώστε η οπίσθια επιφάνεια να κοιτάζει ελαφρώς προς τα πάνω και η κάτω γωνία να προεξέχει από την πλάτη. Συμβαίνει μόνο σε συνδυασμό με την υπερέκταση του βραχιονίου. Η κάτω κλίση είναι η επαναφορά από την άνω κλίση (Hamilton & Luttgens,2003).

1.4.2 Κινήσεις γληνοβραχιόνιας άρθρωσης

Ο ώμος είναι η πιο ευκίνητη απ όλες τις αρθρώσεις στο ανθρώπινο σώμα (Karandji, 2001). Διαθέτει τρεις βαθμούς ελευθερίας που απατούνται τόσο στις **φυσιολογικές** (στροφικές) κινήσεις όσο και στις **επικουρικές** (μεταφορικές) κινήσεις.

Φυσιολογικές κινήσεις

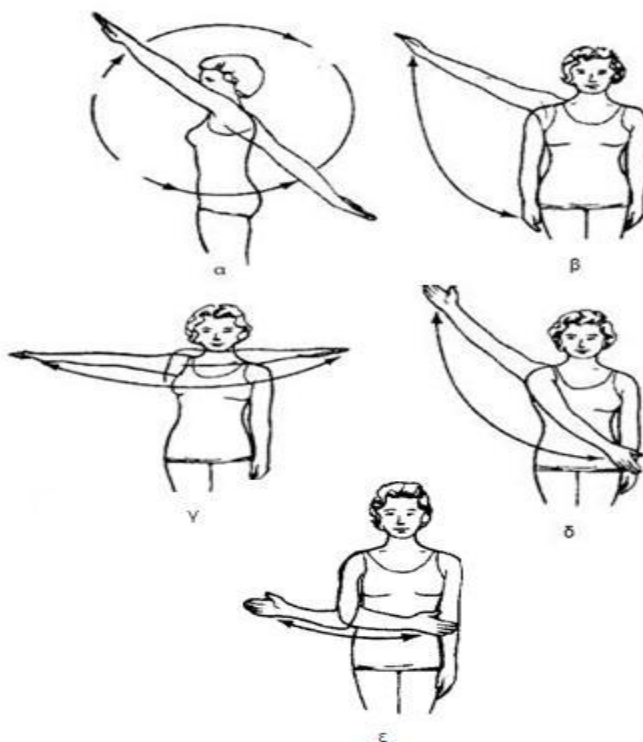
Κάμψη: Η κάμψη της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης ορίζεται ως η κίνηση του βραχιονίου προς τα μπρός και μέσα, μπροστά από το στήθος. Από 0 έως 60 μοίρες η κίνηση εκτελείται από τις πρόσθιες ίνες του δελτοειδή, κορακοβραχιόνιο, και κλειδική μοίρα μείζων θωρακικού (Alter, 1992). Στην συνέχεια η κίνηση από 60 έως 180 μοίρες υποστηρίζεται από την κίνηση της ωμοπλάτης σε μια αναλογία 2/1, δηλαδή 2 βραχιόνια κίνηση και 1 ωμοπλατιαία κίνηση.

Έκταση και υπερέκταση: η έκταση είναι η αντίθετη κίνηση από την κάμψη, ενώ η υπερέκταση είναι η προς τα πάνω κίνηση του βραχιονίου στο πίσω επίπεδο του σώματος (Alter 1992). Το εύρος της υπερέκτασης είναι μικρό από 0 έως 45-50 μοίρες (Karandji, 2001).

Απαγωγή: είναι μια κίνηση προς το πλάι και πάνω σε ένα επίπεδο παράλληλο προς το επίπεδο της ωμοπλάτης (Hamilton & Luttgens, 2003). Το πλήρες εύρος της κίνησης είναι 180 μοίρες και περιλαμβάνει για την πλήρη απαγωγή και έξω στροφή βραχιονίου.

Προσαγωγή: ως προσαγωγή της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης ορίζεται η επιστροφή του βραχιονίου από θέση απαγωγής στην κανονική θέση αιώρησης. Η κίνηση περιορίζεται, όταν το βραχιόνιο έρχεται σε επαφή με τον κορμό του σώματος (Alter, 1992).

Έσω στροφή: η έσω στροφή της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης μπορεί να μετρηθεί με τρεις διαφορετικές μεθόδους. Αυτές περιλαμβάνουν τη στροφή με το βραχίονα στο πλευρό, τη στροφή με το βραχίονα σε απαγωγή και τη στροφή με το βραχίονα ανυψωμένο πίσω. Το εύρος της κίνησης περιορίζεται από την ανεπάρκεια των συσταλτών ιστών, την τάση της άνω επιφάνειας του αρθρικού θύλακα και την τάση των μυών που στρέφουν την άρθρωση προς τα έξω (υπακάνθιο και ελάσσω στρογγύλο) (Alter, 1992).



Σχήμα 1.8. Κινήσεις του βραχιονίου : (α) κάμψη, έκταση, υπερέκταση, περιαγωγή (β) απαγωγή, προσαγωγή (γ) οριζόντια απαγωγή και προσαγωγή (δ)

διαγώνια απαγωγή και προσαγωγή (ε) έσω και έξω στροφή (τροποποιημένο από Hamilton & Luttgens, 2003).

Έξω στροφή: η έξω στροφή της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης μετράται με τις μεθόδους που προαναφέρθηκαν. Το εύρος της κίνησης περιορίζεται από την ανεπάρκεια των συστατικών ιστών, την τάση της άνω επιφάνειας του αρθρικού θύλακα και του κορακοβραχιόνιου συνδέσμου και την τάση των μυών που στρέφουν την άρθρωση προς τα έσω (υποπλάτιος, μείζον θωρακικός, πλατής ραχιαίος και μείζον στρογγύλος) (Alter, 1992).

Οριζόντια προσαγωγή: η οριζόντια-εγκάρσια προσαγωγή ορίζεται ως η κίνηση του βραχιονίου προς τα μέσα και μπροστά, ενώ είναι ανυψωμένο σε οριζόντια θέση. Το εύρος της κίνησης αυτής κυμαίνεται από 0 έως 130 μοίρες (Alter, 1992).

Οριζόντια απαγωγή: είναι η επαναφορά του άνω άκρου από την οριζόντια προσαγωγή στην αρχική θέση.

Επικουρικές κινήσεις

Οι επικουρικές κινήσεις στην άρθρωση του ώμου περιλαμβάνουν:

- 1) Προσθιοπίσθια ολίσθηση
- 2) Οπισθιοπρόσθια ολίσθηση
- 3) Κεφαλική
- 4) Ουραία
- 5) Έλξη
- 6) Συμπίεση (Kisner & Colby, 2003).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Εμβιομηχανική ώμου.

Όπως είναι γνωστό η σταθερότητα σε μία άρθρωση δρα αντιστρόφως ανάλογα με την κινητικότητα της. Έτσι λοιπόν η άρθρωση του ώμου λόγω της μεγάλης κινητικότητας απαιτεί περεταίρω σταθεροποίηση, προκειμένου την τοποθέτηση του άνω άκρου στο χώρο και την επιτέλεση των διαφόρων λειτουργιών.

2.2 Υποστηρικτικές δομές γληνοβραχιόνιας άρθρωσης.

Με τον όρο « υποστηρικτικές δομές » εκφράζεται το σύνολο των οστικών, μυϊκών και θυλακοσυνδεσμικών στοιχείων μιας άρθρωσης που συνεργάζονται με σκοπό την σταθερότητά της.

Χωρίζονται σε στατικούς και δυναμικούς σταθεροποιητές.

Οι στατικοί σταθεροποιητές του ώμου περιλαμβάνουν την κεφαλή του βραχιονίου, την κοιλότητα της ωμογλήνης καθώς και το παρεμβαλλόμενο μαλακό ιστό. Ο μαλακός ιστός αναφέρεται στον ινώδη θύλακα, τους γληνοβραχιόνιους συνδέσμους και το χείλος της ωμογλήνης.

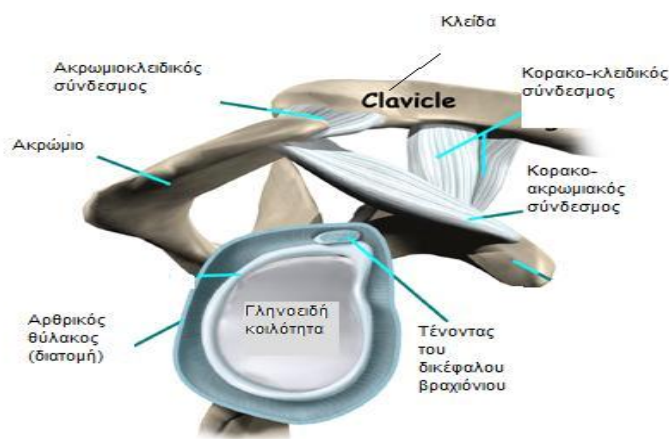
Οι δυναμικοί σταθεροποιητές περιλαμβάνουν το νευρομυϊκό σύστημα της ωμοπλάτης και του βραχιονίου.

2.2.1 Στατικοί σταθεροποιητές

Ενώ οι αρθρικές επιφάνειες της άρθρωσης του ώμου ταιριάζουν απόλυτα μεταξύ τους (Soslowsky et al, 1992), υπάρχει ελάχιστη οστική συγκράτηση της βραχιόνιας κεφαλής στην γληνοειδή κοιλότητα. Μόνο το 25% της βραχιόνιας κεφαλής είναι σε επαφή με την γληνοειδή κοιλότητα σε μια δεδομένη θέση του ώμου. Κάτω από φυσιολογικές συνθήκες ο ινώδης θύλακας της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης είναι σχετικά μεγάλος και χαλαρός. Στην απαγωγή χαλαρώνει το άνω τμήμα του θυλάκου ενώ εξαλείφεται λόγω διάτασης η μασχαλιαία πτυχή του κάτω τμήματός του (Charles et al, 1990).

Η σχετική συνεργασία των θυλακοσυνδεσμικών σταθεροποιητών για τη σταθερότητα της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης είναι μεταβλητή. Στην ουδέτερη θέση του βραχιονίου αναπτύσσονται τάση οι άνω και μέσος γληνοβραχιόνιοι σύνδεσμοι. Σε μέτρια απαγωγή δραστηριοποιείται ο μέσος και η άνω δεσμίδα του κάτω

γληνοβραχιόνιου συνδέσμου, ενώ σε μεγάλη απαγωγή, μέγιστη αντίσταση προσφέρει κυρίως ο κάτω γληνοβραχιόνιος (Bigliani et al, 1996; Connell et al, 1990). Ο άνω γληνοβραχιόνιος σύνδεσμος αρχικά περιορίζει την προσπάθεια και τη προς τα κάτω κίνηση του της προσαγωγής του βραχιονίου. Ο μέσος γληνοβραχιόνιος σύνδεσμος αρχικά περιορίζει την πρόσθια κίνηση στο κατώτερο και μέσο εύρος απαγωγής (Bowen & Warren, 1991; O'Brien et al, 1990). Ο κάτω γληνοβραχιόνιος σύνδεσμος είναι ο μακρύτερος και ισχυρότερος των γληνοβραχιόνιων συνδέσμων και έχει αναγνωρισθεί και ως ο πρώτος στατικός σταθεροποιητής εναντίων της πρόσθια, οπίσθιας και προς τα κάτω κίνησης όταν το βραχιόνιο είναι σε απαγωγή πέρα από 45 μοίρες (O'Brien et al, 1990).

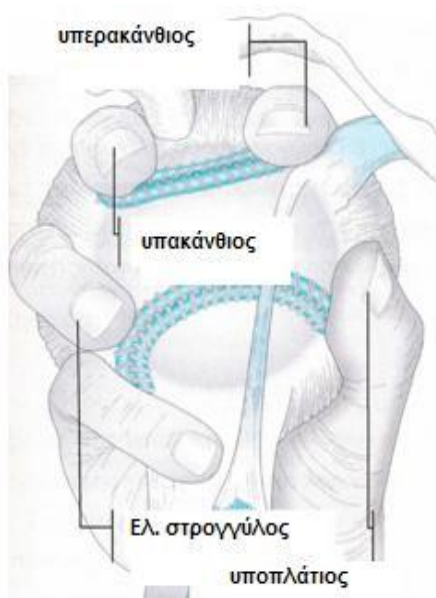


Σχήμα 2.1. Οβελιαία απεικόνιση της ωμογλήνης και των συνδέσμων της άρθρωσης του ώμου (www.injurycenterhouston.com).

Ο επιχείλιος χόνδρος είναι ένας δακτύλιος από ινώδη και ινοχόνδρινο ιστό που περιβάλλει την περιφέρεια της ωμογλήνης, διπλασιάζοντας σχεδόν το βάθος της αρθρικής επιφάνιάς της (Howell et al, 1989; Moseley et al, 1962). Προς τα κάτω είναι σταθερός, αλλά είναι χαλαρός και κινητός σε προσθοπίσθια κατεύθυνση. Επίσης ο επιχείλιος χόνδρος της ωμογλήνης δημιουργεί μεταβολές στο μέγεθος, προσφέρει σταθερότητα με την αύξηση του βάθους της γληνοειδούς κοιλότητας με ένα μέσο όρο 4,5-9mm σε άνω-κάτω κατεύθυνση και ένα μέσο όρο 2,5-5mm σε προσθοπίσθια κατεύθυνση (Howell & Galinat, 1989).

2.2.2 Δυναμικοί σταθεροποιητές

Ένας αριθμός από ηλεκτρομυογραφικές μελέτες έχουν δείξει ότι το πετάλο των στροφένων εργάζεται σε ένα συνδυασμό συνεργικής δράσης για την δημιουργία συμπιεστικών δυνάμεων στην γληνοβραχιόνια άρθρωση κατά την διάρκεια κίνησης του ώμου (Bradley et al, 1991; Kronberg et al, 1995). Η σύσπαση αυτών των μυών αποτρέπει ακόμα και εξάρθρημα μετά από πλήρη προσθοπίσθια ρήξη του θύλακα (Arreleena et al, 1998). Σε αντίθετη περίπτωση, η περιορισμένη σύσπαση του στροφικού πετάλου οδηγεί σε πρόσθια και οπίσθια ολίσθηση της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης κατά την απαγωγή, ενώ σε αδυναμία τους μπορεί να προκληθεί αυξημένη άνω ολίσθηση της κεφαλής του βραχιονίου κατά την διάρκεια ανύψωσης του ώμου (Wuelker et al, 1998). Ακτινολογική απεικόνιση της κινηματικής της άρθρωσης του ώμου σε ένα φυσιολογικό ώμο έχει δείξει ότι το κέντρο της βραχιόνιας κεφαλής αποκλίνει από το κέντρο της γληνοειδούς κοιλότητας όχι περισσότερο από 0,3 mm καθ όλη την διάρκεια της απαγωγής στο πλάγιο της ωμοπλάτης. Με την κόπωση του πετάλου των στροφένων και του δελτοειδή, υπήρχε ένας μέσος όρος 2,5mm μετακίνησης της βραχιόνιας κεφαλής (Chen et al, 1999).



Σχήμα 2.2. Οι μύες του πετάλου των στροφένων από μια άλλη πλευρά της ωμοπλάτης, περικυκλώνουν την βραχιόνια κεφαλή και ελέγχουν την θέση της όπως πιάνουν τα δάκτυλα του ρίππη του μπέιζμπολ την μπάλα. (τροποποιημένο από Harryman et al, 1992).

Επιπρόσθετα, οι τένοντες του στροφικού πετάλου καταφύονται σε ένα πλατή σχηματισμό στα βραχιόνια ογκώματα. Οι καταφύσεις αυτές είναι σφιχτά προσκολλημένες κάτω από τον ινώδη θύλακα δημιουργώντας έναν φραγμό μαλακού ιστού της υπερβολικής κίνησης της βραχιόνιας κεφαλής (Hayes et al, 2002).

Ο δικέφαλος βραχιόνιος υποστηρίζει το πέταλο των στροφένων στην δημιουργία συμπιεστικών δυνάμεων στην γληνοβραχιόνια άρθρωση (Mark et al, 1994 ; Itoi et al, 1994). Στην απαγωγή και έξω στροφή σε πτωματικά μοντέλα ώμου, στατική φόρτιση του πετάλου των στροφένων και του δικέφαλου βραχιόνιου μείωσε σημαντικά τα μεγέθη της προσομοίωσης της προσπάθειας μετακίνησης της βραχιόνιας κεφαλής. Σε θέσεις αύξησης της αστάθειας του ώμου ο δικέφαλος βραχιόνιος έδειξε μια μεγαλύτερη συμβολή στην σταθερότητα του ώμου από ότι οι μύες του πετάλου των στροφένων μεμονωμένα (Itoi et al, 1994).

2.3 Ωμοβραχιόνιος ρυθμός.

Όπως είναι γνωστό η κίνηση του βραχιονίου κατά την κάμψη ή την απαγωγή συνεπάγει την ταυτόχρονη άνω στροφή της ωμοπλάτης κατά την ανύψωση του ώμου σε φυσιολογικά άτομα (Mc Quade et al, 1998).

Η κάθε κίνηση του ώμου είναι η συνισταμένη περισσότερων κινήσεων που λαμβάνουν χώρα ταυτόχρονα και αρμονικά με έναν αλάνθαστο και θαυμαστό μηχανισμό που ονομάζεται ωμοβραχιόνιος ρυθμός (Δούκας 2001).

Τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί συστηματικές μελέτες ως προς τον ωμοβραχιόνιο ρυθμό αλλά η κλασσική μελέτη της κίνησης του ώμου είναι αυτή του Inman και των συνεργατών του (Inman et al, 1944). Οι ερευνητές αυτοί μελέτησαν την κίνηση του ώμου τόσο σε μετωπιαίο (απαγωγή) όσο και σε οβελιαίο (κάμψη) επίπεδο μη παθολογικών ώμων αναφέροντας πως για κάθε 2 μοίρες γληνοβραχιόνιας κάμψης ή απαγωγής, πραγματοποιείται 1 μοίρα άνω στροφής στην ωμοπλατοθωρακική άρθρωση.

Έτσι δημιουργείται η συνολική αναλογία:

$$\begin{array}{l} \underline{\text{Γληνοβραχιόνια}} = \quad \underline{2} \\ \underline{\text{Ωμοπλατοθωρακική}} \quad \underline{1} \end{array}$$

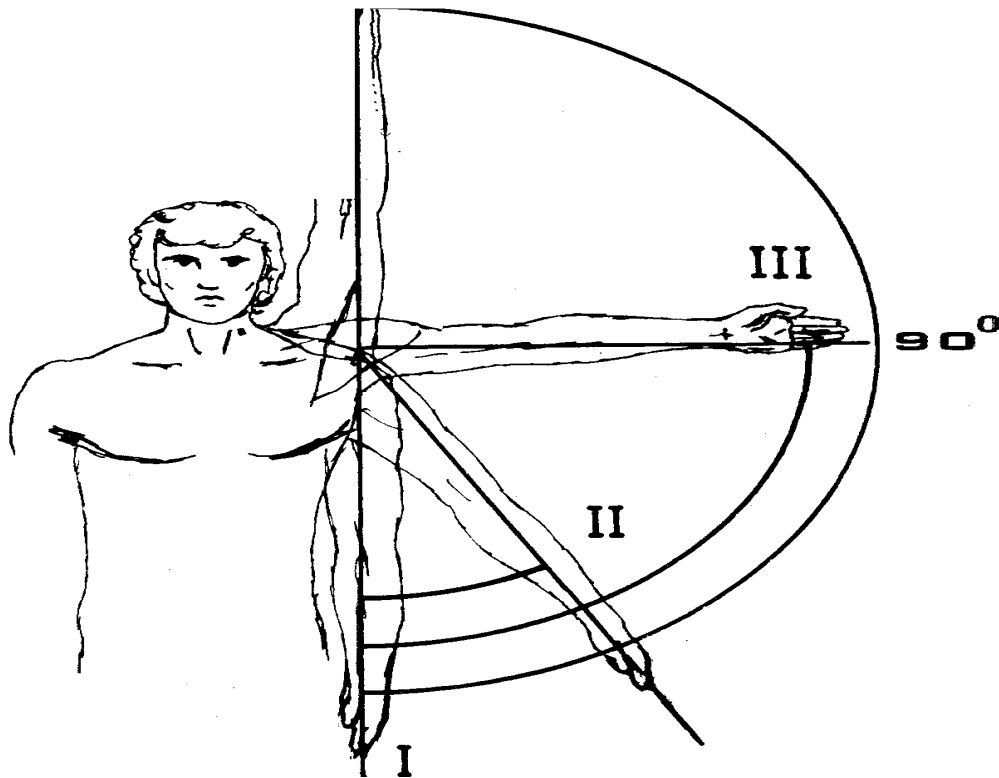
Η αναλογία έχει σημαντικές διαφοροποιήσεις από άτομο σε άτομο αλλά είναι κοινώς αποδεκτή 2:1 του συνολικού της κίνησης. Η σχέση 2:1 μεταξύ βραχιονίου και ωμοπλάτης είναι σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της κίνησης. Κατά τη φάση έναρξης της κίνησης ($0^\circ - 30^\circ$ απαγωγής, $0^\circ - 60^\circ$ κάμψης), η κίνηση είναι κύρια στη γληνοβραχιόνια άρθρωση ενώ η ωμοπλάτη επιζητά μια σταθερή θέση. Στο μέσο εύρος η ωμοπλάτη παρουσιάζει μεγαλύτερη κίνηση φτάνοντας σε μια αναλογία 1:1 με το βραχίονιο. Σε μεγαλύτερο εύρος η γληνοβραχιόνια άρθρωση υπερισχύει πάλι στην κίνηση (Kisner & Colby, 2003).

Μεταγενέστερα από τον Inman και τους συνεργάτες του, επιστημονικές μελέτες αναφέρουν ελαφρώς διαφορετικά αποτελέσματα, τα οποία δεν είναι ακριβώς συγκρίσιμα αφού για τη συλλογή τους στηρίχτηκαν στην απαγωγή του ώμου στο μετωπιαίο επίπεδο (Freedman et al, 1966 ; Graichen et al, 2000). Εκτός όμως από την ωμοπλάτη, η ανύψωση του βραχίονα έχει πάντα σαν συνοδό αποτέλεσμα την προς τα επάνω μετακίνηση της κλείδας, αφού κλείδα και ωμοπλάτη συνδέονται μεταξύ τους με την ακρωμιοκλειδική διάρθρωση. Οι κινήσεις της κλείδας κατά την ανύψωση του βραχιονίου πραγματοποιούνται τόσο στην στερνοκλειδική όσο και στην ακρωμιοκλειδική άρθρωση. Έτσι λοιπόν για κάθε 10° ανύψωσης του βραχίονα, η κλείδα ανυψώνεται κατά 4° περίπου. Μετά όμως από τις 90° η κίνηση της κλείδας παύει να υπάρχει ή υπάρχει πολύ λίγο στην στερνοκλειδική άρθρωση (Δούκας, 2001). Αυτή η κίνηση ολοκληρώνεται στα $2/3$ της κίνησης του ώμου (Mc Quade et al, 1998). Οι κινήσεις στην ακρωμιοκλειδική άρθρωση είναι τελείως διαφορετικές. Το ολικό εύρος κίνησης δεν είναι μεγαλύτερο από 20° και λαμβάνει χώρα στις πρώτες 30° για την απαγωγή και από την αρχή μέχρι τις 135° για την κάμψη (Δούκας, 2001). Άλλοι ερευνητές υποστηρίζουν πως η κίνηση της κλείδας κατά την κάμψη και την απαγωγή δεν ξεπερνά τις 10° (Pronk et al, 1993).

Η κίνηση του βραχίονα και της ωμοπλάτης μπορεί να διαιρεθεί σε σχέση με τον ωμοβραχιόνιο ρυθμό σε 4 φάσεις. (σχήμα 2.3, 2.4)

- Φάση 1^η: Ο βραχίονας, η κλείδα και η ωμοπλάτη βρίσκονται στην σωστή φυσιολογική τους θέση των 0° .

- Φάση 2^η: Απαγωγή του βραχίονα 30°. Η κλείδα ανυψώνεται στην στερνοκλειδική άρθρωση 12° χωρίς στροφή. Μια μικρού εύρους κίνηση παρουσιάζεται στην ακρωμιοκλειδική.

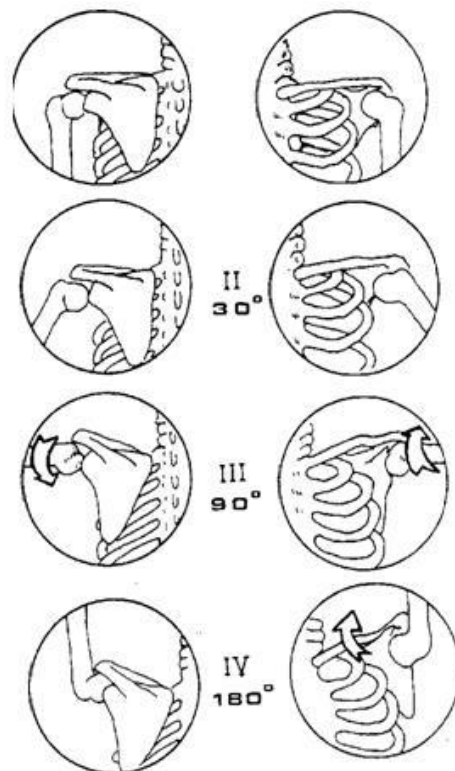


Σχήμα 2.3. Πλήρης απαγωγή του βραχιονίου, διαχωρισμός του εύρους τροχιάς σε τέσσερις φάσεις (τροποποιημένο από Δούκα, 2001).

- Φάση 3^η: Απαγωγή βραχίονα 90° (60° στην γληνοβραχιόνια άρθρωση και 30° στροφή στην ωμοπλάτη). Η κλείδα ανυψώνεται 30° και αυτό αποτελεί το τέλος της κίνησής της (χωρίς στροφή). Όλες οι κινήσεις λαμβάνουν χώρα στην στερνοκλειδική άρθρωση. Ο βραχίονας στρέφεται γύρω από τον άξονά του 90° (έξω στροφή).
- Φάση 4^η: Απαγωγή του βραχίονα 180° (120° στον βραχίονα και 60° στην ωμοπλάτη). Η κλείδα δεν έχει καθόλου ανυψωθεί στην στερνοκλειδική άρθρωση, αλλά στρέφεται γύρω από τον άξονά της 45° και ανυψώνεται, λόγω του σχήματός της, 30° ακόμη. (Δούκας, 2001).

2.4 Αρθροκινηματική.

Όπως έχει προαναφερθεί εκτός από τις φυσιολογικές κινήσεις στην άρθρωση του ώμου υπάρχουν και επικουρικές που τις συνοδεύουν. Αν και οι κινήσεις αυτές δεν πραγματοποιούνται εκούσια παίζουν σημαντικό ρόλο στην ομαλότητα και αρμονία των φυσιολογικών κινήσεων. Ο τρόπος με τον οποίο οι επικουρικές κινήσεις συνοδεύουν τις φυσιολογικές περιγράφονται από το νόμο “κοίλου-κυρτού”. Σύμφωνα με το νόμο αυτό, όταν μία κυρτή επιφάνεια (κεφαλή βραχιονίου) κινείται σε μία κοίλη (ωμογλήνη) τότε πραγματοποιείται ολίσθηση της κυρτής επιφάνειας σε αντίθετη κατεύθυνση από τη φορά της κίνησης.



Σχήμα 2.4. Οι κινήσεις της κλείδας και της ωμοπλάτης κατά την διάρκεια της απαγωγής του βραχίονα στις διάφορες φάσεις. (Τροποποιημένο από Δούκα, 2001)

2.4.1 Αρθροκινηματική γληνοβραχιόνιας άρθρωσης.

Κατά τις φυσιολογικές κινήσεις του βραχίονα η κυρτή κεφαλή ολισθαίνει σε αντίθετη κατεύθυνση από αυτή του βραχιονίου (Πίνακας 2.1).

Αν το βραχιόνιο είναι σταθεροποιημένο και η ωμοπλάτη κινείται, η κοίλη ωμογλήνη ολισθαίνει προς την ίδια κατεύθυνση που κινείται η ωμοπλάτη (Kisner & Colby, 2003). Όσον αφορά τη γληνοβραχιόνια άρθρωση, έχει αμφισβητηθεί η εφαρμογή του νόμου “κοίλου-κυρτού” από πολλούς ερευνητές. Οι ερευνητές αυτοί

αναφέρουν πώς, υπό συνθήκες, κατά την κάμψη στο πρόσθιο ή διαγώνιο επίπεδο της ωμοπλάτης, η ολίσθηση της βραχιόνιας κεφαλής είναι ομόρροπη της κίνησης (Oatis, 2009).

Φυσιολογικές κινήσεις βραχιονίου	Κατεύθυνση της ολίσθησης της βραχιόνιας κεφαλής
Κάμψη	Οπίσθια
Έκταση	Πρόσθια
Απαγωγή	Κάτω
Προσαγωγή	Άνω
Έσω στροφή	Οπίσθια
Έξω στροφή	Πρόσθια
Οριζόντια προσαγωγή	Οπίσθια
Οριζόντια απαγωγή	Πρόσθια

Πίνακας 2.1. Επικουρικές ολισθήσεις της κεφαλής του βραχιονίου στις κινήσεις του ώμου (τροποποιημένο από Kisner & Colby, 2003).

2.4.2 Αρθροκινηματική ακρομιοκλειδικής άρθρωσης

Κατά τις κινήσεις της ωμοπλάτης η ακρωμιακή επιφάνεια ολισθαίνει προς την ίδια κατεύθυνση που κινείται η ωμοπλάτη επειδή η επιφάνειά της είναι κοίλη. Οι κινήσεις που επηρεάζουν αυτή την άρθρωση περιλαμβάνουν τη στροφή προς τα άνω, τη στροφή προς τα κάτω, το “φερούγισμα” του νωτιαίου χείλους της ωμοπλάτης και το ανασήκωμα της κάτω γωνίας της (Kisner & Colby, 2003).

2.4.3 Αρθροκινηματική στερνοκλειδικής άρθρωσης.

Κατά τις πρόσθιες και οπίσθιες κινήσεις της κλείδας η αρθρική επιφάνεια ολισθαίνει προς την ίδια κατεύθυνση ενώ κατά τις άνω και κάτω κινήσεις της κλείδας η αρθρική επιφάνεια ολισθαίνει προς την αντίθετη κατεύθυνση (Πίνακας 2.2).

Οι κινήσεις της κλείδας πραγματοποιούνται ως αποτέλεσμα των κινήσεων της ωμοπλάτης, της ανάσπασης, της κατάσπασης, της προσθιολίσθησης (απαγωγής) και οπισθιολίσθησης (προσαγωγής) αντίστοιχα (Kisner & Colby, 2003).

Φυσιολογικές κινήσεις της κλείδας	Κατεύθυνση της ολίσθησης της κλείδας
Ανάσπαση	Κάτω
Κατάσπαση	Άνω
Προσθιολίσθηση	Πρόσθια
Οπισθιολίσθηση	Οπίσθια
Στροφή	Περιστροφή

Πίνακας 2.2. Οι κινήσεις της κλείδας και οι ταυτόχρονες ολισθήσεις της (τροποποιημένο από Kisner & Colby, 2003).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Ο ώμος στην πετοσφαίριση.

Η πετοσφαίριση, ή αλλιώς βολλεϋ όπως είναι γνωστό το άθλημα, επινοήθηκε το 1895 από τον William G.Morgan ο οποίος ήταν γυμναστής στο κολέγιο της ΧΑΝ στη Μασαχουσέτη των Η.Π.Α. Το 1964 η πετοσφαίριση γίνεται ολυμπιακό άθλημα στους ολυμπιακούς του Τόκιο (Ireland & Nattiv, 2002).

Η πετοσφαίριση περιλαμβάνει ενέργειες και ρίψης της μπάλας κυρίως πάνω από το κεφάλι. Βασικά συστατικά της πετοσφαίρισης είναι ενέργειες όπως το σερβίς, η υποδοχή, η πάσα και το καρφί που στην πλειονότητά τους απαιτούν χειρισμούς της μπάλας και ρίψη αυτής από τον αθλητή πάνω από το κεφάλι. Έτσι δίκαια οι πετοσφαιριστές ανήκουν στους “overhead athletes”. Η πιο θεαματική αλλά και δύσκολη από τεχνικής άποψης ενέργεια που παρατηρείται σε έναν αγώνα βολλεϋ είναι το καρφί, το οποίο συναντάται τόσο στο σερβίς (επιθετικό) όσο και κατά τη διάρκεια του αγώνα και αποτελεί τη μέγιστη ταχοδυναμική κίνηση με σκοπό τη ρίψη της μπάλας.

Η ενέργεια του καρφώματος είναι αρκετά παρόμοια με μια υπερυψωμένη κίνηση ρίψης. Κατά τη διάρκεια αυτής οι πετοσφαιριστές πηδούν ψηλά στον αέρα για να χτυπήσουν την μπάλα στο υψηλότερο σημείο του άλματος. Υπάρχει μια περίοδος οπλισματος του ώμου ακριβώς πριν από το σημείο της επαφής με τη μπάλα όπου ο ώμος απάγεται και στρέφεται προς τα έξω με τον αγκώνα λυγισμένο. Κατόπιν ερχόμενος σε επαφή με την μπάλα πραγματοποιεί μια ισχυρή πρόσθια κάμψη και μια έσω περιστροφή του ώμου με ταυτόχρονη έκταση του αγκώνα. Αυτή η δραστηριότητα έχει συνδεθεί με αρκετά υψηλή συχνότητα τραυματισμών (Briner et al, 1999 ; Goodwin-Gerberich et al, 1987 ; Watkins et al, 1992).

Η κίνηση της ρίψης τόσο στην πετοσφαίριση δια μέσω του καρφιού όσο στο tennis, στο handball και στο baseball δια μέσω του σερβίς είναι παρόμοια και προσαρμόζεται ανάλογα στις απαιτήσεις του κάθε αθλήματος.

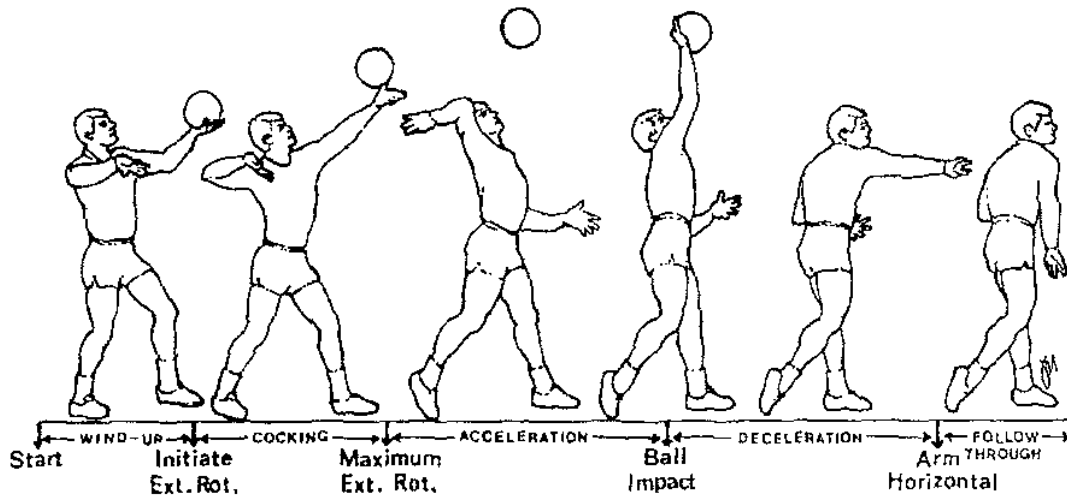
Για την καλύτερη ανάλυση της ρίψης είναι δόκιμος ο διαχωρισμός της σε επιμέρους φάσεις. Οι φάσεις αυτές εκτός από την ετοιμασία του αθλητή στο αρχικό στάδιο διαφέρει από άθλημα σε άθλημα ενώ έχουν μεγάλες ομοιότητες και περιγράφονται αναλυτικά ώστε να γίνει κατανοητή η επιβάρυνση του ώμου. Η αλλαγή

από τη μία φάση στην άλλη καθορίζεται από τις αλλαγές στις δυνάμεις και τη δραστηριοποίηση των μυών που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια του κύκλου.

3.1.1. Οι φάσεις της ρίψης στην πετοσφαίριση

Οι βασικότερες ενέργειες με το άνω άκρο πάνω από το επίπεδο της κεφαλής που εκθέτουν τον ώμο σε κίνδυνο τραυματισμού είναι το σερβίς και το καρφί.

Για λόγους εμβιομηχανικής ανάλυσης οι ενέργειες αυτές χωρίζονται σε 5 φάσεις.(σχήμα 3.1 και 3.2)



Σχήμα 3.1. Η φωτογραφική καταγραφή των επιμέρους φάσεων του σερβίς στην πετοσφαίριση με συχνότητα 200 λήψεων / sec.(Τροποποιημένο από Rokito et al, 1998).

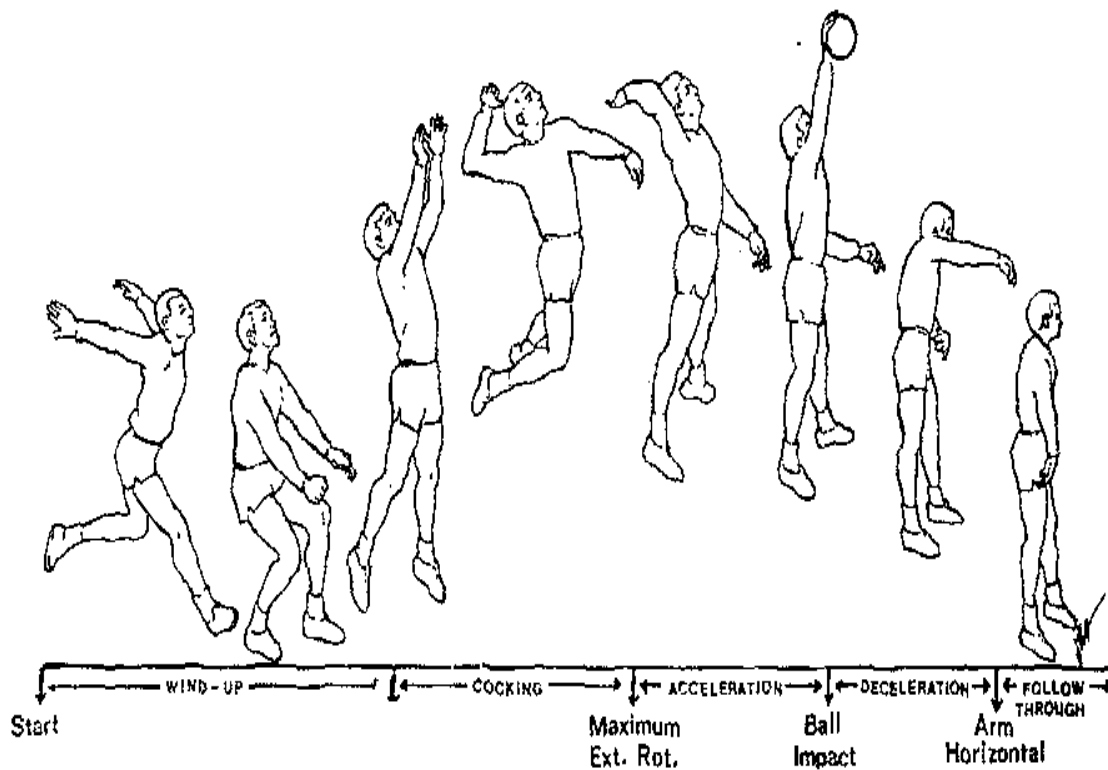
Οι πέντε φάσεις του σερβίς στο βολλεϋ είναι οι εξής :

1. Μηχανισμός κουρδίσματος: προπαρασκευαστική φάση, αρχίζει με τον ώμο σε απαγωγή και έκταση (Rokito et al, 1998). Στη φάση αυτή, το γενικό βάρος του σώματος εγείρεται προς ελάχιστη πίεση που μεταδίδεται στον ώμο και χαρακτηρίζεται από ελάχιστη μυϊκή δραστηριότητα (Meister, 2000).
2. Όπλισμα ώμου: αρχίζει όταν ο ώμος ξεκινά την έξω στροφή και τελειώνει όταν η έξω στροφή φτάσει στο μέγιστο (Rokito et al, 1998). Άλλοι ερευνητές υποδιαιρούν τη φάση αυτή σε πρώιμο και παρατεταμένο όπλισμα του ώμου. Εδώ η έξω στροφή του ώμου φτάνει στις 170° με 180° ενώ η απαγωγή του ώμου διατηρείται στις 90° με 100°. Στη φάση αυτή παρατηρείται δραστηριοποίηση του δελτοειδή, υπερακανθίου, υπακανθίου και ελάσσων στρογγύλου (Meister, 2000).Ο πρόσθιος οδοντωτός είναι δραστήριος καθώς εξασφαλίζει απαγωγή της ωμοπλάτης. Ο μέσος τραπεζοειδής και ρομβοειδής

ενεργοποιούνται σημαντικά για να αντισταθούν στην κίνηση της ωμοπλάτης που πραγματοποιείται από τον πρόσθιο οδοντωτό. Ωστόσο και ο ανελκτήρας της ωμοπλάτης φαίνεται να έχει μυϊκά δραστηριοποίηση. Οι μύες αυτοί συνεργάζονται με σκοπό τη σταθεροποίηση της ωμοπλάτης για την καλύτερη κίνηση της βραχιόνιας κεφαλής (Di Giovine et al, 1992 ; Glousman et al, 1993)

3. Φάση επιτάχυνσης: αρχίζει με ισχυρή έσω στροφή του ώμου και τελειώνει όταν η άκρα χείρα έρθει σε επαφή με τη μπάλα (Rokito et al 1998). Στη φάση αυτή ο βραχίονας περιστρέφεται με μεγάλη ταχύτητα. Αρχικά, δραστηριότητα παρουσιάζει ο τρικέφαλος βραχιόνιος ενώ προς το τέλος της φάσης δραστηριοποιούνται ο μείζων θωρακικός, ο πλατύς ραχιαίος και ο πρόσθιος οδοντωτός (Meister, 2000). Οι έσω στροφείς του ώμου συσπώνται σύγκεντρα για την παραγωγή μιας εξαιρετικά υψηλής και μέγιστης έσω στροφικής ταχύτητας. Ηλεκτρομυογραφικές μελέτες δείχνουν ότι ο υποπλάτιος είναι ο πιο ενεργός από τους έσω στροφείς και ακολουθούν ο πλατύς ραχιαίος και ο μείζων θωρακικός (Park et al, 2002-2003).
4. Φάση επιβράδυνσης: αρχίζει με το χτύπημα της μπάλας και ολοκληρώνεται όταν ο βραχίονας βρεθεί κάθετος στον κορμό (Rokito et al, 1998). Η φάση αυτή αναγνωρίζεται ως η πιο βίαια του κύκλου ρίψης και είναι αρμόδια για τον διασκεδασμό της υπόλοιπης ενέργειας που δεν μεταδόθηκε στην μπάλα. Η επιβράδυνση είναι ουσιαστικά η αντίστροφη των τριών πρώτων φάσεων της ρίψης (Meister, 2000). Οι οπίσθιοι μύες του ώμου είναι υπεύθυνοι για την αποτροπή της πρόσθιας μετατοπιστικής δύναμης. Οι μύες αυτοί είναι ο υπερακάνθιος, ο υπακάνθιος, ελάσσων και μείζων στρογγύλος, πλατύς ραχιαίος και οπίσθιος δελτοειδής. Ο κάτω τραπεζοειδής, ρομβοειδής και πρόσθιος οδοντωτός έχουν δείξει αρκετή δραστηριότητα και δίνουν σταθερότητα στην ωμοπλάτη (Di Giovine et al, 1992 ; Glousman et al, 1993).
5. Ολοκλήρωση φάσης: αρχίζει με το τέλος της προηγούμενης φάσης και τελειώνει όταν η κίνηση του βραχίονα ολοκληρωθεί (Rokito et al, 1998). Είναι εξισορροπιστική φάση όπου οι κινήσεις του σώματος συντονίζονται με τον βραχίονα για την ολοκλήρωση της κίνησης (Meister, 2000). Όπως και στην επιβράδυνση οι οπίσθιοι μύες του ώμου συνεχίζουν να συσπώνται έκκεντρα

καθ' όλη τη διάρκεια της φάσης αλλά οι ροπές και οι δυνάμεις που αναπτύσσονται είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες της προηγούμενης φάσης (Di Giovine et al, 1992 ; Glousman et al, 1993).



Σχήμα 3.2. Η φωτογραφική καταγραφή των επιμέρους φάσεων του καρφώματος στην πετοσφαίριση με συχνότητα 200 λήψεων /sec (Τροποποιημένο από Rokito et al, 1998).

Ολόκληρη η κίνηση της ρίψης διαρκεί λιγότερο από 2 δευτερόλεπτα. Ο μηχανισμός κουρδίσματος και το όπλισμα του ώμου απαιτούν περίπου 1,5 δευτερόλεπτα. Η φάση επιτάχυνσης απαιτεί μόλις 0,05" του συνολικού χρόνου ενώ η επιβράδυνση και η ολοκλήρωση της ρίψης περίπου 0,35 δευτερόλεπτα (Meister, 2000).

Οι φάσεις στο καρφί είναι ίδιες με του σερβίς με τη μόνη διαφορά να εντοπίζεται στην προπαρασκευαστική φάση όπου πραγματοποιείται άλμα από την αθλήτρια και ολοκληρώνεται όταν οι βραχίονες είναι σε κατακόρυφη θέση (Rokito et al, 1998).

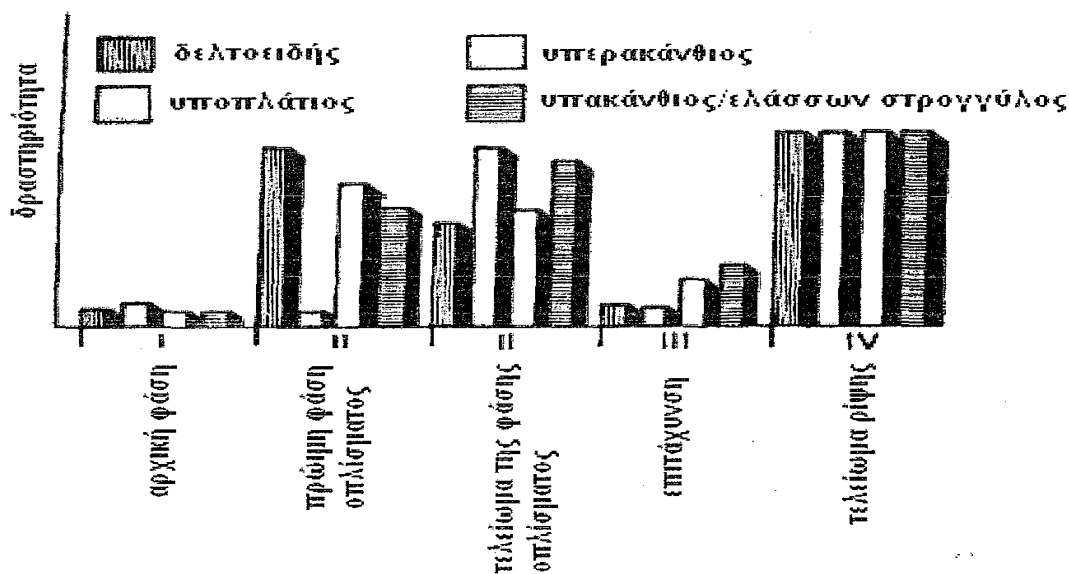
3.2. Μυϊκή δραστηριότητα, ταχύτητες, δυνάμεις και ροπές κατά την εκτέλεση του καρφιού.

Οι δυνάμεις και οι ροπές που παράγονται κατά τη διάρκεια της φάσης του οπλίσματος είναι υψηλές. Η συμπιεστική δύναμη που παράγεται από τους μύες του πετάλου των στροφών με σκοπό τη σταθεροποίηση της βραχιόνιας κεφαλής στην ωμογλήνη φτάνει περίπου τα 480N (Fleisig et al, 1995). Άλλες έρευνες αναφέρουν πως η σταθεροποιητική αυτή δύναμη του στροφικού πετάλου στη φάση αυτή αγγίζει τα 650N (Meister, 2000). Ο δικέφαλος βραχιόνιος, ο μείζων θωρακικός, ο πλατύς ραχιαίος και ο πρόσθιος οδοντωτός στο τέλος αυτής της φάσης παράγουν δύναμη οριζόντιας προσαγωγής της τάξεως των 100Nm ενώ η μέγιστη ροπή των στροφών φτάνει τα 70Nm (Meister, 2000).

Στην φάση επιτάχυνσης οι έσω στροφείς του ώμου συσπώνται μέγιστα στρέφοντας προς τα έσω τον βραχίονα με ταχύτητες που φτάνουν και ξεπερνούν πολλές φορές τις 7000°/sec (Dillman et al, 1993 ; Pappas et al, 1985). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα όταν φεύγει η μπάλα από το χέρι του πετοσφαιριστή να αναπτύσσει μέγιστη ταχύτητα κατά μέσο όρο στα 96,5 km/h \pm 8,9 km/h (Forthomme et al, 2005).

Η ταχύτητα του καρφώματος συσχετίζεται σημαντικά με τα εξής:

- Τη μέγιστη ισοκινητική ροπή που αναπτύσσεται από τους έσω στροφείς του κυρίαρχου ώμου με σύγκεντρο τρόπο, με όλες τις γωνιακές ταχύτητες (κυρίως 60°/sec).
- Την αναλογία έσω και έξω στροφών.
- Τη μέγιστη σύγκεντρη ροπή των καμπτήρων και εκτεινόντων του κυρίαρχου αγκώνα.
- Το ύψος το οποίο ο φορέας πετοσφαίρισης έρχεται σε επαφή με την μπάλα.
- Τις ώρες μυικής εκγύμνασης ανά εβδομάδα.
- Το δείκτη μάζας του σώματος του φορέα.

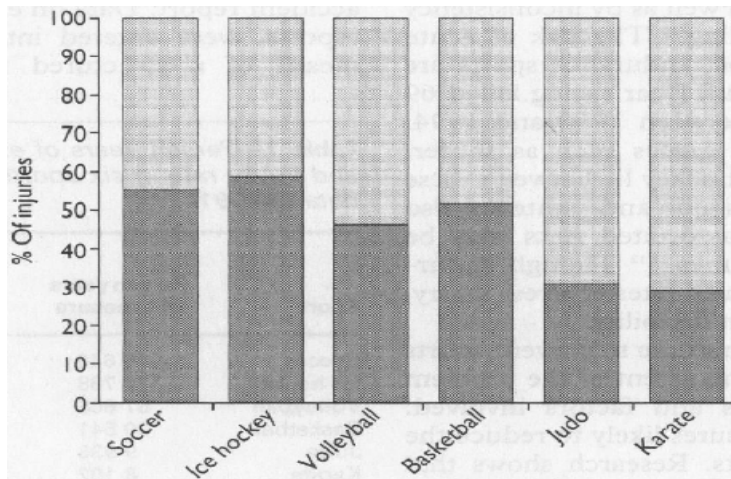


Σχήμα 3.3. Η ενεργοποίηση του πετάλου των στροφένων και του δελτοειδή κατά την διάρκεια της ρίψης (Τροποποιημένο από Meister, 2000).

Κατά τη φάση επιβράδυνσης παρατηρείται έντονη έκκεντρη μυϊκή δραστηριότητα των μυών στην οπίσθια πλευρά του ώμου. Στην φάση αυτή στον ώμο αναπτύσσονται μέγιστες δυνάμεις με τον ελάσσων στρογγύλο να είναι πιο δραστήριος από όλους τους οπίσθιους μύες του πετάλου των στροφένων (Di Giovine et al, 1992). Κατά την επιβράδυνση η άρθρωση δέχεται οπίσθιες δυνάμεις που φτάνουν τα 400N, προς τα κάτω δυνάμεις μεγαλύτερες από 300N καθώς επίσης συμπιεστικές δυνάμεις που ξεπερνούν τα 1000N (Meister, 2000).

3.3 Τραυματισμοί στην πετοσφαίριση.

Όπως σε κάθε αθλητική δραστηριότητα που επιβάλλει υψηλές μηκοδυναμικές και νευρομυϊκές απαιτήσεις, έτσι και στην πετοσφαίριση παρατηρούνται τραυματισμοί τόσο κατά τη διάρκεια ενός αγώνα όσο και κατά την προετοιμασία. Οι τραυματισμοί αυτοί μπορεί να οφείλονται είτε σε προπονητικά λάθη, κακό εξοπλισμό, καταπόνηση είτε σε παράγοντες που καθορίζει η τύχη. Βέβαια η φύση του αθλήματος της πετοσφαίρισης σε αντίθεση με το judo, το karate, το ποδόσφαιρο, το μπάσκετ, το χόκεϊ επί πάγου, δεν περιέχει το στοιχείο της επαφής των αθλητών, κάτι που συνεπάγεται λιγότερους τραυματισμούς.



Σχήμα 3.4. Ποσοστά τραυματισμών στα διάφορα αθλήματα. Ανοιχτό γκρι κατά την προπόνηση, σκούρο γκρι κατά τον αγώνα. (Τροποποιημένο από Kujala et al, 1995)

Σε έρευνα που διεξήχθη, διάρκειας 5 ετών καταγράφηκαν 54.186 οξείες τραυματισμοί αθλητών εκ των οποίων 48.256 άντρες και 5.930 γυναίκες που συμμετείχαν στα παραπάνω αθλήματα. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως στην πετοσφαίριση παρατηρήθηκε το χαμηλότερο ποσοστό τραυματισμών ενώ σε ομαδικό επίπεδο οι τραυματισμοί αυτοί συμβαίνουν κατά κύριο λόγο στην προπόνηση παρά κατά τη διάρκεια του αγώνα (Kujala et al, 1995). (Σχήμα 3.4)

Ανάλογα είναι και τα αποτελέσματα μιας ολλανδικής μελέτης μαθητών οι οποίοι συμμετείχαν σε αθλητικές δραστηριότητες, όπου διαπιστώθηκε ότι οι αθλητές που συμμετείχαν σε αλτικά αθλήματα είχαν περισσότερες πιθανότητες να τραυματιστούν. Όπως αποδείχθηκε και στην περίπτωση αυτή το αγώνισμα της πετοσφαίρισης είχε το υψηλότερο ποσοστό τραυματισμών από όλα τα αναλυθέντα αγωνίσματα κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας (Backx et al, 1991).

Ο Watkins και οι συνεργάτες του (Watkins et al, 1992) με την χρήση ερωτηματολογίου ερεύνησαν την συχνότητα και τι είδος των τραυματισμών, της Εθνικής ομάδας πετοσφαίρισης της Σκωτίας την περίοδο 1989-1990. Συνολικά αναφέρθηκαν 46 τραυματισμοί, εκ των οποίων στην πλειοψηφία τους ήταν αποτέλεσμα του μπλοκ και του καρφώματος της μπάλας (Πίνακας 3.1 και 3.2).

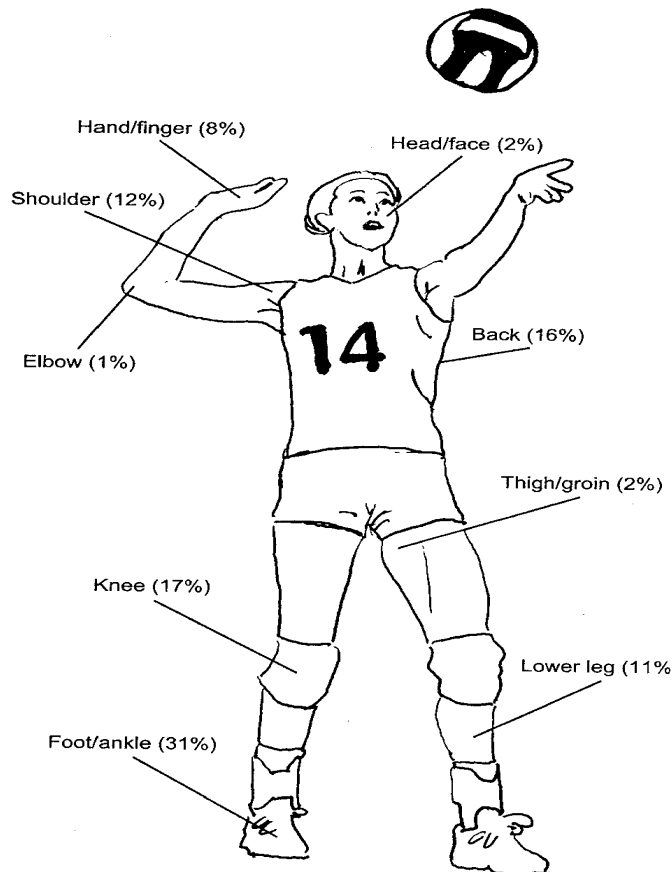
Διάγνωση τραυματισμού	No	%
Κάταγμα	1	2
Εξάρθρωμα	1	2
Βλάβη χόνδρου	3	6
Βλάβη συνδέσμου	18	39
Βλάβη τένοντα	7	15
Μυϊκή βλάβη	9	19

Πίνακας 3.1. Τα είδη των τραυματισμών (Τροποποιημένο από Watkins et al, 1992).

ΑΙΤΙΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ	No	%
Μπλοκ	19	41
Καρφί	14	30
Άμυνα	5	11
Τοποθέτησης	1	2
Προσγείωση	7	15
Σύγκρουση με αντίπαλο	6	13
Σύγκρουση με συμπαίκτη	5	11
Προθέρμανση	3	6

Πίνακας 3.2. Ποσοστά τραυματισμών ανάλογα με την δραστηριότητα (Τροποποιημένο από Watkins et al, 1992).

Η συχνότητα των τραυματισμών στην πετοσφαίριση απασχόλησε κατά καιρό πολλούς ερευνητές. Σε μια ερευνητική διαδικασία όπου συμμετείχαν 158 Σουηδοί πετοσφαιριστές (43% άνδρες, 57% γυναίκες) υψηλού επιπέδου, βρέθηκαν να έχουν τραυματιστεί 82 φορές, σε σύνολο 121 τραυματισμών (Augustsson et al, 2005). Από αυτούς τους αθλητές, το 68% (56/82) είχε ένα τραυματισμό την σεζόν, 20% (16/82) είχε δύο τραυματισμούς, το 9% (7/82) είχε τρεις και πάνω από τέσσερις το 4% (3/82). (Σχήμα 3.5)



Σχήμα 3.5. Ποσοστά τραυματισμών όπως διαμορφώνονται στις διάφορες ανατομικές περιοχές. (Τροποποιημένο από Augustsson et al, 2005).

Είναι απολύτως φανερό πως το είδος των τραυματισμών πηγάζει μέσα από τις δραστηριότητες που επιτελούνται κατά τη διάρκεια του αθλήματος.

Συνοψίζοντας στοιχεία από τη βιβλιογραφία που αφορούν στους τραυματισμούς στην πετοσφαίριση προκύπτουν τα παρακάτω:

- ✓ Το άλμα και η προσγείωση συνδέθηκαν με την πλειοψηφία των τραυματισμών (Goodwin et al, 1987).
- ✓ Το κάρφωμα της μπάλας και το μπλοκάρισμα της έχουν συνδεθεί με υψηλό ποσοστό τραυματισμών (Brinner & Pera, 1999 ; Goodwin et al, 1987).
- ✓ Κατά την άμυνα υπάρχει μικρή συχνότητα τραυματισμών (Watkins & Green, 1992).
- ✓ Οι συνδεσμικές κακώσεις του αστραγάλου είναι ο πιο συνηθισμένος οξύς τραυματισμός και αντιπροσωπεύει το 15%-60% των τραυματισμών που

καταγράφονται (Backx et al, 1991 ; Schafle et al, 1992 ; Watkins & Green, 1992).

- ✓ Οι τραυματισμοί στην πλάτη αντιπροσωπεύουν το 14% των τραυματισμών στην πετοσφαίριση (Backx et al, 1991 ; Watkins & Green, 1992).
- ✓ Η τενοντίτιδα της επιγονατίδας είναι ο πιο κοινός τραυματισμός λόγω υπέρχρησης στην πετοσφαίριση (Backx et al, 1991 ; Schafle et al, 1992).
- ✓ Ο πιο κοινός τραυματισμός στον ώμο του πετοσφαιριστή είναι η τενοντίτιδα του δικέφαλου βραχιονίου και των μυών του πετάλου των στροφέων (Backx et al, 1991 ; Schafle et al, 1992 ; Watkins & Green, 1992).

3.3.1. Τραυματισμοί του ώμου στην πετοσφαίριση.

Όπως είναι ξεκάθαρο ο ώμος στην πετοσφαίριση βρίσκεται σε συνεχή δραστηριοποίηση κυρίως στα όρια του εύρους τροχιάς. Απόρροια αυτού του γεγονότος είναι ο τραυματισμός από υπέρχρηση του κυρίαρχου ώμου να είναι αρκετά συχνός. Αυτό οφείλεται στην συνεχή έκθεση των αθλητών πετοσφαίρισης σε δυνάμεις που μεταδίδονται από το κάρφωμα της μπάλας σε μια θέση μέγιστης απαγωγής ώμου (Ireland & Nattiv, 2002). Η ενέργεια αυτή είναι παρόμοια με το σερβίς στην αντισφαίριση, ωστόσο στην πετοσφαίριση πραγματοποιείται μεγαλύτερος αριθμός επαναλήψεων της δραστηριότητας αυτής καθώς η μπάλα είναι βαρύτερη από την αντίστοιχη στην αντισφαίριση (Ireland & Nattiv, 2002).

Η υπέρχρηση του ώμου και ιδιαίτερα των τενόντων του δικέφαλου βραχιονίου καθώς και των μυών του πετάλου των στροφέων έχουν ως αποτέλεσμα την εμφάνιση τενοντίτιδας των μυών αυτών. Αυτό πιθανώς εμφανίζεται δευτεροπαθώς από τις αλληπάλληλες επαναλήψεις της απαγωγής και έξω στροφής. Αυτές οι κινήσεις ακολουθούνται κατ'επέκταση από ισχυρή έσω στροφή του ώμου στο σημείο επαφής με την μπάλα κατά τη διάρκεια του καρφώματος και του επιθετικού σερβίς. Η κατάσταση αυτή εμφανίζεται συχνά αλλά συμβαίνει σπάνια στη διάρκεια του αγώνα. Η διάγνωση της τενοντίτιδας είναι τυπικά κλινική και παρόμοια με τενοντίτιδες από οποιαδήποτε άλλη αιτία (Brenneke & Morgan, 1992 ; Olive & Marsh, 1992).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Ιδιοδεκτικότητα

Ιδιοδεκτικότητα καλείται η αθροιστική νευρική προσαγωγή πληροφοριοδότηση του Κ.Ν.Σ από τους μηχανοϋποδοχείς, ενώ κιναισθησία καλείται η συνειδητή επίγνωση της θέσης της άρθρωσης και της κίνησης σαν αποτέλεσμα της ιδιοδεκτικής πληροφόρησης του Κ.Ν.Σ (Jerrosch et al, 1996; Lephart et al, 1995). Η ιδιοδεκτικότητα είναι μια πολύπλοκη νευρομυϊκή διαδικασία που εμπεριέχει απαγωγές και προσαγωγές ώσεις και επιτρέπει στο σώμα να διατηρεί τη σταθερότητα και τον προσανατολισμό κατά τη διάρκεια στατικών και δυναμικών δραστηριοτήτων. Είναι η διαδικασία με την οποία το σώμα μπορεί να διαφοροποιεί τη μυϊκή σύσπαση, ως άμεση αντίδραση στην εισερχόμενη πληροφορία που αφορά εξωτερικές δυνάμεις (Θεοδορόπουλος, 2005).

Οι υποδοχείς της ιδιοδεκτικότητας (μηχανοϋποδοχείς) είναι υπεύθυνοι για την αίσθηση της θέσης του σώματος και τον έλεγχο της στατικής και δυναμικής ισορροπίας στα δύο επίπεδα ιδιοδεκτικότητας, στο εκούσιο και στο αντανεκλαστικό (Laskowski et al, 1997). Βρίσκονται στο δέρμα, στους μύες, στους τένοντες, στις αρθρώσεις, στους συνδέσμους και ανιχνεύουν την παραμόρφωση των ιστών. Όλες οι νευρικές ώσεις που παράγονται από τους μηχανοϋποδοχείς καθώς και οι ώσεις από τους οπτικούς και αιθουσαίους υποδοχείς ενοποιούνται και επεξεργάζονται από το κεντρικό νευρικό σύστημα για να παραχθεί η κινητική αντίδραση (Θεοδορόπουλος, 2005).

Η επανεκπαίδευση της ιδιοδεκτικότητας μπορεί να βελτιώσει ή και να συντελέσει στην ανάκτηση της αίσθησης της θέσης του σώματος, της σταθερότητας και του ελέγχου των κινήσεων. Βελτιώνει την κιναισθησία σε σχέση με τη συναρμογή, την επιδεξιότητα και τη δύναμη που απαιτεί η κάθε δραστηριότητα (Johannsen et al, 1995). Η ιδιοδεκτικότητα σχετίζεται με τρία διαφορετικά επίπεδα κινητικού ελέγχου εντός του ΚΝΣ (Lephart et al, 1997) :

1. Τα αντανεκλαστικά στο νωτιαίο επίπεδο. Αυτά μεσολαβούν στα κινητικά πρότυπα που ξεκινούν από υψηλότερα επίπεδα του νευρικού συστήματος. Παρέχουν αντανεκλαστική σταθερότητα στην άρθρωση στις περιπτώσεις που εφαρμόζεται μη φυσιολογική φόρτιση σε αυτή. Η χρήση

ασκήσεων που διευκολύνουν τη δυναμική αρθρική σταθερότητα βελτιώνει αυτόν τον νευρομυϊκό συντονισμό.

2. Τη δραστηριότητα του εγκεφαλικού στελέχους. Το εγκεφαλικό στέλεχος δέχεται πληροφορίες από τους μηχανοϋποδοχείς των αρθρώσεων, τους αιθουσαίους υποδοχείς και τα οπτικά ερεθίσματα για τη διατήρηση της ισορροπίας και της θέσης του σώματος. Προκείμενου να ενισχυθεί η λειτουργία του εγκεφαλικού στελέχους, πρέπει να χρησιμοποιηθούν δραστηριότητες νευρομυϊκής αντίδρασης που επιτρέπουν τη μεταφορά δεδομένων από τους υποδοχείς προς το στέλεχος.

3. Το υψηλότερο επίπεδο λειτουργίας του κεντρικού νευρικού συστήματος. Ο φλοιός, τα βασικά γάγγλια και η παρεγκεφαλίδα παρέχουν την αντίληψη της θέσης του σώματος και της κίνησης και συντονίζει τις εκούσιες κινήσεις (Θεοδορόπουλος, 2005).

4.2 Ισοκίνηση

Η εφαρμογή της ισοκίνησης παρουσιάστηκε για πρώτη φορά στην Αμερική στη δεκαετία του 1960. Η αποδοχή της ισοκίνησης από την επιστημονική κοινότητα ήταν τόσο ενθουσιώδης, ώστε σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα έτυχε εφαρμογής σε πολλά σχήματα θεραπειών κυρίως στην ορθοπαιδική, στην νευρολογία και στην αθλητιατρική (Πουλμέντης, 2005). Στον αθλητισμό λόγω της μεγάλης αξιοπιστίας που παρουσίασαν τα αποτελέσματα των ισοκινητικών μετρήσεων, χρησιμοποιήθηκε ευρέως για την αξιολόγηση της μυϊκής δύναμης, της αντοχής και της εκρηκτικότητας του αθλητή.

Η ισοκινητική συστολή είναι ένας ειδικός τύπος δυναμικής μυϊκής συστολής, στην οποία η ταχύτητα της ελέγχεται μηχανικά, έτσι ώστε κάποιο μέλος του σώματος να κινείται σε μια προκαθορισμένη γωνία και ταχύτητα. Στην ισοκινητική συστολή, η μυϊκή ομάδα που συσπάται παράγει μέγιστο έργο σε ολόκληρο το εύρος τροχιάς της άρθρωσης και πάντοτε σε επιλεγμένη σταθερή γωνιακή ταχύτητα. Η αντίσταση που παράγει η ισοκινητική συσκευή προσαρμόζεται και διαφοροποιείται ανάλογα με τις δυνάμεις που παράγει η μυϊκή συστολή, προκαλώντας μια ομαλή κίνηση σε ολόκληρη την τροχιά. Οι διαφορές της μυϊκής δύναμης, που εμφανίζονται στην

καμπύλη της δύναμης στις διάφορες γωνίες της τροχιάς κίνησης, οφείλονται στο μεταβαλλόμενο μήκος του μυός, στο μοχλοβραχίονα δύναμης και στη γωνία έλξης (Πουλμέντης, 2005).

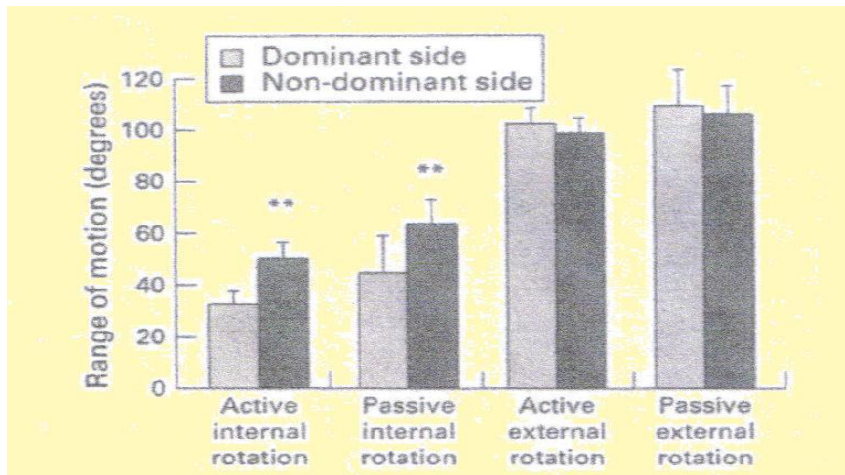
4.3. Ισοκινητική αξιολόγηση του ώμου των πετοσφαιριστών.

4.3.1. Αξιολόγηση του εύρους τροχιάς.

Στον αθλητισμό, η αξιολόγηση του εύρους τροχιάς μιας άρθρωσης έχει αποτελέσει αντικείμενο μελέτης των ερευνητών. Οι Bigliani et al (1997) & Johnson (1992) και Wilk & Arrigo (1993) έχουν δείξει ότι οι ρίπτες που παρουσιάζουν κίνηση πάνω από το κεφάλι όπως οι πετοσφαιριστές, παρουσιάζουν μεγαλύτερη έξω στροφή στον ώμο σε σχέση με άλλους αθλητές. Επίσης αναφέρουν πως παρατηρείται οφθαλμοφανής ανισοροπία μεταξύ έσω και έξω στροφών του ώμου, με τους έξω στροφείς να εμφανίζουν υπέρμετρη κίνηση και τους έσω στροφείς περιορισμένους (Bigliani et al, 1997 ; Brown et al, 1988 ; Johnson, 1992 ; Wilk & Aggiero, 1993).

Τα παραπάνω συμπεράσματα έρχεται να ενισχύσει μια έρευνα όπου συμμετείχαν 10 άνδρες αθλητές της εθνικής ομάδας πετοσφαίρισης της Αγγλίας (Σχήμα 4.1). Τα αποτελέσματα της ισοκινητικής αξιολόγησης που προκύπτουν, φανερώνουν πως η έξω στροφή του ώμου στην κυρίαρχη πλευρά ήταν σημαντικά μικρότερη από την αντίστοιχη στην μη κυρίαρχη πλευρά, τόσο κατά την ενεργητική όσο και κατά τη παθητική έσω στροφή. Επίσης δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στο εύρος τροχιάς της έξω στροφής του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου ώμου τόσο ενεργητικά όσο και παθητικά (Wang et al, 2000).

Ο Baltaci και οι συνεργάτες του (Baltaci et al, 2004), ερευνώντας το εύρος τροχιάς των στροφών του ώμου με τη χρήση ισοκινητικού δυναμόμετρου σε αθλητές (20/άθλημα) που μετείχαν σε τέσσερα διαφορετικά αθλήματα (baseball, πετοσφαίριση, χειροσφαίριση, καλαθοσφαίριση) που πραγματοποιούν ρίψη πάνω από το κεφάλι κατέληξε στα εξής συμπεράσματα. Στους πετοσφαιριστές, το εύρος τροχιάς των έξω στροφών στο κυρίαρχο άκρο είναι $111,6^{\circ} \pm 6,5^{\circ}$ και των έσω στροφών $77,1^{\circ} \pm 14^{\circ}$. Το εύρος τροχιάς των έξω στροφών στο μη κυρίαρχο άκρο ανέρχεται σε $106,8^{\circ} \pm 6,8^{\circ}$ και των έσω στροφών σε $82,8^{\circ} \pm 12,9^{\circ}$.



Σχήμα 4.1. Ενεργητικό και παθητικό εύρος τροχιάς στον επικρατή και μη-επικρατή ώμο. (Τροποποιημένο από Wang et al, 2000)

Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν απόλυτα με τους παραπάνω ερευνητές και προσδιορίζουν την ποσοτική διαφορά στο εύρος τροχιάς των στροφών μεταξύ επικρατούν και μη επικρατούν άκρου. Η διαφορά αυτή για την έσω στροφή ανέρχεται στις $5,7^\circ$ υπέρ του δευτερεύοντος άκρου και για την έξω στροφή στις $4,8^\circ$ υπέρ του κυρίαρχου. Άλλες ερευνητικές δραστηριότητες όπου αξιολογήθηκε το παθητικό εύρος κίνησης του ώμου στους πετοσφαιριστές φέρουν ελαφρώς διαφορετικά αποτελέσματα. Ο Forthomme και οι συνεργάτες του (Forthomme et al, 2005) σε μια ισοκινητική αξιολόγηση 19 φορέςων πετοσφαίρισης υψηλού επιπέδου αναφέρουν συμπερασματικά:

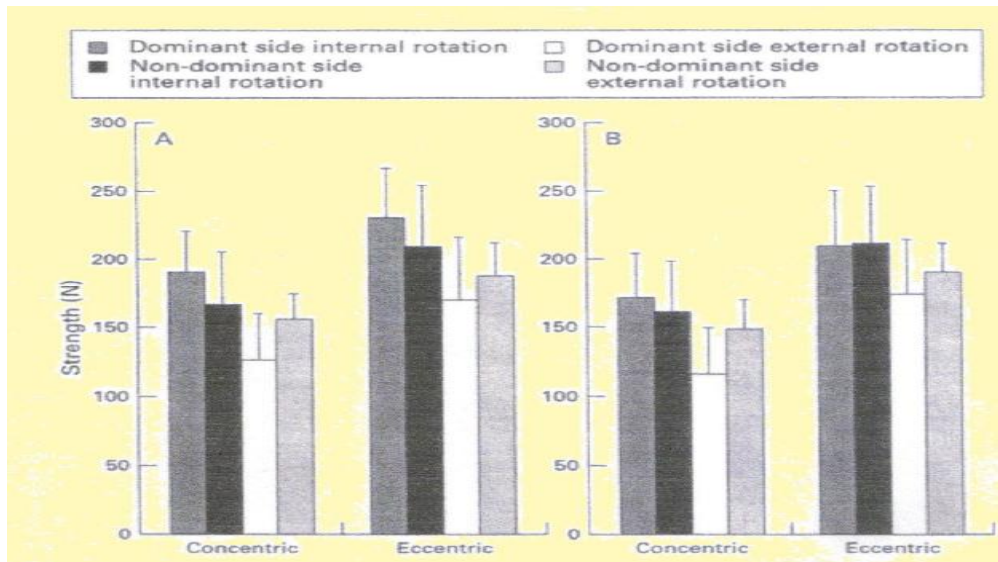
- Η παθητική έξω στροφή του κυρίαρχου ώμου υπολογίστηκε κατά μέσο όρο στις $103^\circ \pm 12^\circ$, χωρίς σημαντική διαφορά σε σύγκριση με την αντίστοιχη στροφή του μη κυρίαρχου που βρέθηκε κατά μέσο όρο στις $101,2^\circ \pm 8,7^\circ$.
- Αντιθέτως η παθητική έσω στροφή του κυρίαρχου ώμου ($65,8^\circ \pm 10,5^\circ$) ήταν σημαντικά χαμηλότερη από την αντίστοιχη της μη κυρίαρχης πλευράς ($71,3^\circ \pm 12^\circ$).

4.3.2. Αξιολόγηση της δύναμης.

Η ισοκινητική αξιολόγηση επί των πλείστων από τους ερευνητές λόγω της αξιοπιστίας της. Στον αθλητισμό χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο για την αξιολόγηση της μυικής δύναμης, της ισχύος, και της εκρηκτικότητας των αθλητών. Ο Cingel και οι συνεργάτες του (Cingel et al, 2006) εφάρμοσαν ισοκινητική δοκιμασία στον ώμο 35 αθλητών πετοσφαίρισης υψηλού επιπέδου. Τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε είναι τα εξής:

- Η δύναμη των έσω στροφών ήταν ισχυρότερη από αυτή των έξω στροφών του ίδιου ώμου.
- Οι έσω στροφείς του κυρίαρχου βραχίονα ήταν σημαντικά ισχυρότεροι από τους αντίστοιχους του μη κυρίαρχου.
- Καμία διαφορά δεν εντοπίστηκε στην μυική ισχύ των έξω στροφών μεταξύ του κυρίαρχου και μη κυρίαρχου άκρου.
- Η αναλογία έσω-έξω στροφών στο επικρατές άκρο ήταν σημαντικά χαμηλότερη από την αντίστοιχη στο μη επικρατές.
- Καμία διαφορά δεν βρέθηκε μεταξύ των αναλογιών κάθε βραχίονα χωριστά

Ανάλογα ήταν και τα αποτελέσματα της αξιολόγησης 10 ανδρών πετοσφαιριστών υψηλού επιπέδου. Κατά την ισοκινητική δοκιμασία με ταχύτητα $60^{\circ}/\text{sec}$, η μέση τιμή της δύναμης των έσω στροφών τόσο στην σύγκεντρη όσο και στην έκκεντρη συστολή στην κυρίαρχη πλευρά ήταν υψηλότερη από αυτή στη μη κυρίαρχη. Επιπλέον η μέση τιμή της μέγιστης δύναμης των έξω στροφών κατά την έκκεντρη συστολή ήταν σχεδόν ίση μεταξύ κυρίαρχης και μη πλευράς. Τα αποτελέσματα της έρευνας αναφέρουν επίσης πως και στις δύο ταχύτητες περιστροφής ($60^{\circ}/\text{sec}$ και $120^{\circ}/\text{sec}$), η δύναμη των έξω στροφών κατά τη σύγκεντρη συστολή στον κυρίαρχο βραχίονα ήταν μικρότερη από αυτήν στον μη κυρίαρχο (Wang et al, 2000). (Σχήμα 4.2)

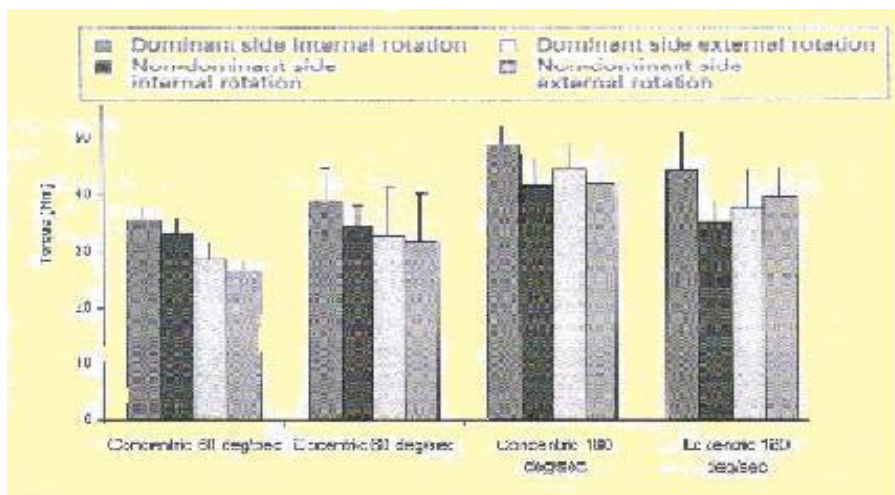


Σχήμα 4.2. Ισοκινητική αξιολόγηση της μέσης μέγιστης δύναμης, κατά την σύγκεντρη και έκκεντρη συστολή, με ταχύτητα περιστροφής 60°/s (A) και 120°/s (B), στον κυρίαρχο και μη-κυρίαρχο βραχίονα (Τροποποιημένο από Wang et al, 2000).

Ο Wang et al (2004) μεταγενέστερα, αξιολόγησε ισοκινητικά (60°/sec και 180°/sec) μια ομάδα πετοσφαίρισης από την Ταϊβάν που αποτελούνταν από 11 αγόρια και 12 κορίτσια, με μέσο όρο ηλικίας τα 20 έτη. Τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από τον ισοκινητικό έλεγχο των κοριτσιών είναι τα εξής:

- Οι έσω στροφείς του κυρίαρχου ώμου είναι ισχυρότεροι από τους έσω του μη κυρίαρχου.
- Οι έσω στροφείς του κυρίαρχου ώμου είναι ισχυρότεροι από τους έξω του ίδιου ώμου.
- Δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές δύναμης των έξω στροφέων στον κυρίαρχο και μη κυρίαρχο ώμο.

Άλλες όμως ερευνητικές προσπάθειες φέρνουν στο φως αποτελέσματα εντελώς αντίθετα από αυτά των παλαιότερων αλλά και μεταγενέστερων ερευνών. Ο Gozlan και οι συνεργάτες του (Gozlan et al, 2006) έκανε μια μελέτη όπου συμμετείχαν 42 αθλήτριες υψηλού επιπέδου εκ των οποίων 14 αθλήτριες αντισφαίρισης, 19 κολύμβησης και 9 πετοσφαίρισης. Μετά από την ισοκινητική δοκιμασία που υποβλήθηκαν κατέληξαν πως οι αθλήτριες της πετοσφαίρισης παρουσιάζουν συμμετρία δυνάμεων και στους δύο ώμους σε ένα κατ' εξοχήν ασύμμετρο άθλημα όπως είναι η πετοσφαίριση. Τέλος αξίζει να αναφερθεί πως ανάλογα αποτελέσματα δεν έχουν αναφερθεί ποτέ στο παρελθόν.



Σχήμα 4.3. Ισοκινητική αξιολόγηση της μέσης μέγιστης δύναμης, κατά την σύγκεντρη και έκκεντρη συστολή, με ταχύτητα περιστροφής 60°/s και 180°/s, στον κυρίαρχο και μη-κυρίαρχο βραχίονα. (Τροποποιημένο από Wang et al, 2004)

4.3.3 Αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας.

Η αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας πραγματοποιείται με τρεις κυρίως έμμεσους τρόπους: την αίσθηση της θέσης της άρθρωσης, τη κιναισθησία και την αντανακλαστική μυϊκή ενεργοποίηση. Η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης αξιολογεί την ικανότητα αναπαραγωγής μιας στατικής γωνίας της άρθρωσης, η κιναισθησία την ικανότητα ανίχνευσης έναρξης/λήξης παθητικής κινητοποίησης της άρθρωσης, ενώ η αντανακλαστική μυϊκή ενεργοποίηση αξιολογεί την ικανότητα έκκλησης μυϊκής σύσπασης μετά από διατάραξη της σταθερότητας της άρθρωσης (Beard et al, 1994; Καρπέλη, 1997).

Η ιδιοδεκτικότητα διαδραματίζει έναν σημαντικό ρόλο στις κοινές μετακινήσεις του ώμου αλλά και στην σταθερότητα του, ειδικά κατά την επιτέλεση δυναμικών δραστηριοτήτων όπως περιλαμβάνει το άθλημα της πετοσφαίρισης.

Οι Kablan et al (2004) μελέτησαν την επίδραση της κούρασης και της εμπειρίας των μυών του πετάλου των στροφένων στην ιδιοδεκτικότητα του ώμου, σε διάφορες θέσεις. Στην μελέτη συμμετείχαν 20 πετοσφαιριστές υψηλού επιπέδου και 20 αρχάριοι. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι η επίδραση της κούρασης στην ιδιοδεκτικότητα συσχετίζεται με την εμπειρία, αλλά η εμπειρία η ίδια δεν είχε καμία επίδραση στην ιδιοδεκτικότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 Σκοποί και χρησιμότητα της έρευνας.

Η χαρακτηριστική χειροπλευρική που εμφανίζουν οι αθλητές της πετοσφαίρισης, οδηγεί στην ανάγκη διερεύνησης πλήθους ανατομικών και λειτουργικών ασυμμετριών όπως φάνηκε και από την προηγηθείσα ανασκόπηση. Ενώ μυοδυναμικά υπάρχουν στοιχεία που να συγκρίνουν τη μέγιστη απόδοση ροπής στρέψης των στροφέντων του ώμου μεταξύ των δυο πλευρών, η ικανότητα των αθλητών αυτών σε άλλες πιο «λεπτές» δραστηριότητες δεν έχει διερευνηθεί επαρκώς. Η ιδιοδεκτικότητα, γνωστή από την βιβλιογραφία και ως έκτη αίσθηση, είναι μια από αυτές τις ικανότητες που στο πλαίσιο της εξειδίκευσης στον αθλητισμό και της συνεχούς αυξανόμενης πίεσης για εξέλιξη και πρωταθλητισμό, αποκτά στις μέρες μας καταλυτικό ρόλο.

Ο σχεδιασμός της παρούσας μελέτης βασίζεται στην μέτρηση της μέγιστης δύναμης των στροφέντων του ώμου (έσω και έξω) των πετοσφαιριστριών με την βοήθεια ισοκινητικού δυναμόμετρου και στηριζόμενοι στα αποτελέσματα αυτά, την μέτρηση της ιδιοδεκτικότητας της δύναμης, τόσο στο επικρατούν όσο και στο δευτερεύων άκρο με σκοπό τον εντοπισμό ή όχι σημαντικών αποκλίσεων και ανομοιομορφιών. Τα αποτελέσματα της έρευνας θα αξιολογηθούν και μέσα από την προπονητική διαδικασία θα οδηγήσουν στην βελτίωση και εξέλιξη των αθλητών.

Η παρούσα εργασία, λοιπόν θα εξετάσει μια πτυχή της ιδιοδεκτικότητας, την αίσθηση της μυϊκής προσπάθειας όπως αυτή εκφράζεται από το μέγεθος του σφάλματος κατά την προσπάθεια αναπαραγωγής μυϊκής δύναμης συγκεκριμένης έντασης. Ως εκ τούτου, εξετάστηκαν οι πιο κάτω ερευνητικές υποθέσεις:

Ερευνητική υπόθεση 1

Το σφάλμα κατά την αναπαραγωγή του 30% και του 60% της μέγιστης δύναμης των έσω στροφέντων του ώμου διαφέρει ανάμεσα στην κυρίαρχη και μη κυρίαρχη πλευρά.

Ερευνητική υπόθεση 2

Το σφάλμα κατά την αναπαραγωγή του 30% και του 60% της μέγιστης δύναμης των έξω στροφών του ώμου διαφέρει ανάμεσα στην κυρίαρχη και μη κυρίαρχη πλευρά.

5.2 Οριοθετήσεις και περιορισμοί .

Η παρούσα μελέτη προσδιορίζεται συνθετικά μέσω των ακόλουθων οριοθετήσεων:

- Το δείγμα αποτελείται από αθλήτριες πετοσφαίρισης του νομού Αχαΐας-Ηλείας.
- Οι αθλήτριες κάνουν πρωταθλητισμό σε επίπεδο Α, Β τοπικό.
- Η ηλικία των δοκιμαζόμενων κυμαίνεται κατά μέσο όρο από 18-30 ετών.
- Χωρίς χειρουργικό ιστορικό ή ιστορικό επεμβάσεων στην άρθρωση του ώμου.

Οι συμμετέχουσες θα αποκλειστούν από την έρευνα αν εμφανίζουν:

- Οξύ ή χρόνια πόνο στην άρθρωση του ώμου και στο υπόλοιπο άνω άκρο.
- Αν προέρχονται από πρόσφατο τραυματισμό.
- Η προπονητική ηλικία είναι μικρότερη των 4 ετών.
- Χρήση φαρμάκων που επηρεάζουν την απόδοση (doping).

Τα αποτελέσματα της παρούσας ερευνητικής προσπάθειας θα ερμηνευτούν κάτω από το φάσμα των ακόλουθων περιορισμών:

- Οι συμμετέχουσες θα προέρχονται αποκλειστικά από τους νομούς Αχαΐας-Ηλείας.
- Επειδή το δείγμα αποτελείται μόνο από αθλήτριες πετοσφαίρισης επιπέδου Α, Β τοπικό ο αριθμός των συμμετεχόντων είναι μικρός.
- Κατά την διαδικασία της ερευνητικής μελέτης δεν πραγματοποιήθηκε τυχαία δειγματοληψία των αθλητών.
- Κατά την διαδικασία των μετρήσεων δεν λήφθηκε υπόψη η ψυχολογική κατάσταση του δοκιμαζόμενου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1. Δείγμα

Το δείγμα της παρούσας ερευνητικής προσπάθειας αποτελείται από 17 γυναίκες πετοσφαίρισης, πρωταθλήτριες επιπέδου Α' και Β' τοπικό των νομών Αχαΐας-Ηλείας (Σχήμα 6.1). Η διάμεση τιμή της ηλικίας των συμμετεχουσών ήταν 21 χρόνια (εύρος 18-30). Η μέση σωματική μάζα ήταν 73 κιλά ($\pm 10,41$) και το μέσο ύψους ήταν 1,72 μέτρα ($\pm 0,12$).

Κριτήρια αποκλεισμού από την έρευνα ήταν:

- Οξύς ή χρόνιος πόνος στην άρθρωση του ώμου και στο υπόλοιπο άνω άκρο.
- Πρόσφατος τραυματισμός.
- Προπονητική ηλικία μικρότερη των 4 ετών.
- Χρήση φαρμάκων που επηρεάζουν την απόδοση (doping).

Όλες οι συμμετέχουσες ενημερώθηκαν προφορικώς σχετικά με τους στόχους της έρευνας, την ημέρα διεξαγωγής των μετρήσεων καθώς επίσης και για τον τρόπο της μέτρησης.



Σχήμα 6.1. Κατανομή των αθλητών ανά σύλλογο, που έλαβαν μέρος στην έρευνα.

6.2. Όργανο μέτρησης

Για την αξιολόγηση τόσο της ιδιοδεκτικότητας όσο και για την μέτρηση της μέγιστης μυϊκής ισομετρικής συστολής χρησιμοποιήθηκε το ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex System-3 με ενσωματωμένο ηλεκτρονικό υπολογιστή και ειδικό λογισμικό για την ανάλυση του καταγραφόμενου σήματος. (Σχήμα 6.2.)



Σχήμα 6.2. Ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex System-3.

6.3. Διαδικασία μέτρησης

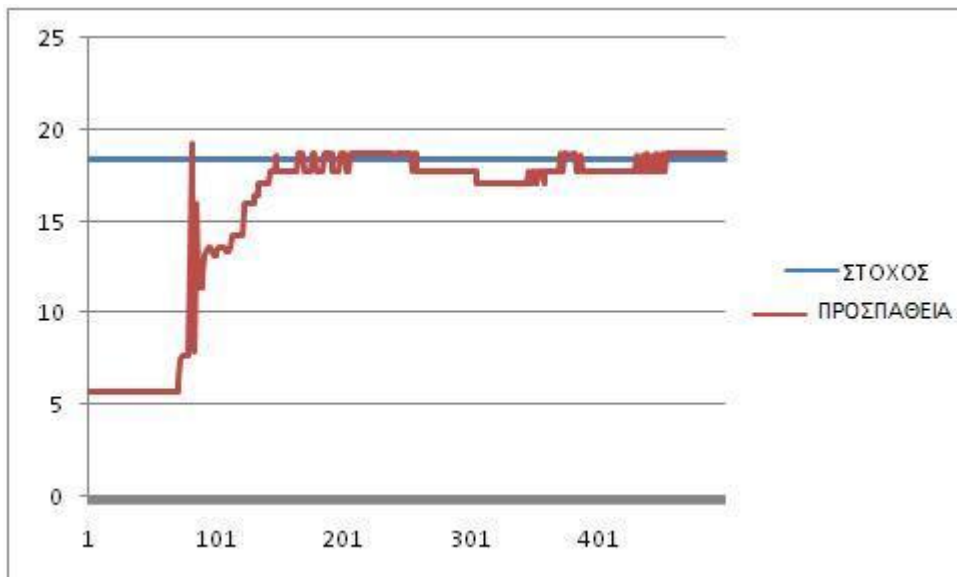
Η διαδικασία των μετρήσεων πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο εμβιομηχανικής του τμήματος φυσικοθεραπείας Αιγίου που φέρει τον κατάλληλο εξοπλισμό για την κάλυψη των αναγκών της παρούσας ερευνητικής διαδικασίας.

Κάθε εξεταζόμενη, αφού πρωτίστως ενημερώθηκε για τους σκοπούς και τους στόχους της ερευνητικής διαδικασίας καθώς και για την διαδικασία της μέτρησης, συμπλήρωσε τα απαραίτητα ερωτηματολόγια και ενημερώθηκε για τους κανόνες ασφαλείας. Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε μέτρηση κατά βάρος και ύψος και ακολούθησε προθέρμανση για την αποφυγή τυχόν τραυματισμού και για επίτευξη της μέγιστης απόδοσης. Κάθε αθλήτρια τοποθετήθηκε σε καθιστή θέση στο ειδικό

κάθισμα του δυναμόμετρου. Αφού ακινητοποιήθηκε με ιμάντες σταθεροποίησης σε τέσσερα σημεία του σώματος, τοποθετήθηκε το προς εξέταση άκρο στην ειδική θέση, με τον ώμο να βρίσκεται σε απαγωγή περίπου 90°.

Η θέση που πραγματοποιήθηκαν όλες οι μετρήσεις είναι 90° απαγωγή ώμου και 45° έξω στροφή. Αρχικά πραγματοποιήθηκε μέτρηση της μέγιστης ισομετρικής συστολής των έσω και έξω στροφών του ώμου (Peak Torque), με τη δοκιμαζόμενη να πραγματοποιεί εναλλάξ (έσω και έξω στροφή) μέγιστες ισομετρικές προσπάθειες διάρκειας 5 sec. Μετά από κάθε ισομετρική προσπάθεια ακολουθούσε διάλειμμα 10 sec για την αποφυγή μυϊκού κάματος. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε 3 φορές και επιλέχθηκε η μέγιστη έσω και έξω ισομετρική προσπάθεια.

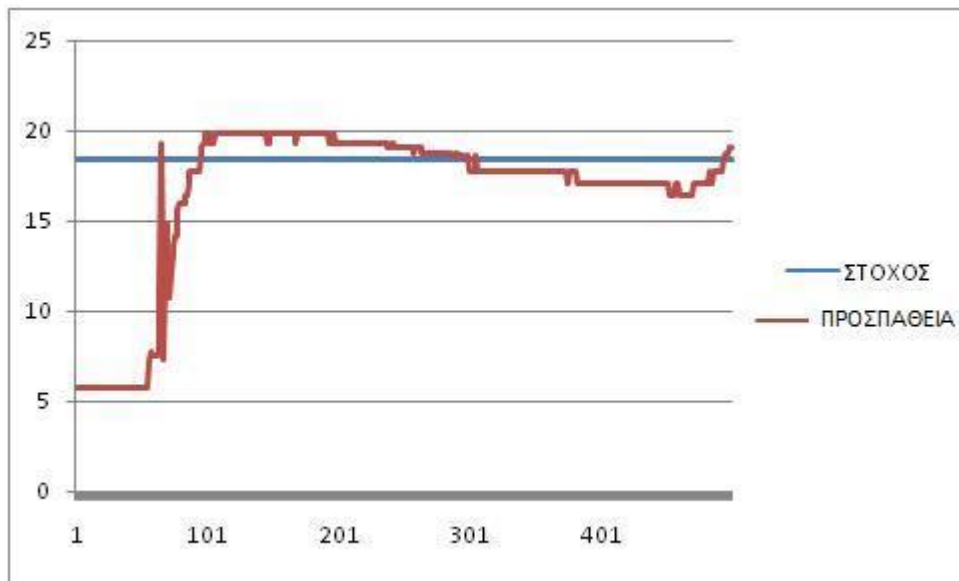
Ο έλεγχος της ιδιοδεκτικότητας της δύναμης των στροφών του ώμου επιτεύχθηκε με την χρήση οπτικών ερεθισμάτων που αντιστοιχούσαν σε μια συγκεκριμένη τιμή δύναμης (30% και 60% του Peak Torque) όπου η δοκιμαζόμενη αρχικά προσπαθεί να παράγει. Μετά από διάλειμμα 10 sec ακολούθησε προσπάθεια αναπαραγωγής της ίδιας δύναμης στρέψης χωρίς την ύπαρξη τώρα των οπτικών ερεθισμάτων. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε 3 φορές, τόσο για τους έξω στροφείς όσο και για τους έσω σε κάθε άκρο.



Σχήμα 6.3. Τυπική καταγραφή της δύναμης στρέψης των έσω στροφών με οπτικό ερέθισμα από ισοκίνητικό δυναμόμετρο (Nm/sec).

Όλες οι παραπάνω μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν και στα δύο άκρα των πετοσφαιριστριών, λαμβάνοντας υπ' όψιν την χειροπλευρικότητα έτσι ώστε το 50%

των αθλητριών ξεκινούσε τη δοκιμασία με το επικρατούν και 50% αυτών με μη-επικρατούν άκρο.



Σχήμα 6.4. Τυπική καταγραφή της δύναμης στρέψης των έσω στροφών χωρίς οπτικό ερέθισμα από ισοκινητικό δυναμόμετρο (Nm/sec).

6.4 Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων

Μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων και την λήψη των αποτελεσμάτων, ακολούθησε η στατιστική επεξεργασία τους. Κατά την συλλογή των αποτελεσμάτων δεν λήφθηκαν υπόψη τα πρώτα 1,5sec από τα συνολικά 5sec της κάθε προσπάθειας για λόγους ανόδου της δύναμης και προσαρμογής της στα επιθυμητά επίπεδα.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν για το κάθε άτομο ταξινομήθηκαν ανάλογα, με το μέλος που εξετάστηκε (επικρατούν ή μη-επικρατούν), με τον στόχο (30% ή 60% του Peak torque), και με την ενέργεια (έσω ή έξω στροφή). Σε κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις ακολούθησε ομαδοποίηση των προσπαθειών ανάλογα με το αν ο αθλητής είχε ή όχι οπτικό ερέθισμα κατά την διάρκεια της προσπάθειας.

Ο μέσος όρος που προέκυψε από τις ορατές και μη ορατές προσπάθειες συσχετίστηκε με την τιμή της δύναμης που είχε τοποθετηθεί το ερέθισμα (στόχος) και εντοπίστηκαν οι αποκλείσεις. Η σύγκριση των αποκλίσεων των προσπαθειών (με ή χωρίς ερέθισμα), δίνουν τα τελικά αποτελέσματα.

Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $\alpha=0,05$, ενώ πραγματοποιήθηκε έλεγχος t-test για εξαρτημένα δείγματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7.1 Αποτελέσματα

	Έξω στροφείς, 30%				Έξω στροφείς, 60%			
	Με οπτικό ερέθισμα		Χωρίς οπτ. ερέθισμα		Με οπτικό ερέθισμα		Χωρίς οπτ. ερέθισμα	
	μη-επικρα τούν	επικρα τούν	μη-επικρα τούν	επικρα τούν	μη-επικρα τούν	επικρα τούν	μη-επικρα τούν	επικρα τούν
Μέσος όρος	-0,37	-0,26	-0,21	-0,28	-0,84	-0,85	-1,88	-1,79
SD	0,33	0,39	0,99	0,75	0,51	0,46	1,56	1,26

Πίνακας 7.1. Σύγκριση της Απόκλιση τιμών της παραγόμενης ροπής στρέψης (Nm) κατά την προσπάθεια αναπαραγωγής της τιμής στόχου (30% και 60% της μέγιστης επίδοσης) κατά την έξω στροφή ώμου με ή χωρίς οπτικό ερέθισμα.

	Έσω στροφείς, , 30%				Έσω στροφείς, , 60%			
	Με οπτικό ερέθισμα		Χωρίς οπτ. ερέθισμα		Με οπτικό ερέθισμα		Χωρίς οπτ. ερέθισμα	
	μη-επικρα τούν	επικρα τούν	μη-επικρα τούν	επικρα τούν	μη-επικρα τούν	επικρα τούν	μη-επικρα τούν	επικρα τούν
Μέσος όρος	0,49	0,43	0,81	0,91	1,00	1,24	2,14	2,32
SD	1,17	0,42	1,42	1,21	0,55	0,93	1,58	2,17

Πίνακας 7.2. Σύγκριση της Απόκλιση τιμών της παραγόμενης ροπής στρέψης (Nm) κατά την προσπάθεια αναπαραγωγής της τιμής στόχου (30% και 60% της μέγιστης επίδοσης) κατά την έσω στροφή ώμου με ή χωρίς οπτικό ερέθισμα.

	Έσω στροφείς		Έξω στροφείς	
	Επικρατούν	Μη-επικρατούν	Επικρατούν	Μη-επικρατούν
Μέσος όρος	29,26	26,62	25,64	23,18
SD	6,73	7,27	4,42	4,29

Πίνακας 7.3. Σύγκριση της Απόκλιση τιμών, της παραγόμενης ροπής στρέψης (Nm) κατά την προσπάθεια παραγωγής μεγίστης ροπής στρέψης, κατά την έξω και έσω στροφή.

7.2. Συζήτηση-Συμπεράσματα.

Στην παρούσα εργασία και με την επιφύλαξη του μικρού σχετικά δείγματος δεν αναδεικνύεται κάποιο σημαντικό αποτέλεσμα (σε όλες τις συγκρίσεις $p < 0.05$).

Συνεπώς η ερευνητική μας υπόθεση δεν επαληθεύεται.

Ειδικότερα, Η αίσθηση της μυικής προσπάθειας ήταν ακριβέστερη με τα μάτια ανοιχτά στις δοκιμασίες με την υψηλή ένταση 60% στην έξω στροφή ($p=0.02$ μη-επικρατούν, $p=0.00$ επικρατούν) και στην έσω στροφή ($p=0.01$ μη-επικρατούν, $p=0.03$ επικρατούν). Στο 30% της έντασης δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

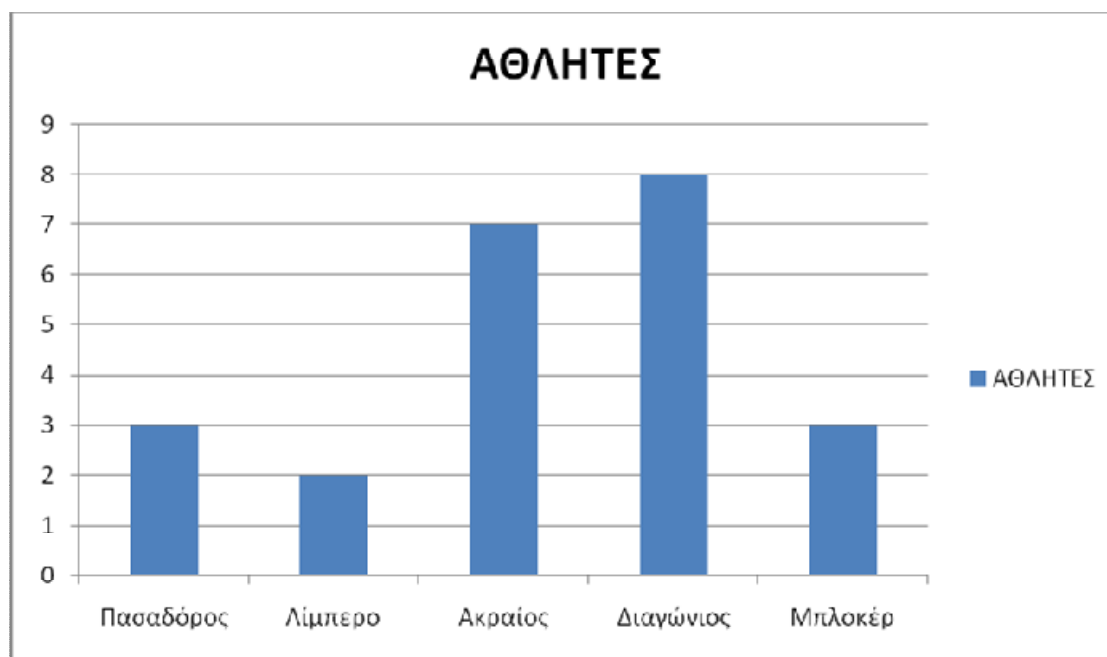
Η προπόνηση στην πετοσφαίριση δεν φαίνεται να επιδρά στην αίσθηση της μυικής προσπάθειας σε αθλήτριες επιπέδου Α,Β τοπικό. Αυτό μπορεί να είναι οφείλεται σε μια σειρά παραγόντων που σχετίζονται με τη φύση της αθλητικής αυτής δραστηριότητας, με τη μέθοδο αυτή κάθε αυτή ή με τα χαρακτηριστικά του δείγματος. Συγκεκριμένα, η εκτέλεση καρφώματος ή σερβίς που αποτελούν τις πιο δυναμικές φάσεις στο βόλεϊ είναι κινήσεις υψηλής ταχύτητας και καθορίζονται από την εκρηκτικότητα της κίνησης. Προκαλούν λοιπόν προσαρμογές σε δυναμικά χαρακτηριστικά (μέγιστη δύναμη) αλλά σε πιο εκλεπτυσμένες νευρομυικές λειτουργίες πιθανώς να μην έχουν κάποια επίπτωση.

Επίσης, τα ποσοστά της έντασης της προσπάθειας που χρησιμοποιήθηκαν ίσως να μην ήταν ικανά να αναδείξουν διαφορές. Ενδιαφέρον παρουσιάζει ότι η αίσθηση της μυικής προσπάθειας ήταν ακριβέστερη με τα μάτια ανοιχτά στις δοκιμασίες με την υψηλή ένταση 60%. Στο 30% της έντασης δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ ύπαρξης και μη-ύπαρξης οπτικού ερεθίσματος, καταδεικνύοντας ότι το χαμηλό ποσοστό δεν ήταν ικανό να αναδείξει διαφορετικές επιδόσεις σε οφθαλμοφανώς διαφορετικές καταστάσεις, πόσο μάλλον σε καταστάσεις λεπτότερης διαφοροποίησης. Ίσως διερεύνηση με υψηλότερα ακόμη ποσοστά έντασης να ήταν καταλληλότερη για αποκάλυψη διαφορών. Μια άλλη παράμετρος που ίσως συντέλεσε στη μη εμφάνιση διαφορών μεταξύ κυρίαρχης και μη κυρίαρχης πλευράς ήταν το επίπεδο των αθλητριών και η συνολική έκθεσή τους στο προπονητικό ερέθισμα. Επίσης η έλλειψη τραυματικού ιστορικού πιθανόν να συντέλεσε και αυτή αφού συγκρίναμε δύο υγιείς πλευρές.

Για την ανάδειξη νευρομυϊκού τύπου πιθανών ασυμμετριών σε αθλητές του βόλεϊ προτείνεται περαιτέρω διερεύνηση άλλων παραμέτρων όπως η αίσθηση της θέσης του μέλους ή η κιναισθησία, ή η χρήση άλλης μεθοδολογίας όπως είναι η χρήση ηλεκτρομυογράφου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

8.1. Παράρτημα



Σχήμα 8.1. Οι θέσεις στις οποίες παίζουν οι αθλητές που μετείχαν στην έρευνα σύμφωνα με την τοποθέτησή τους από τον προπονητή κατά την διάρκεια του αγώνα (ορισμένοι αθλητές μετέχουν σε περισσότερες από μια θέσεις).

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Όνοματεπώνυμο: _____

Σύλλογος: _____

Ηλικία: _____ Βάρος _____ Ύψος _____

Προπονητική ηλικία: _____

a) Ερασιτεχνικά: από _____ έως _____. Συχνότητα προπονήσεων : ____ /εβδ.

Συχνότητα αγώνων : ____ /εβδ

Σχόλια: _____

b) Πρωταθλητισμός: από _____ έως _____. Συχνότητα προπονήσεων : ____ /εβδ.

Συχνότητα αγώνων : ____ /εβδ.

Διάρκεια αγωνιστικής περιόδου : ____ μήνες/έτος.

Χρονική διάρκεια προετοιμασίας : ____ μήνες/έτος.

Συχνότητα προπονήσεων κατά την προετοιμασία: ____ /εβδ.

Συχνότητα αγώνων κατά την προετοιμασία: ____ /εβδ.

Σχόλια: _____

Ερωτηματολόγιο πλευρικότητας των άνω άκρων.

Οδηγίες:

1. Μην απαντήσεις απλά σε κάθε ερώτηση, αλλά προσπάθησε πρώτα να φανταστείς τον εαυτό σου να εκτελεί την κάθε δραστηριότητα.
2. Σε κάθε ερώτηση επέλεξε **μόνο μία** από τις πέντε επιλογές-απαντήσεις.

		ΠΑΝΤΑ ΜΕ ΤΟ ΑΡΙΣΤΕΡΟ	ΣΥΝΗΘΩΣ ΑΡΙΣΤΕΡΟ	ΙΔΙΑ & ΤΑ ΔΥΟ ΧΕΡΙΑ	ΣΥΝΗΘΩΣ ΔΕΞΙ	ΠΑΝΤΑ ΜΕ ΤΟ ΔΕΞΙ
1.	Με ποιο χέρι γράφεις;					
2.	Ποιο χέρι χρησιμοποιείς για να χτυπήσεις κάτι με σφυρί;					
3.	Με ποιο χέρι χρησιμοποιείς την οδοντόβουρτσα;					
4.	Ποιο χέρι χρησιμοποιείς					

	για να κόψεις κάτι με το μαχαίρι;					
5.	Με ποιο χέρι κρατάς το σπύρτο για να το ανάψεις;					

Σε ποια θέση σε τοποθετεί ο προπονητής στους αγώνες:

Πασαδόρος	
Λίμπερο	
Ακραίως	
Διαγώνιος	
Μπλοκέρ	

Έχεις τραυματιστεί ποτέ; _____

Αν ναι, συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα:

ΑΝΑΤΟΜΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΠΟΤΕ	ΑΠΟΧΗ ΑΠΟ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ	ΕΙΔΟΣ ΑΝΤΙΜΕΤΟΠΙΣΗΣ	ΠΛΕΥΡΑ
1.				
2.				
3.				
4.				

Ευχαριστώ πολύ

για την συμμετοχή σας !!

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Alter MJ, (1992). Το άνω άκρο, Από: Επιστήμη των μυϊκών διατάσεων. Εκδόσεις Salto, σελ. 155-166.
2. Apreleva M, Hasselman CT, Debski RE, et al, (1998). A dynamic analysis of glenohumeral motion after simulated capsulolabral injury, a cadaver model. *J Bone Joint Surg*, 80A:474-480.
3. Augustsson SR, Augustsson J, Thomee R, Svantesson U, (2005). Injuries and preventive actions in elite Swedish volleyball. *Scand J Med Sci Sports*, 16: 433–440.
4. Backx FJG, Beijer HJM, Erich WBM, (1991). Injuries in high-risk person and high-risk sports. *Am J Sports Med*, 19(2): 124-30.
5. Baltaci G, Tunay VB, (2004). Isokinetic performance at diagonal pattern and shoulder mobility in elite overhead athletes. *Scand J Med Sci Sports*, 14: 231–238.
6. Basmajian JV, De Luca, (1985). *Muscles alive*, 5th ed, Baltimore: Williams and Wilkins.
7. Beard DJ, Dodd AF, Trundle HR, Simpson AH, (1994). Proprioception enhancement for anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg*, 76B: 654-659.
8. Bigliani LU, Codd TP, Connor PM, et al, (1997). Shoulder laxity and motion in the professional baseball player. *Am J Sports Med*, 25:609-613.
9. Bigliani LU, Kelkar R, Flatow EL, et al, (1996). Glenohumeral stability biomechanical properties of passive and active stabilizers. *Clin Orthop*, 330:13-30.
10. Bonza JE, Fields SK, Yard EE, Comstock RD, (2009). Shoulder Injuries Among United States High School Athletes During the 2005–2006 and 2006–2007 School Years. *Journal of Athletic Training*, 44(1):76–83.
11. Bowen MK, Warren RF, (1991). Ligamentous control of shoulder stability based on selective cutting and static translation experiments. *Clin Sports Med*, 10:757-782.
12. Bradley JP, Tiberone JE, (1991). Electromyographic analysis of muscle action about the shoulder. *Clin Sports Med.*, 10: 789-805.

13. Brenneke SL, Morgan CJ, (1992). Evaluation of ultrasonography as a diagnostic technique in the assessment of rotator cuff tendon tears. *Am J Sports Med*, 20(3):287-289.
14. Brien SJ, Arnoczky SP, Warren RF, Rozbruch SR, (1990). Developmental anatomy of the shoulder and anatomy of the glenohumeral joint. In: Rockwood CA Jr, Matsen FA HI, eds. *The shoulder.*, 1: 1-33.
15. Brinner WW, Pera CE, (1999). Volleyball injuries at the 1995 U.S Olympic festival. *Int J Volleyball Res*, 1(1):7-11.
16. Brown LP, Niehues SL, Harrah A, et al, (1988). Upper extremity range of motion and isokinetic strength of the internal and external shoulder rotator in major league baseball player. *Am J Sports Med*, 16:577-585.
17. Chen SK, Simonian PT, Wickiewicz TL, Otis JC, Warren RF, (1999). Radiographic evaluation of glenohumeral kinematics: A Muscle fatigue model. *J Shoulder Elbow Surg*, 8: 49-52.
18. Cingel R, Kleinrensink G, Stoeckart R, Aufdemkampe G, Bie R, Kuipers H, (2006). Strength values of shoulder internal and external rotators in elite volleyball players. *J Sport Rehabilitation*, 15:237-245.
19. Connell O, Nuber GW, Mileski RA, Lautenschlager E, (1990). The contribution of the glenohumeral ligaments to anterior stability of the shoulder joint. *Am J Sports Med*, 18:579-584.
20. Di Giovine NM, Jobe FW, Pink M, Perry J, (1992). An electromyographic analysis of the upper extremity in pitching. *J Shoulder Elbow Surg*, 1:15-25.
21. Dillman CJ, Fleisig GS, Andrews JR, (1993). Biomechanics of pitching with emphasis upon shoulder kinematics. *J Orthop Sports Phys Ther*, 18:402-408.
22. Fleisig GS, Andrews JR, Dillman CJ, Escamilla RF, (1995). Kinetics of baseball pitching with implications about injury mechanism. *Am J Sports Med*, 23(2):233-239.
23. Forthomme B, Croisier JL, Ciccarone G, Crielaard JM, Cloes M, (2005). Factors Correlated With Volleyball Spike Velocity. *Am J Sports Med*, 33: 1513-1519.
24. Freedman L, Murno RR, (1966). Abduction of the arm in the scapula plane: scapula and glenohumeral movements a roentgenographic study. *J Bone Joint Surg*, 48A:1053-1510.

25. Glousman R, (1993). Electromyographic analysis and its role in the athletic shoulder. *Clin Orthop Rel Res*, 288:27-34.
26. Goodwin –Gerberich SG, Luhmann S, Finke C, et al, (1987). Analysis of severe injuries associated with volleyball activities. *Physician Sports Med* , 15(8):75-9.
27. Gozlan G, Bensoussan L, Coudreuse JM, Fondarai JM, Gremeaux V, Viton JM, Delarque A, (2006). Isokinetic dynamometer measurement of shoulder rotational strength in healthy elite athletes (swimming, volley-ball, tennis): comparison between dominant and nondominant shoulder. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*, 49: 8–15.
28. Graichen H, Stammberger T, Bonel H, et al, (2000). Magnetic resonance based motion analysis of the shoulder during elevation. *Clin Orthop*, 370:154-163.
29. Hamilton N, Luttgens K, (2003). Κινησιολογία. Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου, σελ. 105-136.
30. Harryman DT, Sidles JA, Harris SL, Matsen FA, (1992). The role of the rotator interval capsule in passive motion and stability of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am.*, 74:53-66.
31. Hayes K, Callanan M, Walton S, Paxinos A, Murrell G, (2002). Shoulder instability: Management and rehabilitation. *J Orthop Sports Phys Ther*, 32(10):1-13.
32. Hoppenfeld S, (2008). Φυσική εξέταση της Σ.Σ και των άκρων. Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου, σελ12-34.
33. Howell SM, Galinat BJ, (1989). The glenoid-labral socket, A constrained articular surface. *Clin Orthop*, 243:122-125.
34. Inman VT, Saunders JB, Abbott LC, (1944). Observations of the functions of the shoulder joint. *J Bone Joint Surg*, 42:1-30.
35. Ireland ML, Nattiv A, (2002). *The Female Athlete*, pg 757-67.
36. Itoi E, Newman SR, Kuechle DK, Morrey BF, An KN, (1994). Dynamic anterior stabilizers of the shoulder with the arm in abduction. *J Bone Joint Surg Br*, 76: 834-836.
37. Jerosch J, Prymka M, (1996). Proprioception and joint stability. *Knee Surg Sports Trauma & Arthros*, 4:171-179.

38. Johannsen F, Remving L, Kryger P, Beck P, Warming S, et al, (1995). Exercises for chronic low back pain. *J Orthop of Sports and Phys Ther*, 22: 52-59.
39. Johnson L, (1992). Patterns of shoulder flexibility among college baseball players. *J Athl Train*, 27:44-49.
40. Kablan N, Ertan H, Ünver F, Kirazci S, Korkusuz F, (2004). Factors affecting the shoulder proprioceptive sense among male volleyball players. *Isokinetics and Exercise Science*, 12:193-198.
41. Karandji IA, (2001), Η λειτουργική ανατομική των αρθρώσεων. Ιατρικές Εκδόσεις Πασχαλίδη, σελ. 58-72.
42. Kisner C, Colby LA, (2003). Θεραπευτικές ασκήσεις, Ιατρικές Εκδόσεις Σιώκης, σελ 301-367.
43. Kronberg M, Brostrom LA, (1995). Electromyographic recordings in shoulder muscles during eccentric movements. *Clin Orthop*, 143-151.
44. Kujala UM, Taimela S, Antti-Poika I, Orava S, Tuominen R, Myllynen P, (1995). Acute injuries in soccer, ice hockey, volleyball basketball, judo, and karate: analysis of national registry data. *BMJ*, 311:1465-8.
45. Laskowski E, Newcamer-Aney K, Smith J, (1997). Refining rehabilitation with proprioception training : expediting return to play. *The Physician and Sport Med*, 25, pg 9-19.
46. Lephart S, Pincivero D, Giraldo J, Fu F, (1997). The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletics injuries. *The American J of Sports Medic*, 25, pg 2081-2089.
47. Lephart SM, Fu FH, (1995). The role of proprioception in the treatment of sports injuries. *Sports Exerc and Injury*, 1: 96-102.
48. Mc Quade KJ, Smidh GL, (1998). Dynamic scapulohumeral rhythm: the effects of external resistance during elevation of the arm in the scapula plane. *J Orthop Sports Phys Ther*, 27:125-33.
49. Meister K, (2000). Injuries to the Shoulder in the Throwing Athlete. *Am J Sports Med*, 28: 265-275.
50. Moseley H, Overgaard B, (1962). The anterior capsular mechanism in recurrent anterior dislocation of the shoulder. *J Bone Joint Surg*, 44B:913-927.
51. Oatis CA, (2009). Kinisiology: the mechanics and pathomechanics of human movement (2 ed). Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia.

52. Olive RJ Jr, Marsh HO, (1992). Ultrasonography of rotator cuff tears. *Clin Orthop*, 282:110-3.
53. Pappas AM, Zawacki RM, Sullivan TJ, (1985). Biomechanics of baseball pitching: a preliminary report. *Am J Sports Med*, 13:216-222.
54. Park S, Loebenberk M, Rokito A, Zuckerman J, (2002-2003). The shoulder in baseball pitching, biomechanics and related injuries-Part 1. *Bulletin, Hospital for joint Diseases*, 60(1,2):62-79.
55. Pronk GM, Helm FCT, Rozendaal LA, (1993). Interaction between the joints in the shoulder mechanism: the function of the costoclavicular, conoid and trapezoid ligaments. *Proc Inst Mech Eng*, 207: 219-229.
56. Rokito A, Andrews JR, Frank W, Jobe FW, et al, (1998). Electromyographic analysis of shoulder function during the volleyball serve and spike. *J Shoulder Elbow Surg*, 7(3):256-263.
57. Schafle MD, (1993). Common injuries in volleyball. *Sports Med*, 16(2):126-9.
58. Schafle MD, Requa RK, Patton WL, et al, (1992). Injuries in the 1987 national amateur volleyball tournament. *Am J Sports Med*, 18(6):624-31.
59. Soslowsky LJ, Flatow EL, Bigliani LU, Mow VC, (1992). Articular geometry of the glenohumeral joint. *Clin Orthop Relat Res*, (285):181-90.
60. Stern J, (2003). Βασικές έννοιες της ανατομίας. *Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου*: σελ 138-139, 144-145.
61. Stone RJ, Stone AJ, (2000). *Εγχειρίδιο των σκελετικών μυών*. *Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου*.
62. Wang HK, Juang LG, Lin JJ, Wang TG, Jan MH, (2004). Isokinetic performance and shoulder mobility in Taiwanese elite junior volleyball players. *Isokinetics and Exercise Science*, 12:135–141.
63. Wang HK, Macfarlane A, Cochrane T, (2000). Isokinetic performance and shoulder mobility in elite volleyball athletes from the United Kingdom. *Br J Sports Med*, 34:39–43.
64. Watkins J, Green BN, (1992). Volleyball injuries: a survey of injuries of Scottish National League male players. *Br J Sports Med*, 26(2):135-7.
65. Wilk KE, Arrigo CA, (1993). Current concepts in the rehabilitation of the athletic shoulder. *J Orthop Sports Phys Ther*, 18:365-378.
66. Wuelker N, Korell M, Thren K, (1998). Dynamic glenohumeral joint stability. *J Shoulder Elbow Surg*, 7:43-52.

67. Δούκας ΝΜ, (2001), Κινησιολογία. Εκδόσεις Λίτσας, σελ. 216-266
68. Θεοδορόπουλος ΔΝ, (2005). Η διαταραχή της ιδιοδεκτικότητας της Ο.Μ.Σ.Σ. στην οσφυαλγία. Θέματα Φυσικοθεραπείας, Τόμος 3, Τεύχος 6, σελ56-59.
69. Καμμάς Α, Κακλαμάνης Ν, (1998). Η ανατομική του ανθρώπου. Εκδόσεις Edition: σελ 57-62, 172-177.
70. Καρπέλη ΒΕ, (2001). Νευροφυσιολογία των αρθρώσεων : Μηχανισμοί πρόκλησης δυσλειτουργίας τραυματισμού. Θέματα Φυσικοθεραπείας, Τόμος 2, Τεύχος 2, σελ 46.
71. Κουτσάμπελας ΧΝ, (2005). Εφαρμογή ειδικών διατάσεων σε όλους τους μύς του ανθρώπινου σώματος. Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου σελ. 304-308.
72. Πουλμέντης Π, (2005). Αθλητική Φυσικοθεραπεία, σελ 38-54, 152-153.
73. Σφετσιώρης Δ, (2003). Κινησιολογία: Άνω άκρο. Εκδόσεις DKS, σελ 127-224.