



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΗΤΡΙΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΑ
ΑΠΟ ΡΗΞΗ ΤΟΥ ΥΠΕΡΑΚΑΝΘΙΟΥ ΜΥ ΚΑΙ Η
ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ»**

**Θεοδοροπούλου Βασιλική
Α.Μ.: 201500179**

Επιβλέπων: Κος Τσίγκανος Γεώργιος

ΙΟΥΛΙΟΣ 2021

© Copyright
Θεοδοροπούλου Βασιλική
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΡΗΞΗ ΤΟΥ ΥΠΕΡΑΚΑΝΘΙΟΥ ΜΥ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι μια βιβλιογραφική ανασκόπηση με θέμα «αποκατάσταση ιδιοδεκτικότητας μετά από ρήξη του υπερακανθίου μυ και η σημασία της στην πρόληψη», και η οποία εξετάζει την αποτελεσματικότητα της προπόνησης της ιδιοδεκτικότητας μετά από τραυματισμό ενός εκ των μυών του πετάλου των στροφέων που προστατεύουν τον ώμο, του υπερακανθίου και αποτελείται από 4 κεφάλαια. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την μελέτη των σχετικών άρθρων για τη εκπόνηση της παρούσας εργασίας είναι η σημασία της ενσωμάτωσης ενός στοιχείου εκπαίδευσης της ιδιοδεκτικότητας μέσα στο κλασικό πρωτόκολλο της αποκατάστασης και η στόχευση στην συνενεργοποίηση των σταθεροποιών μυών γύρω από την άρθρωση του ώμου. Στο πρώτο κεφάλαιο, στην εισαγωγή της εργασίας, επιχειρείται η απόδοση των ανατομικών, κινησιολογικών και εμβιομηχανικών στοιχείων της περιοχής του ώμου και η διαδικασία της λειτουργίας του νευρικού συστήματος. Περιγράφονται τα είδη των τραυματισμών του πετάλου των στροφέων και η διαδικασία αξιολόγησης τους. Στο δεύτερο κεφάλαιο, με τίτλο, «Ιδιοδεκτικότητα», γίνεται ανάλυση του ορισμού της ιδιοδεκτικότητας, περιγραφή των υποδοχέων και αναφορά και ανάλυση των παραγόντων που επιδρούν στην ιδιοδεκτικότητα. Επίσης γίνεται επεξήγηση της σημασίας του νευρομυϊκού ελέγχου και της αποκατάστασης του σε περίπτωση τραυματισμού. Τέλος, εκτός από την αναφορά στην αποκατάσταση της ιδιοδεκτικότητας, αναλύονται και οι μέθοδοι αξιολόγησης της. Στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται εκτενώς ασκήσεις αποκατάστασης της ιδιοδεκτικότητας που βασίζονται σε αποτελέσματα σχετικών ερευνών καθώς και εξειδικευμένο πρόγραμμα αποκατάστασης σε ρήξη του πετάλου των στροφέων. Τέλος αναλύεται η συμβολή της εφαρμογής kinesiotape και

των σύγχρονων μεθόδων βελτίωσης της κινητικής μάθησης και του νευρομυϊκού ελέγχου όπως οι ρομποτικές πλατφόρμες. Το τέταρτο κεφάλαιο αφορά στην ιδιοδεκτική νευρομυϊκή διευκόλυνση, την λεγόμενη PNF, τις τεχνικές της, τα πρότυπα της, και την εφαρμογή τους στην αποκατάσταση. Στον επίλογο της μελέτης, επιχειρείται μια αποτίμηση του ρόλου της ιδιοδεκτικότητας στην πρόληψη και στην αποκατάσταση και τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τις έρευνες που μελετήθηκαν και έχουν πραγματοποιηθεί.

Λέξεις κλειδιά: υπερακάνθιος, ρήξη υπερακανθίου, αποκατάσταση, ιδιοδεκτικότητα, νευρομυϊκός έλεγχος

ABSTRACT

The aim of this thesis was to analyze the effectiveness of proprioception training deficit that follows the injury of supraspinatus muscle, which is part of the rotator cuff and the contribution of proprioceptive training to prevention. It consists of 4 chapters.

The general conclusion drawn from the review of literature refers to the importance of incorporating proprioception training into the training program. The first chapter, the introduction, it's an overview of the anatomy, kinesiology and biomechanics of the glenohumeral joint and the nervous system. It's also refers to the categories of rotator cuff injury and the methods of clinical assessment of patients with supraspinatus tears.

The second chapter, entitled "Proprioception", analyzes the definition of proprioception, the types of receptors and the factors influencing proprioception. Furthermore, emphasizes the importance of neuromuscular control and its rehabilitation in case of injury. Apart from the reference to the rehabilitation of proprioception, the methods of its evaluation analyzed as well. As far as the third chapter is concerned, proprioceptive rehabilitation exercises are presented at length and they are based on reported research results, as well as a specialized rehabilitation program for rotator cuff tears. Eventually, the effects of kinesiotape on proprioception, technological inventions of the last century for neuromuscular retraining such as robotic platforms are also pointed out. The fourth chapter deals with the principle, techniques and patterns of proprioceptive neuromuscular facilitation, the so-called P.N.F, and its application on rehabilitation. The epilogue of this thesis, lays emphasis on fundamental role of proprioception on prevention and rehabilitation and sums up the results drawn from the review of studies have been carried out.

Key words: proprioception, supraspinatus, supraspinatus tears, rehabilitation

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη	iii-iv
Abstract.....	v
Πίνακας Περιεχομένων.....	vi-x
Κατάλογος εικόνων.....	x-xvii
Κατάλογος Σχημάτων.....	xviii
Κατάλογος Πινάκων.....	xviii
Κατάλογος Συμβόλων και Συντομογραφιών.....	xviii
Ευχαριστίες.....	σελ. xix
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	σελ. 1-3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ I: Η ΑΡΘΡΩΣΗ ΤΟΥ ΩΜΟΥ.....	σελ. 4-24
1.1 Ανατομικά στοιχεία.....	σελ. 4
1.1.1 Μυϊκό Σύστημα.....	σελ. 5
1.1.2 Υπερακάνθιος.....	σελ. 6
1.1.3 Σύνδεσμοι.....	σελ. 7
1.1.4 Αγγείωση και νεύρωση.....	σελ. 7
1.2 Κινησιολογική-Εμβιομηχανική και κινηματική ανάλυση της άρθρωσης.....	σελ. 8-10
1.2.1 Σταθερότητα της άρθρωσης.....	σελ. 8-9
1.2.2 Ορισμός Εμβιομηχανικής και Κινηματικής.....	σελ. 9-10
1.2.3 Ωμοβραχιόνιος Ρυθμός.....	σελ. 10

1.3 Ρήξη πετάλου των στροφών.....	σελ.10-14
1.3.1 Μηχανισμοί κάκωσης.....	σελ.10-13
1.3.2 Ρήξη υπερακανθίου τένοντα.....	σελ.13-15
1.3.3 Σύνδρομο Υπακρωμιακής Προστριβής.....	σελ.15
1.3.4 Κλινικές δοκιμασίες αξιολόγησης των ρήξεων υπερακανθίου μυ.....	σελ.16-17
1.3.5 Αντιμετώπιση των ρήξεων.....	σελ.17-18
1.4 Νευρικό Σύστημα.....	σελ.18 -24
1.4.1 Λειτουργίες του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος.....	σελ.19
1.4.2 Υποδιαιρέσεις Κ.Ν.Σ.....	σελ.20-24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ	
II:ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ.....	σελ.25-52
2.1 Ιδιοδεκτικότητα-Κιναισθησία.....	σελ.25-28
2.2 Αισθητικότητα-Υποδοχείς.....	σελ.28-31
2.2.1 Διαχωρισμός αρθρικών υποδοχέων.....	σελ.31-33
2.2.2 Μυοτενόντιοι μηχανοϋποδοχείς.....	σελ.33-35
2.2.3 Δυναμικό υποδοχέα.....	σελ.35-36
2.2.4 Συμβολή των μηχανοϋποδοχέων στην ιδιοδεκτικότητα.....	36
2.3 Παράγοντες που επιδρούν θετικά ή αρνητικά στην ιδιοδεκτικότητα.....	σελ.37-41
2.4 Νευρομυϊκός Έλεγχος.....	σελ.41
2.4.1 Συστήματα του Νευρομυϊκού Ελέγχου.....	σελ.42
2.5 Οι επιδράσεις του τραυματισμού	σελ.43
2.5.1 Απώλεια Ιδιοδεκτικότητας.....	σελ.43

2.5.2 Τραυματισμός και δυσλειτουργία Νευρομυϊκού Ελέγχου.....	σελ.44-45
2.5.3 Αποκατάσταση Νευρομυϊκού Ελέγχου.....	σελ.46-47
2.5.4 Αποκατάσταση Ιδιοδεκτικότητας.....	σελ.47-48
2.5.5 Χειρουργική αποκατάσταση Ιδιοδεκτικότητας.....	σελ.48-49
2.6 Αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας-Νευρομυϊκού ελέγχου.....	σελ.49-52

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ: ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΗ ΕΠΑΝΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....σελ.53-129

3.1 Αποτελέσματα των ερευνών.....	σελ.53-56
3.1.1 Αποτελέσματα έρευνας στην ιδιοδεκτική επανεκπαίδευση μέσω ρομπότ σε τρισδιάστατο χώρο.....	σελ.56-57
3.3 Προπόνηση ιδιοδεκτικότητας σε ρήξη του πετάλου των στροφέων.....	σελ.58-65
3.3.1 Αποτελέσματα ερευνών για τις ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας.....	σελ.56-63
3.4 Παράγοντες του προγράμματος της ιδιοδεκτικότητας μετά από ρήξη του υπερακανθίου μυ.....	σελ.66-67
3.5 Πρώιμες ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας.....	σελ.67-74
3.6 Ασκήσεις στατικής και δυναμικής σταθεροποίησης-ΚΚΑ-Ισορροπίας.....	σελ.75-78
3.7 Ασκήσεις Κλειστής και Ανοικτής Βιοκινητικής αλυσίδας.....	σελ.76-78
3.7.1 Ορισμός κλειστής και ανοικτής βιοκινητικής αλυσίδας.....	σελ.78
3.7.2 Εμβιομηχανική των ασκήσεων ΑΚΑ vs. ΚΚΑ στο άνω άκρο.....	σελ.78-79
3.7.3 Ασκήσεις ΚΚΑ άνω άκρων.....	σελ.79-80

3.7.4 Ασκήσεις ΑΚΑ.....σελ.81	σελ.81
3.7.5 Ασκήσεις ΚΚΑ προοδευτικής επιβάρυνσης.....σελ.82-94	σελ.82-94
3.8 Πλειομετρικός έλεγχος.....σελ.94-103	σελ.94-103
3.8.1 Ασκήσεις Πλειομετρικού ελέγχου των άνω άκρων.....σελ.96-103	σελ.96-103
3.9 Οι Μυϊκές διατάσεις.....σελ.103-104	σελ.103-104
3.9.1 Διατάσεις νευρομυϊκής διευκόλυνσης (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation ή PNF).....σελ.104	σελ.104
3.10 Κινητοποίηση.....σελ.105-110	σελ.105-110
3.10.1 Ορισμός.....σελ.105	σελ.105
3.10.2 Παράμετροι Κινητοποίησης.....σελ. 105-106	σελ. 105-106
3.10.3 Κανόνες Κινητοποίησης.....σελ.106	σελ.106
3.10.4 Αποτελέσματα της Κινητοποίησης-Χειρισμών.....σελ.106-107	σελ.106-107
3.10.5 Χειρισμοί Κινητοποίησης.....σελ.107-110	σελ.107-110
3.11 Ασκήσεις βελτίωσης του Αντανακλαστικού Νευρομυϊκού Ελέγχου.....σελ.110-113	σελ.110-113
3.12 Λειτουργικές ασκήσεις ανάλογα με το άλθημα.....σελ.113-114	σελ.113-114
3.13 Νευρογνωσιακά προγράμματα αποκατάστασης- Αποκατάσταση Νευρομυϊκού ελέγχου.....σελ.114-116	σελ.114-116
3.13α Σύγχρονες μέθοδοι κινητικής μάθησης-βελτίωσης νευρομυϊκού ελέγχου.....σελ. 116-123	σελ. 116-123
3.14 Παράμετροι προοδευτικότητας του προγράμματος νευρομυϊκού ελέγχου.....σελ.124-128	σελ.124-128
3.15 Συμβολή εφαρμογής kinesiotape και περιόδου στην ιδιοδεκτικότητα.....σελ.128-130	σελ.128-130

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV: ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΗ ΝΕΥΡΟΜΥΙΚΗ ΔΙΕΥΚΟΛΥΝΣΗ –PNF
(Proprioceptive Neuromuscular Facilitation).....σελ.131-142**

4.1 Ορισμός.....σελ.131

4.2 Φιλοσοφία PNF.....σελ.132-133

4.3 Βασικές Αρχές της μεθόδου PNF.....σελ.133-136

4.5 Τεχνικές PNFσελ.136-139

4.6 Κινητικά πρότυπα PNF.....σελ.140-142

**4.6.1 Εξειδικευμένες ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας με βάση τα πρότυπα και τις
τεχνικές P.N.F.....σελ.142-145**

VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....σελ.146-149

VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ

ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....σελ.150-159

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1 Η άρθρωση του ώμουσελ.5

Εικόνα 1.1.2 Το πέταλο των στροφών.....σελ.7

Εικόνα 1.3.1 Κατηγοριοποίηση των ρήξεων του μυοτενόντιου πετάλου των
στροφών.....σελ.13

Εικόνα 1.3.2 Ρήξη υπερακανθίου.....σελ.15

Εικόνα 1.3.3α,β Σύνδρομο υπακρωμιακής
προστριβής.....σελ.16

Εικόνα 1.3.4α,β Test πτώσης του βραχίονα-Έλεγχος
υπερακανθίου.....σελ.17

Εικόνα 1.4.2α Τοπικό κύκλωμα στο Νωτιαίο μυελό.....σελ.22	σελ.22
Εικόνα 1.4.2β Οργάνωση του Κινητικού συστήματος.....σελ.24	σελ.24
Εικόνα 2.2.2α Μυϊκή άτρακτος-τενόντιο όργανο του Golgi.....σελ.35	σελ.35
Εικόνα 2.5.2 Λειτουργική αστάθεια.....σελ.46	σελ.46
Εικόνα 2.5.3 Μηχανισμός ανατροφοδότησης του ώμου.....σελ.47	σελ.47
Εικόνα 2.6α Αξιολόγηση της αίσθησης της θέσης της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης με τη χρήση Ισοκινητικού δυναμόμετρου.....σελ.51	σελ.51
Εικόνα 2.6β Αξιολόγηση της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης του γόνατος σε θέση φόρτισης με τη χρήση Ηλεκτρογωνιόμετρου.....σελ.51	σελ.51
Εικόνα 2.6γ Αξιολόγηση αίσθησης προσπάθειας με Ισομετρικό Δυναμόμετρο Σ.Σ κατά την κάμψη της αυχενικής μοίρας της Σ.Σ.....σελ.51	σελ.51
Εικόνα 2.6δ Αξιολόγηση της Ισορροπίας μέσω της μέτρησης της μετατόπισης της θέσης του σώματος.....σελ.52	σελ.52
Εικόνα 2.6ε Κλινικές δοκιμασίες αξιολόγησης Ισορροπίας.....σελ.52	σελ.52
Εικόνα 3.1.1 Ιδιοδεκτική επανεκπαίδευση μέσω ρομπότ σε τρισδιάστατο χώρο.....σελ.57	σελ.57
Εικόνα 3.3.1α Ρυθμική σταθεροποίηση χρησιμοποιώντας μια ασταθή βάση.....σελ.63	σελ.63
Εικόνα 3.3.1β Άσκηση ενεργητικής και παθητικής επανατοποθέτησης για τη συνειδητή εκτίμηση της αρθρικής θέσης.....σελ.63	σελ.63
Εικόνα 3.3.1γ Ασκήσεις επανατοποθέτησης (ΑΚΑ) της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης απέναντι από καθρέπτη.....σελ.64	σελ.64
Εικόνα 3.5 Πρώιμη άσκηση ιδιοδεκτικότητας.....σελ.70	σελ.70
Εικόνες 3.5α,β,γ Πρώιμες ασκήσεις Ιδιοδεκτικότητας.....σελ.71	σελ.71
Εικόνες δ,ε,ζ,η Πρώιμες ασκήσεις Ιδιοδεκτικότητας.....σελ.72	σελ.72
Εικόνα 3.5θ Άσκηση Ισορροπίας- ΚΚΑ με το ένα χερι στη φορά του ρολογιού.....σελ.73	σελ.73

Εικόνα 3.5.1α Άσκηση καμπτήρων ώμου.....σελ.73	σελ.73
Εικόνα 3.5.1β Άσκηση εκτεινόντων ώμου.....σελ.73	σελ.73
Εικόνα 3.5.1γ Άσκηση απαγωγών ώμου.....σελ.74	σελ.74
Εικόνα 3.5.1δ Άσκηση προσαγωγών ώμου.....σελ.74	σελ.74
Εικόνα 3.5.1ε Άσκηση έξω στροφών ώμου.....σελ.74	σελ.74
Εικόνα 3.5.1ζ Άσκηση έσω στροφών ώμου.....σελ.74	σελ.74
Εικόνες 3.5.1 η,θ Πρώιμες ασκήσεις Ιδιοδεκτικότητας.....σελ.74	σελ.74
Εικόνες 3.6α,β,γ Ισορροπία πάνω σε μπάλασελ.76	σελ.76
Εικόνα 3.6δ Άσκηση ΚΚΑ στατικής σταθεροποίησης-ισορροπίας με μπάλα.....σελ.76	σελ.76
Εικόνα 3.6ε Άσκηση στατικής σταθεροποίησης-συντονισμού ιδιοδεκτικότητας (ΚΚΑ).....σελ.77	σελ.77
Εικόνα 3.6ζ Στήριξη σε μικρότερη μπάλα με το ένα άνω άκρο (ΚΚΑ)...σελ.77	σελ.77
Εικόνα 3.6η Πρώιμη άσκηση Ιδιοδεκτικότητας.....σελ.78	σελ.78
Εικόνα 3.7.3 Ρυθμική σταθεροποίηση ωμοπλάτης.....σελ.80	σελ.80
Εικόνα 3.7.4 Άσκηση ρυθμικής σταθεροποίησης ΑΚΑ.....σελ.81	σελ.81
Εικόνες 3.7.5α, β Πιέσεις στήθους (push-ups) σε τοίχο και με υποστήριξη του βάρους από τα γόνατα σε πρηνή θέση.....σελ.84	σελ.84
Εικόνα 3.7.5γ Πιέσεις στήθους (push-ups)-ΚΚΑ με στήριξη σε σταθερή επιφάνεια.....σελ.85	σελ.85
Εικόνα 3.7.5ε Πιέσεις στήθους (push-ups)-ΚΚΑ με στήριξη σε ασταθή επιφάνεια.....σελ.85	σελ.85
Εικόνα 3.7.5δ Πιέσεις στήθους πάνω σε swiss ball στον τοίχο.....σελ.85	σελ.85

Εικόνα 3.7.5ζ Πιέσεις στήθους σε πρηνή θέση πάνω σε bosu.....σελ.85	σελ.85
Εικόνα 3.7.5η Swiss Ball Decline Push-ups.....σελ.85	σελ.85
Εικόνα 3.7.5θ Πιέσεις στήθους (push-ups) πάνω σε swiss ball στο έδαφος.....σελ.85	σελ.85
Εικόνα 3.7.5ι Push-ups πάνω σε δίσκο ισορροπίας.....σελ.86	σελ.86
Εικόνα 3.7.5κ Άσκηση ενδυνάμωσης σε Κ.Κ.Α.....σελ.86	σελ.86
Εικόνα 3.7.52α Στήριξη σε θέση σανίδας(ΚΚΑ).....σελ.86	σελ.86
Εικόνα 3.7.52β Στήριξη σε θέση πλάγιας σανίδας.....σελ.86	σελ.86
Εικόνα 3.7.53γ Δυναμική σταθεροποίηση ωμοπλάτης στο πάτωμα με ένα χέρι.....σελ.87	σελ.87
Εικόνα 3.7.54 Άσκηση ισορροπίας (ΚΚΑ) και με τα δυο χεριά σε τετραποδική θέση στο δίσκο ισορροπίας.....σελ.87	σελ.87
Εικόνα 3.7.55 Δυναμική Σταθεροποίηση στον ώμο (ΚΚΑ).....σελ.88	σελ.88
Εικόνα 3.7.5λ Άσκηση Bird-dog (ΚΚΑ).....σελ.88	σελ.88
Εικόνα 3.7.5ο Άσκηση ισορροπίας από τετραποδική θέση.....σελ.88	σελ.88
Εικόνα 3.7.56 Άσκηση ισορροπίας (ΚΚΑ) σε τετραποδική θέση με bosu/μαξιλάρι.....σελ.88	σελ.88
Εικόνα 3.7.57 Ισορροπία και με τα δυο χέρια με μακαρόνι σε τετραποδική θέση (ΚΚΑ).....σελ.89	σελ.89
Εικόνα 3.7.58 Άσκηση ισορροπίας (ΚΚΑ) σε τετραποδική θέση σε bosu/μαξιλάρι.....σελ.89	σελ.89
Εικόνα 3.7.59 Άσκηση Bird-dog σε swiss ball.....σελ.89	σελ.89
Εικόνα 3.7.5μ Άσκηση Bird-dog με στήριξη στον άκρο πόδα και το αντίθετο άνω άκρο.....σελ.89	σελ.89

Εικόνα 3.7.60 Στήριξη σε ασταθείς βάσεις στα άνω και κάτω άκρα (ΚΚΑ)σελ.89	σελ.89
Εικόνα 3.7.5v Τετραποδική θέση με στήριξη των αγκώνων πάνω σε swiss ball (ΚΚΑ).....σελ.89	σελ.89
Εικόνα3. 7.5ξ Στήριξη σε swiss ball σε πρηνή θέση με το ένα άκρο.....σελ.90	σελ.90
Εικόνα 3.7.5α2, β2 Ασκήσεις σταθεροποίησης της ωμοπλάτης και της γληνοβραχιονίου άρθρωσης σε κλειστή βιοκινητική αλυσίδα.....σελ.91	σελ.91
Εικόνα 3.7.51 Κάμψεις από την καθιστή θέση.....σελ.91	σελ.91
Εικόνα 3.7.5α1 Προσάρτημα για ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex...σελ.91	σελ.91
Εικόνα 3.7.5γ1,2,3,4 Μεταφορές βάρους σε διαφορές θέσεις.....σελ.93	σελ.93
Εικόνα 3.7.5δ1,2,3,4 Ασκήσεις ΚΚΑ-Μεταφορές βάρους πάνω σε ασταθή επιφάνεια.....σελ.93	σελ.93
Εικόνα 3.7.5δ5 Μεταφορά βάρους πάνω σε μια συσκευή Fitter.....σελ.94	σελ.94
Εικόνα 3.7.5δ6 Μεταφορά βάρους πάνω σε ελβετική μπάλα.....σελ.94	σελ.94
Εικόνα 3.7.5ε1 Πατέντο PNF στην τριποδική θέση.....σελ.94	σελ.94
Εικόνα 3.8.1 Πλειομετρική άσκηση των έσω στροφών.....σελ.97	σελ.97
Εικόνα 3.8.1α Ρίψη μπάλας γυμναστικής με ένα άκρο από την καθιστή θέση.....σελ.97	σελ.97
Εικόνα 3.8.1β Πλειομετρική άσκηση άνω άκρου.....σελ.98-99	σελ.98-99
Εικόνες 3.8.1γ-η Πλειομετρικές ασκήσεις άνω άκρου με χρήση τραμπολίνου.....σελ.99-100	σελ.99-100
Εικόνα 3.8.1θ Πλειομετρική-ριπτική άνω άκρου με διατάραξη ισορροπίας.....σελ.99	σελ.99
Εικόνα 3.8.1ι,κ Πλειομετρική-ριπτική άνω άκρου σε ημιγονυπετή- γονυπετή.....σελ.100	σελ.100
Εικόνα 3.8.1λ Επαναλαμβανόμενη ρίψη μπάλας από πρηνή θέση.....σελ.101	σελ.101
Εικόνα 3.8.1μ Πλειομετρική ενδυνάμωση με τη βοήθεια του θεραπευτή.....σελ.101	σελ.101

Εικόνα 3.8.12 α,β Κάμψεις αγκώνων με παλαμάκια.....σελ.102	σελ.102
Εικόνα 3.8.12γ Κάμψεις πάνω σε κουτιά.....σελ.102	σελ.102
Εικόνα 3.8.12δ Push-ups με στήριξη του ενός χεριού σε σταθερή βάση.....σελ.102	σελ.102
Εικόνα 3.8.12ε Push-ups με στήριξη του ενός χεριού σε ασταθή βάση...σελ.102	σελ.102
Εικόνα 3.8.13 α,β Πλειομετρικές ασκήσεις σε πατέντα PNF.....σελ.108	σελ.108
Εικόνα 3.10.5α: Προσθοπίσθια ολίσθηση γληνοβραχιόνιας άρθρωσης...σελ.108	σελ.108
Εικόνα 3.10.5β: Οπισθοπρόσθια ολίσθηση γληνοβραχιόνιας άρθρωσης.....σελ.108	σελ.108
Εικόνα 3.10.5γ: Ουραία ολίσθηση γληνοβραχιόνιας άρθρωσης από ουδέτερη θέση.....σελ.108	σελ.108
Εικόνα 3.10.5δ: Ουραία ολίσθηση GH από θέση απαγωγής 90°.....σελ.108	σελ.108
Εικόνα 3.10.5ε: Έλξη GH-αρχική λαβή σταθεροποίησης.....σελ.109	σελ.109
Εικόνα 3.10.5ζ: Έλξη GH-αξονική τύπου έλξη.....σελ.109	σελ.109
Εικόνα 3.10.5η: Έλξη κάθετη του επιπέδου θεραπείας.....σελ.109	σελ.109
Εικόνα 3.10.5θ: Έλξη με την εφαρμογή ζώνης.....σελ.109	σελ.109
Εικόνα 3.10.5ι: Οπίσθια ολίσθηση της άρθρωσης.....σελ.109	σελ.109
Εικόνα 3.10.5κ Επρόσθια ολίσθηση της άρθρωσης με ταυτόχρονη έλξη.....σελ.110	σελ.110
Εικόνα 3.10.5λ Οπίσθια ολίσθηση της άρθρωσης με ταυτόχρονη έλξη.....σελ.110	σελ.110
Εικόνα 3.10.5μ Χαμηλή ολίσθηση της άρθρωσης με ταυτόχρονη έλξη.....σελ.110	σελ.110
Εικόνα 3.11α Ασκήσεις αντανακλαστικού νευρομυϊκού ελέγχου με λάστιχα με ειδικό εξοπλισμό Vertimax στον αγωνιστικό χώρο.....σελ.111	σελ.111
Εικόνες 3.11β,γ Ασκήσεις αντανακλαστικού νευρομυϊκού ελέγχου με διαταραχή της ισορροπίας.....σελ.113	σελ.113

Εικόνα 3.13α Ολοκληρωμένη νευροπρόθεση με ανατροφοδότηση μέσω εικονικού περιβάλλοντος.....σελ. 120	σελ. 120
Εικόνες 3.13β,γ Mirror therapy-ασκήσεις καθρεπτισμού.....σελ.120	σελ.120
Εικόνα 3.13δ Νοερή εξάσκηση- Motor imagery.....σελ. 121	σελ. 121
Εικόνα 3.13ε Mobile Game-based Virtual Reality Program.....σελ.121	σελ.121
Εικόνα 3.13ζ Mobile Game-based Virtual Reality Program-Περιεχόμενα παιχνιδιών.....σελ. 122	σελ. 122
Εικόνα 3.13η-θ Νευροπρόθεση άνω άκρου με BCI.....σελ. 121	σελ. 121
Εικόνα 3.13ι Σκρίνσοτ από την ανατροφοδότηση στην 1η συνεδρία.....σελ.122	σελ.122
Εικόνα 3.14 Χρήση δοκού με δόνηση (Body Blade).....σελ.126	σελ.126
Εικόνα 3.14α Πολυαισθητηριακό μηχάνημα (SMART ProTrainer).....σελ.126	σελ.126
Εικόνα 3.14.1 (α-γ) Ασκήσεις νευρομυϊκού ελέγχου ωμικής ζώνης- άνω άκρου με προοδευτική αυξανόμενη φόρτιση.....σελ.126	σελ.126
Εικόνα 3.14.2α-γ Διαφοροποίηση ασκήσεων ελεύθερων βολών για ενεργοποίηση του κλειστού (α) και ανοικτού κυκλώματος (β).....σελ.127	σελ.127
Εικόνα 3.15 Εφαρμογή kinesiotape στην άρθρωση του ώμου.....σελ.129	σελ.129
Εικόνα 4.6 Πρότυπα PNF για το άνω άκρο.....σελ.139	σελ.139
Εικόνα 4.6α Πρότυπο κίνησης του άνω άκρου προς κάμψη 1 ^ο πατέντο Δ1 Αρχική θέση.....σελ.140	σελ.140
Εικόνα 4.6β Πρότυπο κίνησης του άνω άκρου προς κάμψη 1 ^ο πατέντο Δ1 Τελική θέση.....σελ.140	σελ.140
Εικόνα 4.6γ Πρότυπο κίνησης του άνω άκρου προς έκταση 2 ^ο πατέντο Δ1 Αρχική θέση.....σελ.140	σελ.140
Εικόνα 4.6δ Πρότυπο κίνησης του άνω άκρου προς έκταση 2 ^ο πατέντο Δ1 Τελική θέση.....σελ.140	σελ.140
Εικόνα 4.6ε Πρότυπο κίνησης του άνω άκρου προς κάμψη 1 ^ο πατέντο Δ2 Αρχική θέση.....σελ.140	σελ.140

Εικόνα 4.6ζ Πρότυπο κίνησης του άνω άκρου προς κάμψη 1 ^ο πατέντο Δ2 Τελική θέση.....σελ.140
Εικόνα 4.6η Πρότυπο κίνησης του άνω άκρου προς έκταση 2 ^ο πατέντο Δ2 Αρχική θέση.....σελ.141
Εικόνα 4.6θ Πρότυπο κίνησης του άνω άκρου προς έκταση 2 ^ο πατέντο Δ2 Τελική θέση.....σελ.141
Εικόνα 4.6.1α,β Ρυθμική συστολή με τη χρήση Δ1 ή Δ2 προτύπου.....σελ.143
Εικόνα 4.6.1γ PNF με τη χρήση Bodyblade.....σελ.143
Εικόνα 4.6.1 δ Πατέντο έκτασης προσαγωγής, έσω στροφής.....σελ.134
Εικόνα 4.6.1ε Πατέντο κάμψης, απαγωγής, έξω στροφής.....σελ.144
Εικόνα 4.6.1ζ Ρυθμική σταθεροποίηση με αντίσταση από μάντα και από το θεραπευτή.....σελ.144
Εικόνα 4.6.1η Άσκηση λειτουργικής προόδου.....σελ.144

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.5.2	Λειτουργική Αστάθεια.....σελ.46
Σχήμα 2.5.3	Μηχανισμός ανατροφοδότησης του ώμου.....σελ.47

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.3.1	Ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας και κιναισθησίας.....σελ.65
Πίνακας 3.11	Ασκήσεις αντανακλαστικού νευρομυϊκού ελέγχου.....σελ.112

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

SIS:	Shoulder Impact Syndrome-Υπακρωμιακό Σύνδρομο
ROM:	Range Of Movement
GH:	Glumerular Humeral
ΑΠ:	Αργής Προσαρμογής
ΓΠ:	Γρήγορης Προσαρμογής
ΚΚΑ:	Κλειστή Κινητική Αλυσίδα
ΑΚΑ:	Ανοιχτή Κινητική Αλυσίδα
MI:	Motor Imagery-Νοερή εξάσκηση
BCI:	Brain Computer Interfaces
BRI:	Brain Robot Interface
BMI:	Brain Motor Interface
P.N.F:	Proprioceptive Neuromuscular Facilitation
NMES:	Νευρομυϊκή ηλεκτρική διέγερση
VR:	Virtual Reality
NP:	Neuroprothesis

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ξεκινώντας την παρουσίαση της πτυχιακής μου εργασίας, δεν θα μπορούσα να παραλείψω την πολύτιμη και ουσιαστική βοήθεια του επιβλέποντα μου κυρίου Τσίγκανου Γεώργιου. Η επιστημονική καθοδήγησή του καθώς και η ηθική του ενθάρρυνση αποτέλεσαν τον ακρογωνιαίο λίθο για την πραγμάτωση της εργασίας που θα παρουσιαστεί παρακάτω.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η άρθρωση του ώμου (γληνοβραχιόνια άρθρωση) είναι η πιο σύνθετη άρθρωση και η άρθρωση με τη μεγαλύτερη κινητικότητα στο ανθρώπινο σώμα καθώς παρέχει στο άνω ακρο ένα εύρος κίνησης που υπερβαίνει κάθε άλλο αρθρικό μηχανισμό. Αυτό καθιστά την άρθρωση του ώμου την πιο ευάλωτη και τρωτή σ' όλο το σώμα (Wilk & Makrina, 2013).

Η ολική λειτουργία του άνω άκρου σχετίζεται με το σύμπλεγμα του ώμου ο οποίος ελέγχει τον χειρισμό του χεριού, και κατευθύνει το βραχιόνιο και τον αγκώνα. Αθλήματα που περιλαμβάνουν κινήσεις πάνω από το οριζόντιο επίπεδο ώμου (overhead κινήσεις) όπως ρίψεις, χρησιμοποίηση ρακέτας, και κολύμβηση απαιτούν υπερβολική κίνηση στην γληνοβραχιόνια άρθρωση και επιτυγχάνονται μέσω της ολοκληρωμένης και συγχρονισμένης κίνησής της καθώς και τον μηχανισμό ολίσθησης της ωμοπλάτης πάνω στον θώρακα (Wilk, Reinold & Andrews, 2009).

Λόγω της αύξησης του μέσου όρου ζωής και της συμμετοχής πολλών ανθρώπων σε αθλητικές δραστηριότητες ο αριθμός των ασκούμενων που παραπονούνται για πόνο στον ώμο έχει αυξηθεί. Κάποιες από τις αιτίες τραυματισμού του συμπλέγματος του ώμου αποτελούν τα προπονητικά σφάλματα και οι λανθασμένοι μηχανισμοί λειτουργίας, με αποτέλεσμα την ολική, ή μερική ρήξη των μυών της ωμικής περιοχής (Wilk et al., 2009). Η αυξημένη συνδεσμική χαλαρότητα στις γυναίκες αθλήτριες αποτελεί έναν ακόμα παράγοντα κινδύνου για τον τραυματισμό της περιοχής (Philips, 2017).

Κάθε τραυματισμός σε μια άρθρωση (έμμεσος ή άμεσος) μπορεί να προκαλέσει άμεσες ή έμμεσες αλλοιώσεις των αισθητηριακών πληροφοριών που παρέχονται από τους μηχανικούς υποδοχείς (Dilek, Akalin & Gulbahar, 2015). Ο άμεσος τραυματισμός μπορεί να οδηγήσει σε ρήξη των συνδέσμων και των θυλάκων, με αποτέλεσμα την ρήξη των νευρικών ινών λόγω μειωμένης αντοχής σε εφελκυσμό από το κολλαγόνο.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ιδιοδεκτική μείωση λόγω της καταστροφής των σημάτων προς και από τους αρθρικούς υποδοχείς (Dilek et al., 2015).

Μια έμμεση διάσπαση μπορεί να προκύψει από τις επιδράσεις μιας έκχυσης ή αιμάθρωσης. Σ' αυτή την περίπτωση, παρόλο που οι υποδοχείς παραμένουν ανέπαφοι, παρέχουν λανθασμένες πληροφορίες εξαιτίας του ερεθίσματος πίεσης. Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την ανεπαρκή ή ασυντόνιστη ενεργοποίηση των μυϊκών ομάδων (Dilek et al., 2015).

Ο Leach έδειξε ότι όσο περισσότερο ο αθλητής δεν είναι σε θέση να ανταγωνιστεί, τόσο μεγαλύτερη είναι η απώλεια της ιδιοδεκτικότητας. Επομένως, ένα σημαντικό πρώτο βήμα στην αντιμετώπιση των οξέων τραυματισμών είναι ο έλεγχος της φάσης φλεγμονής μέσω της πρώιμης χρήσης του PRICE (προστασία της άρθρωσης, σχετική ανάπαυση, πάγωμα, συμπίεση και ανύψωση του άκρου πάνω από το καρδιακό επίπεδο) έτσι ώστε ο τραυματίας να μπορεί να επιστρέψει στις αγωνιστικές του υποχρεώσεις όσο το δυνατόν γρηγορότερο (Laskowski, Newcomer & Smith, 1997).

Ανεξάρτητα από τον μηχανισμό του τραυματισμού, οποιαδήποτε βλάβη στις μυϊκές ατράκτους, τα τενόντια όργανα Golgi ή τους αρθρικούς υποδοχείς έχει σημαντική επίδραση στη λειτουργία και στη δυναμική σταθερότητα των αρθρώσεων ((Laskowski et al., 1997).

Ένα θεραπευτικό πρόγραμμα επομένως θα πρέπει να περιλαμβάνει, εκτός από τις υπόλοιπες ασκήσεις, και ασκήσεις βελτίωσης του νευρομυϊκού ελέγχου. Οι θεραπευτικές ασκήσεις βελτίωσης του νευρομυϊκού ελέγχου είναι οι ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας και κιναισθησίας, οι ασκήσεις δυναμικής σταθερότητας της άρθρωσης και οι ασκήσεις βελτίωσης της αντανακλαστικής νευρομυϊκής δραστηριότητας (Laskowski et al., 1997).

Νευρομυϊκός έλεγχος είναι η συνεργασία-επικοινωνία-απάντηση μεταξύ του νευρικού και του μυϊκού συστήματος κατά τις διάφορες στατικές θέσεις και κινήσεις σε μια άρθρωση (Νούση, 2005).

Ιδιοδεκτικότητα σύμφωνα με τον Serrington (1906), ορίστηκε αρχικά η αντίληψη της κίνησης της άρθρωσης και του σώματος όπως επίσης και της θέση του σώματος ή τμημάτων του σώματος στον χώρο.

Η ιδιοδεκτικότητα στον ώμο είναι σημαντική για τη λειτουργία του ώμου και του χεριού (Νούση, 2005).

Οι ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας και κιναισθησίας στοχεύουν από τη μια πλευρά στην αποκατάσταση των νευροαισθητηριακών ιδιοτήτων των υποδοχέων των τραυματισμένων δομών και από την άλλη στη βελτίωση αυτών των ιδιοτήτων στους υποδοχείς που δεν έχουν τραυματιστεί.

Η συμβολή της ιδιοδεκτικότητας δεν περιορίζεται μόνο στην αποκατάσταση ενός τραυματισμού αλλά και στην πρόληψη ενός ενδεχόμενου τραυματισμού.

Δεδομένου ότι η βελτίωση της ιδιοδεκτικής ικανότητας αποτελεί ένα σημαντικό στοιχείο τόσο στον τομέα της αποκατάστασης μετά από βλάβη της περιοχής του ώμου, όσο και στον τομέα της πρόληψης ενδεχόμενων τραυματισμών θα ήταν πολύ σημαντικό να εξεταστούν μέσω ανασκόπησης της βιβλιογραφίας μέθοδοι αξιολόγησης και αποκατάστασης της ιδιοδεκτικότητας καθώς και να γίνει μια προσπάθεια κατανόησης του τρόπου λειτουργίας των υποδοχέων με βάση τη διαφορική ευαισθητοποίηση τους.

Τα παραπάνω θα παρουσιαστούν στην παρούσα εργασία.

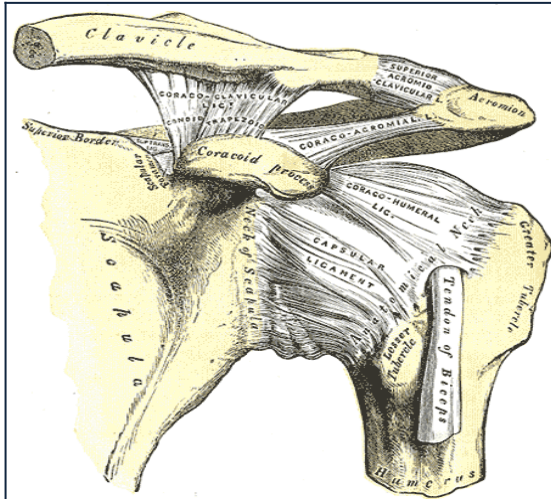
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

Η ΑΡΘΡΩΣΗ ΩΜΟΥ

1.1 Ανατομικά στοιχεία

Η άρθρωση του ώμου (εικ.1.1) σχηματίζεται από την συμμετοχή τριών οστών: την κεφαλή του βραχιονίου, την ωμογλήνη της ωμοπλάτης και την κλείδα. Καθώς η υποδοχή της ωμογλήνης είναι πολύ ρηχή με αποτέλεσμα μόνο το 1/3 της κεφαλής του βραχιονίου να είναι σε επαφή με αυτή, οι μυς, οι σύνδεσμοι και οι χόνδροι αναλαμβάνουν να ενισχύσουν την σταθερότητα της άρθρωσης. Από αυτά τα στοιχεία προκύπτει η μεγάλη ελευθερία κινήσεων του ώμου (Καραμπάση, 2005), (Forwell & Carnahan, 1996; Philips, 2017; Wilk & Macrina, 2013). Ο επιχείλιος χόνδρος, με πρόσφυση στην άνω κεφαλή του δικεφάλου περιβάλλει την ωμογλήνη και αυξάνει το βάθος της κατά 30%. Ο αρθρικός θύλακος είναι χαλαρός εκ κατασκευής συμβάλλοντας στην μεγάλη κινητικότητα της άρθρωσης. Ο αρθρικός υμένας καλύπτει εσωτερικά τον αρθρικό θύλακα, προσφύεται στον χόνδρο και εκκολπώνεται κατά μήκος της μακράς κεφαλής του δικεφάλου. Η κλείδα αποτρέπει τη σύγκλιση του ώμου προς τον θώρακα βοηθώντας με τον τρόπο αυτό στη διατήρηση της απόστασης μεταξύ του βραχίονα και του στέρνου (Καραμπάση, 2005). Η κινητικότητα του ώμου εξασφαλίζεται από τις τρεις πραγματικές διαρθρώσεις, τις δύο λειτουργικές αρθρώσεις και τις συνδεσμικές συνδέσεις της κλείδας. Οι πραγματικές αρθρώσεις είναι: Η γληνοβραχιόνια άρθρωση, η ακρωμιοκλειδική άρθρωση, που συντάσσει μεταξύ τους την κλείδα και την ωμοπλάτη, και η στερνοκλειδική άρθρωση, που συνδέει τον κορμό με την ωμική ζώνη. Οι λειτουργικές αρθρώσεις είναι: η ωμοπλατοθωρακική άρθρωση, το υπακρωμιακό διάστημα και η αύλακα του δικεφάλου (αύλακα μεταξύ των βραχιόνων ογκωμάτων). Στο υπακρωμιακό διάστημα ο υπακρωμιακός

ορογόνος θύλακας ευνοεί την διολίσθηση της κεφαλής του βραχιονίου κάτω από το ακρωμιοκορακοειδές τόξο (Μακρυγιάννη, 2014).



Εικόνα 1.1 Η άρθρωση του ώμου
(Μακρυγιάννη, 2014)

1.1.1 Μυϊκό Σύστημα

Οι τένοντες του υπερακανθίου, υπακανθίου, υποπλατίου και ελάσσονος στρογγύλου προέρχονται από τους ομώνυμους μυς και εκφύονται από την άνω, την πρόσθια και την οπίσθια επιφάνεια της ωμοπλάτης, όπου και καταφύονται στο μείζον και ελάσσον βραχιόνιο όγκωμα. Η κύρια ενέργεια του πετάλου των στροφέων είναι η έσω και έξω στροφή του ώμου ανάλογα. Καθώς με τους τένοντες του περιβάλλει σαν κάλυπτρα την κεφαλή του βραχιονίου, η πιο σημαντική ενέργειά του είναι η σταθεροποίηση της κεφαλής του βραχιονίου μέσα στην ωμογλήνη κατά τη διάρκεια ενεργητικής κίνησης του ώμου συμβάλλοντας έτσι στη δυναμική σταθερότητα της άρθρωσης (εικ.1.1.1). Ο υποπλάτιος, υπακάνθιος και ελάσσονας στρογγύλος του πετάλου των στροφέων, και ο δελτοειδής με έσω ίνες των στροφέων, αναπτύσσουν ζεύγη δυνάμεων κατά την κίνηση, ώστε να σταθεροποιήσουν την άρθρωση, και η κίνηση να γίνει στο επιθυμητό επίπεδο (Μακρυγιάννη, 2014) (Phillips, 2017).

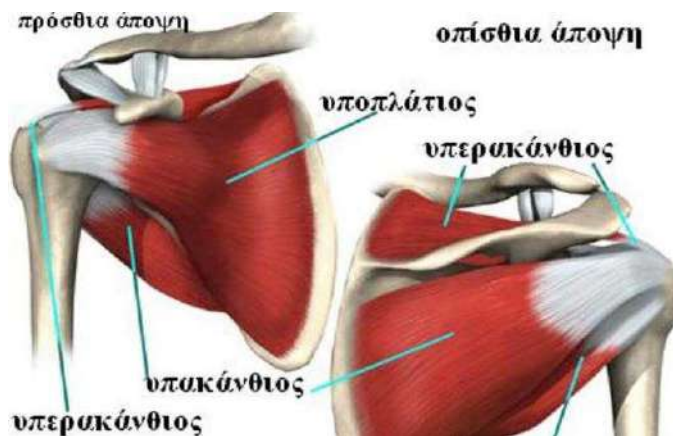
1.1.2 Υπερακάνθιος

Ο υπερακάνθιος εκφύεται από τα δύο τριτημόρια του υπερακανθίου βόθρου και της υπερακανθίου περιτονίας και καταφύεται στο άνω εντύπωμα του μείζονος βραχιονίου ογκώματος. Παρόλο που είναι μικρός μυς παίζει σημαντικό ρόλο. Η ενέργεια του είναι να ξεκινάει την απαγωγή του βραχίονα έως τις 15° και έπειτα να υποβοηθάει τον δελτοειδή σε αυτή. Όπως οι υπόλοιποι μυς του πετάλου των στροφών, σταθεροποιεί την γληνοβραχιόνια άρθρωση, έχοντας τις ίνες του είναι προσανατολισμένες προς την ωμογλήνη και έλκοντας την κεφαλή του βραχιονίου στη γληνοειδή κοιλότητα. Γενικότερα μαζί με τον υπακάνθιο, τον υποπλάτιο και το δικέφαλο συνεισφέρουν εξίσου με το δελτοειδή στη ροπή στην ανύψωση στο ωμοπλατιαίο επίπεδο και στην κάμψη, παρέχει μικρή βοήθεια στις στροφές και βοηθά στην αιώρηση του βραχίονα όταν το άτομο βαδίζει (Μακρυγιάννη, 2014) (Kim, Lee & Ha, 2015).

Ο τένοντας του υπερακανθίου αποτελείται από 6-9 δεσμίδες οι οποίες κινούμενες προς διαφορετικές κατευθύνσεις, αυξάνουν την διατμητική τριβή και αυξάνουν την πιθανότητα κάκωσης. Κατά την απαγωγή του ώμου, οι κατώτερες δεσμίδες του τένοντα που βρίσκονται κοντά στην γληνοβραχιόνια διατείνονται ενώ οι ανώτερες δεσμίδες που βρίσκονται κοντά στο ακρώμιο θα συμπιεστούν (Φουσέκης, 2015).

Ακόμα εντοπίζονται διαφορές μεταξύ πρόσθιου και οπίσθιου τμήματος υπερακανθίου. Το πρόσθιο τμήμα του είναι πιο ισχυρό, με τις μυϊκές ίνες του να εισέρχονται σε μία προέκταση του τένοντα μέσα στο πρόσθιο μισό τμήμα του μυ. Επίσης, έχει παρατηρηθεί ότι το PCSA (physiological cross-sectional area, φυσιολογική εγκάρσια διατομή) του πρόσθιου τμήματος είναι πολύ μεγαλύτερο σε σχέση με αυτό του οπίσθιου. Ωστόσο, το PCSA του πρόσθιου τένοντα είναι ελαφρώς μικρότερο από

αυτό του οπίσθιου. Έτσι, μία μεγάλη πρόσθια μυϊκή γαστέρα αντιστοιχεί σε μία μικρότερη τενόντια περιοχή (Μακρυγιάννη, 2014).



Εικόνα 1.1.1 Το πέταλο των στροφέων
(Μακρυγιάννη, 2014)

1.1.3 Σύνδεσμοι

Η λειτουργία των γληνοβραχιόνιων συνδέσμων (άνω, μέσος και κάτω) οι οποίοι βρίσκονται μέσα στην άρθρωση, είναι η σταθεροποίηση του βραχιονίου μέσα στην ωμογλήνη της ωμοπλάτης και επομένως η πρόσθια σταθερότητα της άρθρωσης. Ο κορακοακρωμιακός σύνδεσμος ενώνει την κορακοειδή απόφυση και την κλείδα και σταθεροποιεί την κεφαλή του βραχιονίου σε κινήσεις άνω των 90°. Οι κορακοκλειδικοί σύνδεσμοι που ενώνουν το έξω άκρο της κλείδας με την κορακοειδή απόφυση της ωμοπλάτης και οι ακρωμιοκλειδικοί, και ο ακρωμιοκορακοειδής, σταθεροποιούν την ακρωμιοκλειδική άρθρωση. Ο στερνοκλειδικός σύνδεσμος ενώνει το στέρνο με την κλείδα, και ο άνω και κάτω εγκάρσιος σύνδεσμος της ωμοπλάτης και ο κορακοβραχιόνιος βρίσκονται γύρω από την άρθρωση (Καραμπάση, 2005).

1.1.4 Αγγείωση και νεύρωση

Το βραχιόνιο πλέγμα και η βραχιόνιος αρτηρία μπορεί να τραυματιστούν λόγω της θέσης τους, σε κάκωση της ωμικής ζώνης.

1.2 Κινησιολογική-Εμβιομηχανική και Κινηματική ανάλυση της άρθρωσης

1.2.1 Σταθερότητα της άρθρωσης

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η απουσία ενδογενούς, οστικής σταθερότητας, οδηγεί στην παρουσία μηχανικών και δυναμικών σταθεροποιητών που θα συμβάλλουν στην γληνοβραχιόνια αρθρική σταθερότητα. Το αισθητικοκινητικό σύστημα διευκολύνει τη διάδραση μεταξύ μηχανικών, δυναμικών σταθεροποιητών και νευρομυϊκού ελέγχου. Η ιδιοδεκτικότητα (αισθητήριες πληροφορίες) από την άρθρωση του ώμου εισέρχονται μέσω προσαγωγών οδών στο Κ.Ν.Σ, όπου επεξεργάζονται και ενσωματώνονται με εισροή από άλλα επίπεδα του νευρικού συστήματος (κεντρική επεξεργασία), με αποτέλεσμα την πρόκληση συσταλών μυϊκών απαντήσεων που θα παράγουν πατέντα κίνησης και θα προάγουν την αρθρική σταθερότητα (Wilk et al., 2009; Wilk & Macrina, 2013).

Η παθητική σταθερότητα παρέχεται από τον αρθρικό θύλακα, τις συνδεσμικές παχύνσεις του, τους μεσόστεους συνδέσμους, τον επιχείλιο χόνδρο, την αρνητική πίεση της άρθρωσης, και είναι ανάλογη του μεγέθους της κεφαλής του βραχιονίου, της αρτιότητας του επιχειλίου χόνδρου, του αρθρικού θυλάκου και του μυοτενοντώδους επικαλύμματος (Μακρυγιάννη, 2014).

Η ενεργητική σταθερότητα που παρέχεται από τον μυϊκό τόνο, διακρίνεται στην στατική σταθερότητα και τη δυναμική σταθερότητα (Μακρυγιάννη, 2014).

Η στατική σταθερότητα αναφέρεται στην ικανότητα διατήρησης μιας συγκεκριμένης θέσης για την αποτελεσματική εκτέλεση μιας δραστηριότητας και παρέχεται από την αρνητική πίεση που δημιουργείται από τις αντίστοιχες επιφάνειες, τον ορογόνο θύλακα και το αρθρικό υγρό. Οι στατικοί σταθεροποιητές είναι: οι γληνοβραχιόνιοι σύνδεσμοι οι οποίοι

παίζουν ενεργό ρόλο στην σταθεροποίηση μόνο στα όρια της τροχιάς της κίνησης, ο επιχείλιος χόνδρος, και ο αρθρικός θύλακας, το αρθρικό υγρό και η ωμογλήνη που συμβάλλουν στην παθητική σταθεροποίηση στις υπόλοιπες θέσεις (Μακρυγιάννη, 2014).

Οι μυς του πετάλου των στροφών αποτελούν τους δυναμικούς σταθεροποιητές καθώς συμβάλλουν στην διατήρηση διατήρηση της σταθερότητας κατά τη διάρκεια κίνησης της άρθρωσης, στη δυναμική σταθερότητα δηλαδή της άρθρωσης. Αυτοί οι μυς, εργάζονται με διαφορετικό μηχανικό πλεονέκτημα και με διαφορετικές γωνίες έλξης, και σταθεροποιούν την κεφαλή του βραχιονίου στην ωμογλήνη ενώ παρέχουν ελεγχόμενη κίνηση. Ο υπερακάνθιος παίζει σημαντικό ρολό στη δυναμική σταθεροποίηση κατά τη διάρκεια της απαγωγής ώμου, επομένως οι ασκήσεις ενδυνάμωσης του υπερακανθίου είναι πολύ σημαντικές (Μακρυγιάννη, 2014), (Wilk et al, 2009; Wonan, Hyunjeong & Isub, 2015).

1.2.2 Ορισμός Εμβιομηχανικής και Κινηματικής

Η γληνοβραχιόνια άρθρωση ταξινομείται από ανατομικής και μηχανικής σημασίας, στις τριαξονικές σφαιροειδείς διαρθρώσεις. Μια τριαξονική άρθρωση έχει τρεις βαθμούς ελευθερίας κίνησης και πραγματοποιεί κίνηση σε τρία επίπεδα και τρεις άξονες. Οι βασικές κινήσεις που γίνονται σε αυτή την άρθρωση είναι: κάμψη-έκταση, απαγωγή-προσαγωγή, έξω-έσω στροφή (Τσίγκανος, 2007).

Η επιφάνεια της κεφαλής του βραχιονίου πραγματοποιεί στροφή, κύλιση και ολίσθηση αλλά κυρίως η κίνηση είναι περιστροφική. Η στερνοκλειδική και η ακρωμιοκλειδική άρθρωση συνδέονται μηχανικά με τέτοιο τρόπο, ώστε όλες οι κινήσεις της κλείδας συνοδεύονται από κινήσεις της ωμοπλάτης. Η στερνοκλειδική άρθρωση επιτρέπει μερική κίνηση σε όλα τα επίπεδα. Οι κινήσεις της ωμοπλάτης είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με τις κινήσεις στην άρθρωση του ώμου. Οι πρώτες 30° ωμοπλατιαίας

περιστροφής πραγματοποιούνται και διευκολύνονται μέσω της ανύψωσης του περιφερικού άκρου της κλείδας και οι υπόλοιπες 30 μοίρες μέσω της περιστροφής της κλείδας γύρω από τον εγκάρσιο άξονα της. Σύμφωνα με τον Inman 2 κ.ά., κατά τη διάρκεια της απαγωγής του ώμου και της πρόσθιας κάμψης, το εύρος κίνησης της ακρωμοκλειδικής άρθρωσης είναι 20 μοίρες (Τσίγκανος, 2007).

1.2.3 Ωμοβραχιόνιος Ρυθμός

Είναι μια ακολουθία κομβικής σημασίας όπου μετά τις πρώτες 30° απαγωγής του βραχιονίου, όπου δεν παρατηρείται κίνηση στην ωμοπλάτη, σε κάθε επόμενη κίνηση, το βραχιόνιο και η ωμοπλάτη κινούνται με σχέση 2:1 κατά την ανύψωση του βραχίονα στο μετωπιαίο και οβελιαίο επίπεδο. Έτσι όταν γίνονται 90° απαγωγής, οι 60° προέρχονται από την γληνοβραχιόνια άρθρωση και οι 30° από την ταυτόχρονη κίνηση της ωμοπλάτης. Η περιστροφή της κλείδας γύρω από τον εγκάρσιο άξονα της, επιτρέπει την ανύψωση του βραχιονίου πάνω από 120°. Επίσης λόγω της περιστροφής των ακρωμοκλειδικών και στερνοκλειδικών αρθρώσεων η ακρωμοκλειδική μπορεί να φθάσει τις 60° κίνησης. Στη πλήρη απαγωγή του βραχίονα η στερνοκλειδική κινείται 40°, και η ακρωμοκλειδική 20° (Καραμπάση, 2005· Μακρυγιάννη, 2014· Τσίγκανος, 2007).

1.3 Ρήξη Πετάλου των Στροφέων

1.3.1 Μηχανισμοί της κάκωσης

Οι κακώσεις του πετάλου των στροφέων, είναι πολύ συχνές σε αθλητές, ιδιαίτερα στους παίκτες της χειροσφαίρισης, καθώς ο ώμος τους αντιπροσωπεύει ένα τυπικό μοντέλο τραυματισμών υπέρχρησης λόγω της φύσης του αθλήματος που κυριαρχούν οι επαναλαμβανόμενες ριπτικές ενέργειες (Landreau, Lubiatowski, Zumstein & Laver, 2018). Επίσης

αθλήματα, που περιλαμβάνουν ρίψη ακοντίου, κωπηλασία και άρση βαρών ευνοούν τους τραυματισμούς αυτούς.

Η ρήξη του πετάλου των στροφέων διακρίνεται σε μερική ή ολική, καθώς και σε οξεία και χρόνια. Ως αναφορά στην ολικού πάχους ρήξη, ο τένοντας αποσπάται πλήρως από τη γαστέρα του μυ και η κάκωση επεκτείνεται σε όλο το μήκος του τένοντα από το υπακρωμιακό ορογόνο θύλακα μέχρι και τη γληνοβραχιόνια άρθρωση. Αντίθετα στη μερικού πάχους ρήξη, η κάκωση αφορά στην απόσπαση ενός τμήματος του τένοντα, στην άνω ή κατώτερη επιφάνειά του ή ενδοτενόντια. Οι ρήξεις ολικού πάχους διακρίνονται σε 0-1 εκ. (μικρές), 1-3 εκ. (μεσαίες), 3-5 εκ. (μεγάλες) και >5 εκ. (μαζικές). Οι ρήξεις μερικού πάχους διακρίνονται σε 1ου βαθμού με επιφανειακή φλεγμονή του τένοντα και διάμετρο εκφύλισης <1εκ., σε 2ου με ρήξη 1-2 εκ, σε 3ου με ρήξη 2-3 εκ. και σε 4ου με ρήξη >3εκ. (Φουσέκης, 2015).

Ο βαθμός αλλαγής της ιδιοδεκτικότητας στον ώμο που εκτιμάται σαν αλλαγή στη θέση της άρθρωσης είναι ανάλογος με το βαθμό ρήξης ([Gumina, Camerota, Venditto & Candela, 2019](#)).

Παραδείγματα οξέων ρήξεων που οφείλονται σε βίαιο τραυματισμό αποτελούν η πτώση ενός ατόμου με το βάρος του σώματός του, πάνω στο τεταμένο χέρι του καθώς και μια απότομη ανύψωση ενός αντικειμένου με μεγάλο μέγεθος και βάρος. Αντίθετα οι χρόνιες ρήξεις οφείλονται στην υπέρχρηση, εκφυλισμό των τενόντων ή σε επαναλαμβανόμενους μικροτραυματισμούς. Ένα παράδειγμα τέτοιων ρήξεων αποτελεί το σύνδρομο πρόσκρουσης που είναι και η πιο συνήθη αιτία εμφάνισης χρόνιας ρήξης. Σύμφωνα με τον Neer το 95% των ρήξεων οφείλονται σε φθορά λόγω πρόσκρουσης παρά σε τραυματισμό. Εξαίρεση αποτελούν οι νέοι τραυματίες στους οποίους οι ρήξεις συνήθως προκαλούνται από βίαιο τραυματισμό (Neer, 1983), (Φουσέκης, 2015).

Οι χρόνιες ρήξεις περιλαμβάνουν εξωγενείς και ενδογενείς αιτιολογίες αλλά και συνδυασμό τους (Lee & Choi, 2020).

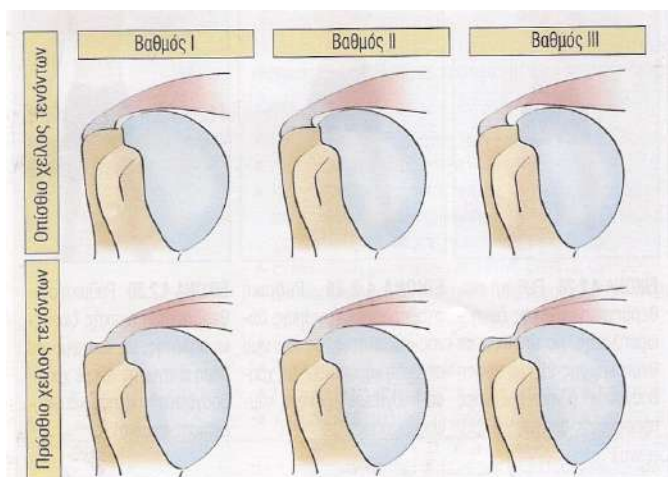
Ο Hong αναφέρει ότι υπήρξε μείωση στην καταμέτρηση των κυττάρων και παραμόρφωση της αρθρικής επιφάνειας λόγω της σταδιακής εκφύλισης της διάταξης των ινών του στροφικού πετάλου με την πάροδο της ηλικίας (Lee & Choi, 2020). Στους ενδογενείς αιτιολογικούς παράγοντες περιλαμβάνονται και η εκφύλιση του κολλαγόνου, και η πάχυνση των τενόντιων ινών (Φουσέκης, 2015). Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η επαναλαμβανόμενη μηχανική καταπόνηση της άρθρωσης με κινήσεις των άνω άκρων πάνω από το οριζόντιο επίπεδο του ώμου (overhead athletes), οδηγεί σε εκφυλιστικές αλλαγές στην άρθρωση του ώμου. Επομένως η υπέρχρηση, η οποία οδηγεί σε κόπωση του πετάλου των στροφέων και της ωμοπλάτης, αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα που συμβάλλει στη ρήξη του μυοτενόντιου στροφικού πετάλου. Επίσης η κόπωση έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του κινητικού ελέγχου και όλο αυτό καταλήγει σε ένα φαύλο κύκλο καθώς η κόπωση θα προκαλέσει οίδημα το οποίο θα αναχαιτίσει τη μυϊκή λειτουργία (Τσίγκανος, 2007).

Οι εξωγενείς παράγοντες αποτελούν τους παράγοντες που ευνοούν την συμπίεση των τενόντων του πετάλου των στροφέων κάτω από το κορακοακρωμιακό τόξο, που έχει ως αποτέλεσμα το γνωστό σύνδρομο υπακρωμιακής προστριβής. Αυτοί μπορεί να είναι είτε ανατομικοί είτε εμβιομηχανικοί (Φουσέκης, 2015).

Ανατομικοί παράγοντες όπως ανατομική κατασκευή του ακρωμίου, η κατεύθυνση-γωνία του ακρωμίου, οστεοφυτικές αλλοιώσεις στην κατώτερη επιφάνεια της ακρωμιοκλειδικής άρθρωσης οδηγούν σε μείωση του υπακρωμιακού χώρου, συμβάλλοντας στο σύνδρομο υπακρωμιακής προστριβής. Ως αναφορά στην ανατομική κατασκευή του ακρωμίου, ο τύπος III του ακρωμίου-σχήμα δίκην αγκίστρου, καθώς και η οριζόντια θέση του, συμβάλλουν σε πολύ μεγάλο βαθμό στο σύνδρομο της υπακρωμιακής προστριβής αλλά και στην ολική ρήξη του πετάλου των στροφέων (Φουσέκης, 2015).

Εμβιομηχανικοί παράγοντες όπως η ελαττωματική κινηματική της γληνοβραχιόνιας και ωμοπλατοθωρακικής άρθρωσης, τα ελλείμματα

δύναμης των μυών του πετάλου των στροφέων και των μυών της ωμοπλάτης, η μειωμένη ελαστικότητα του ελάσσονος θωρακικού μυ και του οπίσθιου τμήματος του γληνοβραχιονίου αρθρικού θυλάκου, η μειωμένη ιδιοδεκτικότητα και η σταθερότητα της άρθρωσης του ώμου και της θωρακοωμοπλατιαίας άρθρωσης, αποτελούν τις εξωγενείς αιτιολογίες μείωσης του υπακρωμιακού διαστήματος και συμπίεσης του πετάλου των στροφέων καθώς το ακρώμιο δεν απομακρύνεται από την κεφαλή του βραχιονίου κατά την εκτέλεση κινήσεων πάνω από το επίπεδο ώμου. Ένα παράδειγμα ως αναφορά στη μειωμένη κινηματική της ωμοπλάτης, αποτελούν τα άτομα με τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου που χαρακτηρίζονται από μειωμένη άνω στροφή και αυξημένη κάτω στροφή της ωμοπλάτης και έλλειμμα στην έσω στροφή ώμου (Φουσέκης, 2015) (Landreau et al., 2018; Lee & Choi, 2020).



Εικόνα 1.3.1 Κατηγοριοποίηση των ρήξεων του μυοτενόντιου πετάλου των στροφέων (Φουσέκης, 2015)

1.3.2 Ρήξη του υπερακανθίου τένοντα

Εκφυλιστικές διεργασίες ή ασβεστοποίηση μπορεί να οδηγήσουν σε πάχυνση του τένοντα του υπερακανθίου. Ο τένοντας του υπερακανθίου

παγιδεύεται στον υπακρωμιακό ορογόνο θύλακα μεταξύ 60 και 120 μοιρών απαγωγής του βραχιονίου, με αποτέλεσμα την εμφάνιση πόνου σε αυτό το τόξο-επώδυνο τόξο-σύνδρομο πρόσκρουσης. Η αύξηση της πίεσης ή η τενοντίτιδα υπερακανθίου μπορεί να οδηγήσει στην χρόνια τριβή με αποτέλεσμα την ρήξη του τένοντα (Μακρυγιάννη, 2014). Για να καθοριστεί το μέγεθος και η παρουσία ρήξης του πετάλου των στροφέων καθώς και ο βαθμός ατροφίας χρησιμοποιείται MRI (Lee & Choi, 2020).

Η ανατομική θέση, η πτωχή αγγείωση και η λειτουργία του υπερακανθίου μυ, αποτελούν την αχίλλειο πτέρνα του τένοντα του υπερακανθίου, με αποτέλεσμα να είναι περισσότερο τρωτός και επιρρεπής σε σχέση με τους άλλους μυς του πετάλου των στροφέων. Η ανατομική του θέση ακριβώς κάτω από το έξω χείλος του ακρωμίου, έχει ως αποτέλεσμα σε κινήσεις ανύψωσης πάνω από το ύψος της κεφαλής να εγκλωβίζεται ο τένοντας μεταξύ ακρωμίου και κεφαλής του βραχιονίου, με αποτέλεσμα τη συνεχή πρόσκρουση του με τις οστικές δομές και τις μικρορήξεις του, κάτι το οποίο δικαιολογεί την ονομασία της θέσης αυτής ως «κρίσιμη ζώνη». Η κακή αγγείωση του τένοντα δεν ευνοεί την επούλωση των μικροτραυματισμών του, με συνέπεια την επιδείνωση της ρήξης. Τέλος, η λειτουργία του ως πρωταγωνιστής ή συνεργός σε όλες τις κινήσεις του ώμου, ενέχει μεγάλη επιβάρυνση και η εκφύλιση του είναι αναμενόμενη και μεγαλύτερη σε σχέση με τους υπόλοιπους τένοντες του στροφικού πετάλου (Μακρυγιάννη, 2014), (Sokundi, Muhwhatti & Robinson, 2014).

Το 40% των ενηλίκων, βιώνουν ρήξη υπερακανθίου μυ. Η ρήξη του υπερακανθίου, μαζί με την τενοντοπάθεια του τένοντα του ώμου αποτελεί τη συχνότερη αιτία πόνου στον ώμο σε ηλικίες μετά τα 30 έτη. Οι ρήξεις πλήρους πάχους συνήθως εμφανίζονται μετά τα 50-55 έτη με συνήθη συμπτώματα τη μειωμένη λειτουργικότητα του ώμου, κυρίως στην απαγωγή και έσω στροφή, έντονο κάψιμο κατά τη διάρκεια μιας κίνησης και μειωμένη ποιότητα ύπνου καθώς ο πόνος διακόπτει τον ύπνο τους. Αντίθετα, στην μερική ρήξη τα συμπτώματα δεν είναι τόσο έντονα επιτρέποντας την συνέχιση της δραστηριότητας του ατόμου και η ανάπαυση

μπορεί να ευνοήσει τελικά την έκβαση της ρήξης. Η λειτουργική ανικανότητα δεν συμβαίνει απαραίτητα σε συνδυασμό με το επίπεδο πόνου (Kim et al., 2015) (Τσίγκανος, 2007· Φουσεκής, 2015).



Εικόνα 1.3.2 Ρήξη υπερακάνθιοσ
(Μακρυγιάννη, 2014)

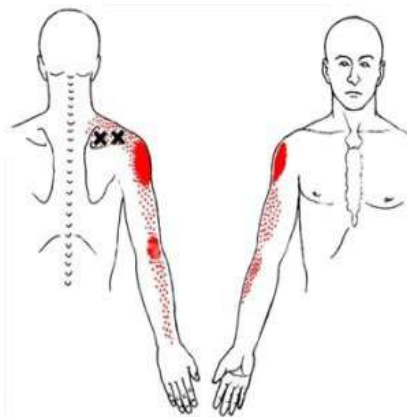
1.3.3 Σύνδρομο Υπακρωμιακής Προστριβής

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το σύνδρομο της υπακρωμιακής προστριβής που οφείλεται στη χρόνια σύγκρουση των τενόντων του στροφικού πετάλου με το κορακοακρωμιακό τόξο, την κορακοειδή απόφυση μπροστά και τον ακρωμιοκορακοειδή σύνδεσμο, δημιουργεί θερμογένεση στους τένοντες που με τη σειρά τους οδηγεί στη σταδιακή εκφύλισή τους. Τα επακόλουθα αυτής της εκφύλισης είναι ο πόνος, η μειωμένη μυϊκή δύναμη, το περιορισμένο εύρος κίνησης, και ο μειωμένος έλεγχος της κεφαλής του βραχιονίου (Καραμπάση, 2005), (Sokundi et al., 2014).

Οι τραυματίες χαρακτηρίζουν τον πόνο στον ώμο αιφνίδιο και έντονο που χειροτερεύει κατά τη διάρκεια της νύχτας και στην ανάπαυση. Επίσης παρατηρείται αναφερόμενος πόνος στον αγκώνα, την ωμοπλάτη ή τον αυχένα και μπορεί να εμφανίσουν παραισθησία στον άνω βραχίονα (εικ.1.3.3α), όπως και αίσθημα ‘παγίδευσης’ κατά την κίνηση του άκρου. Οι

τραυματίες εκτελούν με δυσκολία την κίνηση των χεριών πάνω από το κεφάλι, την απαγωγή και έσω στροφή ώμου (Φουσέκης, 2015).

Ο πόνος σ αυτούς τους τραυματίες εντοπίζεται σε συγκεκριμένα σημεία της τροχιάς κίνησης τα οποία είναι γνωστά και ως <<επώδυνο τόξο>> (Εικ.1.3.3β).



Εικόνα 1.3.3α Σύνδρομο Υπακρωμιακής Προστριβής



Εικόνα 1.3.3β Σύνδρομο Υπακρωμιακής Προστριβής

(<http://bioanataxi.gr/tenonitida-yperakanthiou/>)

1.3.4 Κλινικές δοκιμασίες αξιολόγησης των ρήξεων υπερακανθίου μυ

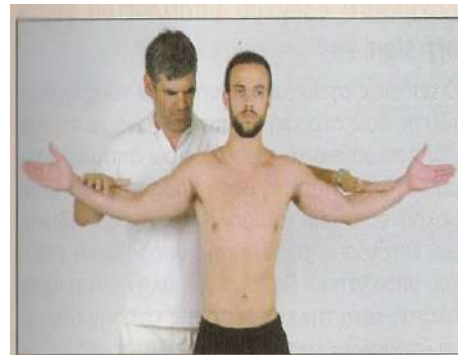
Στην πρώτη δοκιμασία, ο εξεταστής φέρει το άνω άκρο του αθλητή στις 90° απαγωγής και ουδέτερη στροφή με τον αγκώνα σε έκταση και οι οδηγίες προς τον τραυματία είναι να εκτελέσει ενεργητική αργή προσαγωγή του ώμου (έκκεντρη συγκράτηση). Όταν ο αθλητής δεν μπορεί να εκτελέσει μια ελεγχόμενη προσαγωγή ώμου, η δοκιμασία χαρακτηρίζεται θετική. (εικ. 1.3.4α). Σε περίπτωση που υπάρχει ολική ή μερική ρήξη του υπερακανθίου, ένα χτύπημα του εξεταστή στον πήχη του τραυματία με φορά προς τα κάτω, θα δημιουργήσει απότομη πτώση του χεριού προς το πλάι καθώς θα είναι αδύνατον για τον τραυματία να συγκρατήσει το χέρι του στη θέση των 90° απαγωγής (Φουσέκης, 2015).

Στην επόμενη δοκιμασία (εικ. 1.3.4β), ο τραυματίας εκτελεί μια ενεργητική απαγωγή στον ώμο στις 90° με τον αγκώνα σε έκταση και τον ωμό σε έσω στροφή, με τον αντίχειρα να δείχνει προς το πάτωμα και μια οριζόντια προσαγωγή 30-45° (empty can), ή με τον ωμό σε έξω στροφή με τον αντίχειρα να δείχνει προς τα πάνω (full can). Από αυτές τις θέσεις ο εξεταστής ασκεί μια ουραία δύναμη προσαγωγής του ώμου και ο τραυματίας προσπαθεί να διατηρήσει την αρχική θέση. Σε περίπτωση ρήξης του υπερακανθίου, ο τραυματίας παραπονιέται για πόνο και αδυνατεί να διατηρήσει την αρχική του θέση (Φουσέκης, 2015).

Στο επόμενο τεστ το λεγόμενο Hawkin's test, ο τραυματίας βρίσκεται σε όρθια ή καθιστή θέση και ο φυσικοθεραπευτής σηκώνει παθητικά τον ωμό και τον αγκώνα σε κάμψη 90 μοίρες και στη συνέχεια με σχετική ταχύτητα φέρνει τον ωμό του τραυματία σε έσω στροφή. Εάν ο τραυματίας αισθανθεί πόνο πολύ πιθανόν ο τένοντας του υπερακανθίου να είναι ευαίσθητος και να φλεγμαίνει (Γιόφτσος & Μυστίδης, 2004).



Εικόνα 1.3.4α Test πτώσης του βραχίονα (drop arm)
(Φουσέκης, 2015)



Εικόνα 1.3.4β Έλεγχος υπερακανθίου (empty can-full can)
(Φουσέκης, 2015)

1.3.5 Αντιμετώπιση των Ρήξεων

Ύστερα από ένα τραυματισμό ο μυς δεν επανέρχεται ποτέ στην αρχική του κατάσταση οι κινήσεις πάνω από το επίπεδο του ώμου (overhead κινήσεις) θα οδηγήσουν σε έναν νέο τραυματισμό. Ο μυς πάντα πλέον θα υπολειτουργεί και θα είναι σε κατάσταση που θα προδιαθέτει για περαιτέρω τραυματισμό (Lee & Choi, 2020).

Η αποκατάσταση του πετάλου των στροφέων επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες που περιλαμβάνουν το μέγεθος της ρήξης, τον χρόνο της χειρουργικής επέμβασης, την ηλικία του τραυματία και τη μυϊκή δύναμη πριν το χειρουργείο (Lee & Choi, 2020).

Στις ρήξεις μερικού πάχους η συνηθισμένη προσέγγιση είναι η συντηρητική αποκατάσταση, ενώ στις ρήξεις ολικού πάχους η χειρουργική, και το πρόγραμμα αποκατάστασης πρέπει να ξεκινήσει άμεσα μετεγχειρητικά. Έχει αναφερθεί ένα υψηλό επίπεδο επιτυχίας στο αποτέλεσμα της χειρουργικής επέμβασης στο συνολικό πάχος ρήξης του πετάλου των στροφέων, σ' ένα εύρος 85-90% (Lee & Choi, 2020).

1.4 Νευρικό Σύστημα

Το νευρικό σύστημα αποτελείται από το ΚΝΣ, που περιλαμβάνει τον εγκέφαλο και τον νωτιαίο μυελό, και προστατεύονται από το κρανίο και τον σπονδυλικό σωλήνα αντίστοιχα, που σχηματίζεται από την σπονδυλική στήλη. Το Περιφερικό Νευρικό Σύστημα (Π.Ν.Σ) αποτελείται από το δίκτυο νευρώνων που μεταφέρει τις πληροφορίες προς το κεντρικό νευρικό σύστημα (προσαγωγός νευρική οδός) αλλά και από το κεντρικό νευρικό σύστημα (απαγωγός νευρική οδός) προς την περιφέρεια (Ρήγας, 2010· Φουσέκης, 2015).

Το νευρικό σύστημα αποτελείται από το νευρικό ιστό, ο οποίος με τη σειρά του αποτελείται από δύο κατηγορίες [κυττάρων](#), τους [νευρώνες](#) που αποτελούν τα βασικά κύτταρα του νευρικού συστήματος, και τα [νευρογλοιακά κύτταρα](#) (Κατρίτση & Κελέκη 2010· Ρήγας, 2010· Σύρμος, 2016).

Η δομή των νευρώνων περιλαμβάνει τις αποφυάδες που ονομάζονται άξονες και δενδρίτες. Οι νευρώνες κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τον αριθμό των αποφυάδων τους και ανάλογα με την λειτουργία τους. Οι

κατηγορίες των νευρώνων σχετικά με την λειτουργία τους είναι οι προσαγωγοί νευρώνες, οι απαγωγοί νευρώνες και οι διανευρώνες. Οι νευρώνες με την ιδιότητα που έχουν της διεγερσιμότητας και της αγωγιμότητας, καθώς περιέχουν μυελίνη η οποία αποτρέπει την διαρροή ιόντων στην μεμβράνη του άξονα, μεταδίδουν το ερέθισμα με την μορφή ηλεκτρικών παλμών. Επομένως οι προσαγωγοί νευρώνες αφού συλλέξουν πληροφορίες που από τους αισθητήρες των περιφερικών τους απολήξεων, τις μεταφέρουν προς στο Κ.Ν.Σ το οποίο με τη σειρά του και τους απαγωγούς νευρώνες μεταφέρει πληροφορίες προς τα εκτελεστικά κύτταρα, μυς, αδένες ή άλλους νευρώνες. Οι εξειδικευμένοι νευρώνες που ανιχνεύουν ερεθίσματα από το εξωτερικό περιβάλλον ονομάζονται [αισθητικοί υποδοχείς](#) και οι οποίοι είναι ευαίσθητοι μόνο σε συγκεκριμένη κατηγορία ενέργειας. Τέλος η λειτουργία των διανευρώνων εδράζεται στην ολοκλήρωση των σημάτων και την ενσωμάτωση ομάδων προσαγωγών και απαγωγών νευρώνων σε αντανακλαστικά κυκλώματα (Κατρίτση & Κελέκη 2010·Ρήγας, 2010· Σύρμος, 2016).

Ο ρόλος των νευρογλοιακών κυττάρων είναι υποστηρικτικός. Βοηθούν στη λειτουργία των νευρικών κυττάρων με τη λειτουργία της θρέψης και της προστασίας των νευρικών κυττάρων και με τη διευκόλυνση των νευρικών ώσεων (Σύρμος, 2016).

1.4.1 Λειτουργίες του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος

Η ιδιοδεκτική πληροφόρηση που παρέχεται από τους μηχανοϋποδοχείς επεξεργάζεται σε τρία διακριτά επίπεδα ελέγχου κίνησης μέσα στο Κ.Ν.Σ. αυτά τα επίπεδα ελέγχου κίνησης περιλαμβάνουν το επίπεδο της Σ.Σ, το εγκεφαλικό στέλεχος, και την παρεγκεφαλίδα και ανωτέρα επίπεδα του Κ.Ν.Σ όπως ο εγκεφαλικός φλοιός. Κάθε επίπεδο παρέχει ξεχωριστό νευρικό έλεγχο στους μυς σχετικά με την άρθρωση του ώμου, ζωτικής σημασίας στην αρθρική σταθερότητα. Στο νωτιαίο μυελό, οι άξονες μεταδίδουν ιδιοδεκτικές πληροφορίες οι οποίες μπορούν να

ελέγχονται μέσω φθίνουσας εντολής από το εγκεφαλικό στέλεχος και τον φλοιό μέσω διανομέων και νευρώνων που συνδέονται με υψηλότερα επίπεδα του Κ.Ν.Σ. Ο νευρικός αυτός έλεγχος αναφέρεται σαν νευρομυϊκός έλεγχος (Myers, Guskiewicz, Schneider & Prentice, 1999; Phillips, 2017).

1.4.2 Υποδιαιρέσεις Κ.Ν.Σ

A) Ανώτερο Φλοιώδες εγκεφαλικό επίπεδο

Εγκεφαλικά ημισφαίρια:

Στα εγκεφαλικά ημισφαίρια επικάθονται οι έλικες του φλοιού του εγκεφάλου που διαιρούνται σε τέσσερις λοβούς: τον μετωπιαίο, τον βρεγματικό, τον κροταφικό και τον ινιακό (Νούση, 2005).

Ο Tibone και οι συνεργάτες του, παρουσιάζουν μια προσαγωγό οδό από τους μηχανοϋποδοχείς του αρθρικού θύλακα προς το εγκεφαλικό στέλεχος χρησιμοποιώντας σωματοαισθητικά προκληθέντα δυναμικά. Αποδεικτικά στοιχεία από αυτή την οδό δείχνουν ότι συνειδητή επίγνωση της ιδιοδεκτικότητας μπορεί να συμβεί στο επίπεδο του φλοιού. Σ' αυτό το επίπεδο, οι ιδιοδεκτικές πληροφορίες ενσωματώνονται και συμβάλλουν στις εκούσιες κινήσεις οι οποίες φυλάσσονται σαν κεντρικές εντολές για μετέπειτα κινήσεις (Phillips, 2017).

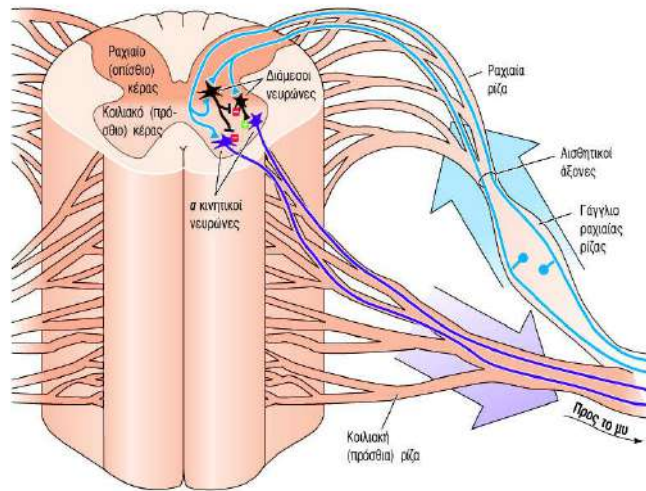
B) Νωτιαίο Επίπεδο

Νωτιαίος μυελός:

Ο Ν.Μ που αποτελεί το τμήμα του Ν.Σ. που βρίσκεται στο εσωτερικό της Σ.Σ., χωρίζεται στις εξής μοίρες: 8 αυχενικές μοίρες, 12 θωρακικές μοίρες, 5 οσφυϊκές μοίρες και 5 ιερές. Τα κυτταρικά σώματα των πρωτοταγών αισθητικών νευρώνων βρίσκονται στα αισθητικά γάγγλια που συναντώνται παραπλεύρως του νωτιαίου μυελού (Εικόνα 1.4.2α) (Κωστόπουλος, 2019· Σιδηροπούλου, 2015).

Κάθε περιοχή του δέρματος με την αισθητική της ίνα, αντιστοιχεί σε μια συγκεκριμένη μοίρα του Ν.Μ. με το κυτταρικό της σώμα, το λεγόμενο δερμοτόμιο. Η Ο4 ρίζα η οποία αντιστοιχεί στον τετρακέφαλο μυ και αποτελεί ένα παράδειγμα δερμοτομίου. Κάθε αισθητικός νευρώνας ακολουθεί τη διαδρομή κατά μήκος του νωτιαίου μυελού η οποία καθορίζεται από το είδος της πληροφορίας που μεταφέρει. Επομένως παρουσιάζονται 2 βασικές οδοί μεταφοράς αισθητικών πληροφοριών: α) Η ραχιαία οδός, που μεταφέρει πληροφορίες της αφής, της πίεσης και της ιδιοδεκτικότητας, και β) Η προσθιοπλάγια οδός, που μεταφέρει πληροφορίες της θερμοκρασίας και του πόνου (Σιδηροπούλου, 2015).

Στο παρελθόν υπήρχε η αντίληψη ότι αρθρικές κεντρομόλες οδοί ασκούν μεγάλη και άμεση επιρροή στους σκελετικούς κινητικούς νευρώνες. Σύμφωνα με τον Johansson όμως, οι αρθρικές κεντρομόλες οδοί επηρεάζουν περισσότερο και με μεγαλύτερη συχνότητα τις μυϊκές ατράκτους, οι οποίες μέσω του μονοσυναπτικού μυοτατικού αντανακλαστικού ρυθμίζουν τη μυϊκή δραστηριοποίηση και διατηρούν τη δυναμική σταθερότητα. Επομένως μέσω των γ-κινητικών ινών, οι αρθρικές κεντρομόλες ίνες ασκούν επιρροή στα μεγάλα κινητικά νεύρα και στους μυοτενόντιους υποδοχείς (Κωστόπουλος, 2019).



Εικόνα 1.4.2α Τοπικό κύκλωμα στο Νωτιαίο μυελό

(Κωστόπουλος, 2019)

(<http://www.teiath.gr/userfiles/akanellou/phys2%20fyll1%20kns.pdf>)

Γ) Κατώτερο εγκεφαλικό επίπεδο

Εγκεφαλικό στέλεχος:

Το εγκεφαλικό στέλεχος περιέχει κέντρα συντονισμού ζωτικών λειτουργιών του σώματος όπως της καρδιακής λειτουργίας και της αναπνοής. Περιλαμβάνει το μέσο εγκέφαλο, την γέφυρα, τον προμήκη μυελό αλλά και το δικτυωτό σχηματισμό. Στο εγκεφαλικό στέλεχος, πληροφορίες από την περιφέρεια ενσωματώνονται με πληροφορίες από οπτικά και αισθησιακά κέντρα για να ελέγξουν αυτόματα και στερεότυπα κινητικά πρότυπα καθώς και να διαμορφώσουν την ισορροπία και την στάση (Phillips, 2017).

Παρεγκεφαλίδα:

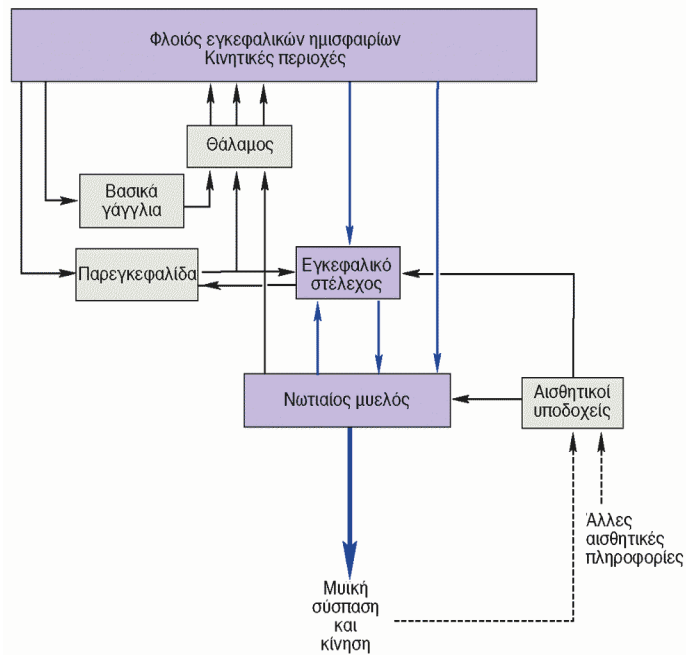
Η παρεγκεφαλίδα είναι υπεύθυνη για τον υποσυνείδητο συντονισμό των κινήσεων των σκελετικών μυών για την επιτέλεση εκούσιων κινήσεων

και για τη διατήρηση της ισορροπίας του σώματος. Μπορεί να σχεδιάσει και να μεταβάλλει κινητικές δραστηριότητες καθώς μπορεί να συγκρίνει την διαφορά μεταξύ πρόθεσης κίνησης και εκτέλεσης κίνησης και να διορθώσει τυχόν παρεκκλίσεις. (Phillips, 2017).

Χωρίζεται σε τρεις λειτουργικές περιοχές : την αρχαιοπαραγκεφαλίδα, την παλαιοπαραγκεφαλίδα και την νεοπαραγκεφαλίδα. Ο τρίτος διαχωρισμός, νεοπαραγκεφαλίδα (ή εγκεφαλοπαραγκεφαλίδα), λαμβάνει προσαγωγή πληροφόρηση από το σωματοαισθητικό για την ρύθμιση της ανατροφοδότησης του μυϊκού τόνου μέσω ελέγχου του γ-κινητικού νευρώνα που ταξιδεύει στις μυϊκές ατράκτους οπτικό και αιθουσαίο σύστημα και την προσαρμογή κινήσεων που βρίσκονται σε εξέλιξη μέσω συνδέσεων με το εγκεφαλικό στέλεχος και τον κινητικό φλοιό (Phillips, 2017).

Πρόσθιος εγκέφαλος:

Διαφοροποιείται σε δεξιό και αριστερό τελικό εγκέφαλο και σε διεγκέφαλο. Ο τελικός εγκέφαλος διαφοροποιείται σε εγκεφαλικά ημισφαίρια και βασικά γάγγλια ενώ ο διεγκέφαλος σε υποθάλαμο και θάλαμο. Ο θάλαμος αποτελεί τον κύριο σταθμό των προσαγωγών αισθητικών οδών προς τον εγκεφαλικό φλοιό (εικ. 1.4.2β) (Ευθυμιόπουλος, 2015· Νούση, 2005).



Εικόνα 26-2 Τα κινητικά συστήματα εμφανίζουν ιεραρχική (σε τρία επίπεδα) και παράλληλη οργάνωση. Οι κινητικές περιοχές του φλοιού των εγκεφαλικών ημισφαιρίων μπορούν να επηρεάσουν τον νωτιαίο μυελό άμεσα, αλλά και μέσω των κατιόντων συστημάτων του εγκεφαλικού στέλεχους. Και τα τρία επίπεδα των κινητικών συστημάτων δέχονται αισθητικές πληροφορίες και την επίδραση δύο ανεξάρτητων υποφλοιικών συστημάτων: των βασικών γαγγλίων και της παρεγκεφαλίδας. Τόσο τα βασικά γάγγλια όσο και η παρεγκεφαλίδα επιδρούν στον φλοιό των εγκεφαλικών ημισφαιρίων μέσω πυρήνων αναμετάδοσης του θαλάμου.

Εικόνα 1.4.2β Οργάνωση του Κινητικού συστήματος (Σιδηροπούλου, 2015)

(<https://docplayer.gr/67725944-Aisthitika-systimata-somatoaisthitiko-systima.html>)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ: ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

2.1 Ιδιοδεκτικότητα-Κιναισθησία

Ο Goldscheider ήταν ένας από τους πρώτους που ποσοτικοποίησε συστηματικά την επίγνωση των θέσεων και του προσανατολισμού των τμημάτων του σώματος που αργότερα ορίστηκε ως «ιδιοδεκτικότητα» από τον Sherrington, ο οποίος δημιούργησε τον όρο από τη λατινική λέξη (re)ceptus (η πράξη της λήψης) και prorigus (δικό του) (Ashton-Miller, Fry & Huston, 2001; Proske, 2015).

Το 1906 ο Sherrington, ορμώμενος από τα πειράματα του και τις κλινικές του παρατηρήσεις, πρώτος εισήγαγε τον όρο ιδιοδεκτικότητα. Διεξήγαγε ένα πείραμα πάνω σε πειραματόζωα (μαϊμούδακια) καταγράφοντας την συμβολή των αισθητικών ερεθισμάτων στην εκτέλεση της κίνησης, επιβεβαιώνοντας την υπόθεση ότι η αίσθηση αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της κίνησης. Κατέστρεψε με χειρουργική επέμβαση τις ραχιαίες ρίζες των νωτιαίων νεύρων που εισέρχονται στο οπίσθιο κέρασ του νωτιαίου μυελού και κατά συνέπεια τους αισθητικούς νευρώνες του ενός άνω άκρου, προκειμένου να περιγράψει την έλλειψη αισθητικών πληροφοριών από τα πρόσθια κέρατα του νωτιαίου μυελού προς τα ανώτερα κινητικά κέντρα του εγκεφαλικού φλοιού. Το αποτέλεσμα επιβεβαίωσε τις υποθέσεις του καθώς μετά την ανάρρωση από το χειρουργείο τα πειραματόζωα (μαϊμούδες) απέφευγαν να χρησιμοποιούν εκείνο το άκρο. Τις ίδιες παρατηρήσεις κατέγραψε και σε ανθρώπους ο Rotwell et al (1982). Τραυματίες με διαταραχή της αισθητικότητας του ενός άνω άκρου απέφευγαν να χρησιμοποιούν το άκρο αυτό (Νούση, 2005). Στοιχεία από έρευνες σε τραυματίες με απώλεια αισθητικών ερεθισμάτων, έδειξαν ότι χωρίς ιδιοδεκτικότητα, η έναρξη της κίνησης καθυστερεί και ο σχηματισμός της τροχιάς της κίνησης είναι μειωμένος και εξαιρετικά ανακριβής (Ribeiro & Oliveira, 2011).

Η ιδιοδεκτικότητα περιλαμβάνει τρία υποστοιχεία: την αίσθηση της θέσης της άρθρωσης, την κιναισθησία και την αίσθηση της δύναμης. Η αίσθηση της δύναμης είναι η ικανότητα να εκτιμηθεί η δύναμη που εφαρμόστηκε μέσα σε μια άρθρωση. Η αίσθηση της κίνησης αναφέρεται στην ικανότητα αντίληψης της κίνησης των αρθρώσεων, και των χαρακτηριστικών της κίνησης: διάρκεια, κατεύθυνση, εύρος, ταχύτητα, επιτάχυνση, χρόνος. Η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης καθορίζει την ικανότητα του άτομου να αντιληφθεί την θέση της αρθρικής γωνίας που βρίσκεται η άρθρωση, και στη συνέχεια, την ικανότητα αναπαραγωγής αυτής της γωνίας ενεργητικά είτε παθητικά μετά από μετακίνηση του άκρου (Aman, Elengovan, Yeh & Konczak, 2015; Phillips, 2017; Proske, 2015).

Σύμφωνα με τον Proske (2015) υφίστανται δυο είδη της αίσθησης της θέσης που εξυπηρετούνται από διαφορετικές κατηγορίες αισθητικών υποδοχέων. Το ένα αφορά την αίσθηση της θέσης ενός μέρους του σώματος σε σχέση με ένα άλλο και οι κύριοι υποδοχείς εδώ είναι οι μυϊκές άτρακτοι και αυτό το είδος είναι ακριβές στο αντιβράχιο όπου η ευθυγράμμιση των χεριών εξυπηρετεί τις πιο εξειδικευμένες κινήσεις. Το δεύτερο είδος καθορίζει την αίσθηση της θέσης του σώματος ή των μελών του στον χώρο και παρέχεται κυρίως από την όραση αλλά και δερματικούς, ακουστικούς υποδοχείς (Proske, 2015).

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, ιδιοδεκτικότητα ορίστηκε η συνειδητή και μη συνειδητή εκτίμηση της έντασης της δύναμης, της κίνησης των αρθρώσεων όπως επίσης και η θέση του σώματος ή τμημάτων του σώματος στον χώρο ή ενός μέλους του σώματος σε σχέση με ένα άλλο (Proske, 2015).

Η αισθητική πληροφόρηση ταξιδεύει προς τον νωτιαίο μυελό μέσω κεντρομόλων οδών και βοηθά στη συνειδητή επίγνωση της κίνησης της άρθρωσης, της θέσης και της δύναμης, που είναι απαραίτητη για τη σωστή λειτουργία των αρθρώσεων σε αθλήματα και καθημερινές δραστηριότητες, αλλά και στη μη συνειδητή ιδιοδεκτικότητα η οποία ρυθμίζει τη μυϊκή λειτουργία και πυροδοτεί την αντανάκλαστική σταθεροποίηση ακόμη και

όταν το οπτικό ερέθισμα εκλείπει (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007), (Ribeiro & Oliveira 2011). Ως αναφορά στη μη συνειδητή ιδιοδεκτικότητα, χρησιμοποιείται για τις αντανακλαστικές προσαρμογές που πρέπει να κάνει ο άνθρωπος ως αναφορά στη στάση του σώματος του σε κάποιες μικρές αλλαγές στη θέση ενός μέλους που γίνονται. Οι Cordo και ο Nashner διαπίστωσαν ότι η ενεργοποίηση των μυών στις απαντήσεις της στάσης εμφανίζεται με τόσο σύντομες λανθάνουσες καθυστερήσεις που υπάρχει χρόνος για νευρική αγωγιμότητα μόνο στη Σ.Σ, το εγκεφαλικό στέλεχος και την παρεγκεφαλίδα, αλλά όχι στα υψηλότερα φλοιώδη κέντρα για συνειδητό έλεγχο των απαντήσεων για τη στάση υποσυνείδητα (Ashton-Miller et al., 2001).

Σήμερα, η ιδιοδεκτικότητα μπορεί να οριστεί ως η συσσωρευτική νευρική εισροή στο κεντρικό νευρικό σύστημα από εξειδικευμένες νευρικές απολήξεις που καλούνται μηχανοϋποδοχείς, αρθρικούς, μυοτενόντιους και ιδιοδεκτικούς οι οποίοι βρίσκονται στις αρθρώσεις, στους θύλακες, στους συνδέσμους, στους μυς, στους τένοντες, και στο δέρμα (Ribeiro & Oliveira, 2011; Voight, Hardin, Blackburn, Trippett & Canne, 2018).

Οι Colledge et al (1994) διερεύνησαν τη σχετική συμβολή της όρασης, της ιδιοδεκτικότητας και του αιθουσαίου συστήματος στην ισορροπία των διαφορετικών ηλικιακών ομάδων και ανέφεραν ότι όλες οι ομάδες που αποτελούνταν από ηλικιωμένους, βασίζονται περισσότερο στην ιδιοδεκτικότητα παρά στην όραση για τη διατήρηση της ισορροπίας (Ribeiro & Oliveira, 2011). Ακόμα, τα ευρήματα των Thompson, Mikesky, Bahamonde & Burr (2003), δείχνουν ότι μέσω τακτικής δραστηριότητας ανεξαρτήτως της μυϊκής επιβάρυνσης, μπορεί να επιτευχθεί βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας σε ηλικιωμένες γυναίκες.

Κάποια χρόνια νωρίτερα από τον Serrigton, το 1880, ο Μπαστιάν εισήγαγε τον όρο *kinesesthesia*, από την ελληνική λέξη 'kinein' να κινήσει και την 'aisthesis', για να περιγράψει τον ρόλο του κινητικού φλοιού στην πρόκληση κινητικών συμπεριφορών οι οποίες συντονίζουν συγκεκριμένα

και λειτουργικά κατάλληλα σωματοαισθητικά προσανατολισμένα μοτίβα (Ribeiro & Oliveira, 2011).

Η κιναισθησία επιτυγχάνεται όταν η ιδιοδεκτικότητα εμπλουτιστεί με πληροφορίες από το αιθουσιαίο και οπτικό σύστημα και χαρακτηρίζεται ως η συνειδητή αντίληψη της θέσης και της κίνησης των μελών και του σώματος σε αντίθεση με την ιδιοδεκτικότητα που αναφέρεται στη μη συνειδητή διαδικασία ιδιοδεκτικής πληροφόρησης (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007) (Aman et al., 2015).

Συνεπώς σε συνεργασία με τα άλλα συστήματα (οπτικό και αιθουσιαίο σύστημα) αισθητικής πληροφόρησης του ΚΝΣ, η ιδιοδεκτικότητα προσφέρει πληροφορίες στους μεν αθλητές χρήσιμες για να επιτύχουν τις υψηλού επιπέδου δεξιότητες και στο δε υπόλοιπο πληθυσμό, την διεξαγωγή δραστηριοτήτων καθημερινής ζωής όπως η βάρδια, το ανέβασμα σκάλας, η αυτοεξυπηρέτηση και η οδήγηση (Φουσέκης, 2015).

2.2 Αισθητικότητα-Υποδοχείς

Το σωματοαισθητικό σύστημα είναι υπεύθυνο για τη μεταφορά της αίσθησης της αφής, της πίεσης, ιδιοδεκτικότητας, θερμοκρασίας και του πόνου. Σε κάθε υπο-σύστημα αντιστοιχούν εξειδικευμένοι υποδοχείς. Οι 2 μεγάλες κατηγορίες που διακρίνονται οι υποδοχείς είναι ανάλογα με το είδος ενέργειας που ανιχνεύουν-φύση ερεθίσματος και ανάλογα με τη θέση εντοπισμού τους (Ρήγας, 2010· Σιδηροπούλου, 2015).

Ως αναφορά στην πρώτη κατηγορία των υποδοχέων διακρίνονται σε μηχανοϋποδοχείς, θερμοϋποδοχείς, χημειϋποδοχείς, ωσμοϋποδοχείς, φωτοδεκτικοί και αλγοδεκτικοί. Οι θερμοϋποδοχείς ανιχνεύουν μεταβολές της θερμοκρασίας, οι χημειϋποδοχείς ανιχνεύουν μεταβολές στη χημική σύσταση του περιβάλλοντος και είναι γεύσης, όσφρησης, τάσης O₂ & CO₂ στα αγγεία, και περιλαμβάνουν και τους ωσμοϋποδοχείς που αφορούν την οσμωτική πίεση και βρίσκονται κυρίως στον υποθάλαμο. Οι φωτοδεκτικοί περιλαμβάνουν τα ραβδιοφόρα και κωνιοφόρα κύτταρα και αλγοδεκτικοί

είναι οι υποδοχείς του πόνου (Σιδηροπούλου, 2015). Οι ίνες Αδ και αμύελες ίνες C μεταφέρουν τις νευρικές ώσεις του πόνου. Οι ίνες Αδ μεταφέρουν με μεγαλύτερη ταχύτητα την πληροφορία του πόνου. Οι μηχανοϋποδοχείς είναι κύτταρα μηχανικά ευαίσθητα τα οποία έχουν σαν σκοπό να συλλαμβάνουν την επίδραση διαφόρων μορφών ενέργειας (εξωτερικά ερεθίσματα) στον οργανισμό και να μετατρέπουν αυτές τις μηχανικές πληροφορίες των ιστών σε ειδικά σήματα, νευρικές ώσεις συγκεκριμένης συχνότητας, οι οποίες μεταδίδόμενες στο κεντρικό νευρικό σύστημα μέσω απαγωγών μονοπατιών, δίδουν μια συγκεκριμένη αίσθηση (π.χ. πόνος, αφή). Οι μηχανοϋποδοχείς είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι σε αλλαγές (ερεθίσματα) προερχόμενες από τους ιστούς μιας άρθρωσης παρά από ερεθίσματα του εξωτερικού περιβάλλοντος. Ανιχνεύουν τη μηχανική ενέργεια μέσω της αφής, ακοής και της πίεσης (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007), (Philips, 2017).

Ως αναφορά στη δεύτερη μεγάλη κατηγορία των υποδοχέων που ο διαχωρισμός γίνεται σύμφωνα με τη θέση εντοπισμού τους, διακρίνονται οι εξής 3 υποκατηγορίες: 1) Εξωδοκτικοί-εξώδοχοι 2) Ιδιοδοκτικοί 3) Ενδοδοκτικοί-εδώδοχοι. Η θέση εντοπισμού των εξώδοχων υποδοχέων είναι η επιφάνεια του δέρματος και η διέγερση τους γίνεται από ερεθίσματα του εξωτερικού περιβάλλοντος. Οι ιδιοδοκτικοί υποδοχείς πυροδοτούνται με ερεθίσματα από το ίδιο το σώμα, κυρίως το μυοσκελετικό σύστημα, τένοντες, μύς και αρθρώσεις και χαρακτηρίζονται ως τονικοί υποδοχείς, καθώς προσαρμόζονται βραδέως, παράγοντας νευρικές ώσεις για όσο χρόνο διατηρείται το ερέθισμα, στο οποίο οφείλεται και η διατήρηση της στάσης και της ισορροπίας. Οι εσώδοχοι υποδοχείς αφορούν τις σπλαχνικές αισθήσεις καθώς συλλαμβάνουν ερεθίσματα από το εσωτερικό περιβάλλον-εσωτερικά όργανα του σώματος (τοιχώματα αγγείων, σπλάχνων) (Ανωγιάκης, 2016· Φουσεκής, 2015).

Τους εξωδοκτικούς υποδοχείς αποτελούν τα σωματίδια του Meissner, οι δίσκοι του Merkel's, οι απολήξεις του Ruffini, τα σωματίδια του Pacinian και τα σωματίδια Krause καθώς και οι ελεύθερες νευρικές απολήξεις και οι

υποδοχείς στο θύλακα περιγράφονται ως αισθητικοί, απτικοί δερματικοί (εξωδεκτικοί) μηχανοϋποδοχείς (Witherspoon, Smirnova & Terence, 2014). Οι ελεύθερες νευρικές απολήξεις οι οποίες βρίσκονται παντού στο δέρμα μπορούν να ανιχνεύσουν το αίσθημα της αφής και της πίεσης καθώς και της θερμοκρασίας και του πόνου. Τα σωμάτια του Meissner και οι δίσκοι του Merkel's αφορούν την αφή και δίνουν πληροφορίες για το σχήμα, την ύψη ενός αντικείμενου αλλά και για την περιοχή που εφαρμόζεται το απτικό ερέθισμα. Τα σωμάτια του Meissner, έχουν μεγαλύτερη ευαισθητοποίηση και επομένως ενεργοποιούνται με ήπια ερεθίσματα αφής με την πρώτη επαφή με το αντικείμενο. Αντιθέτως η ενεργοποίηση των απολήξεων Ruffini, απαιτεί παρατεταμένα συνεχή και ισχυρά ερεθίσματα πίεσης ή απτικής επαφής στο δέρμα. Παραδείγματα τέτοιων απολήξεων συναντώνται στους αρθρικούς θυλάκους και παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τον βαθμό της στροφικής κίνησης της άρθρωσης. Τα σωμάτια του Pacinian είναι πολύ ευαίσθητα στην αίσθηση της δόνησης (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007· Σιδηροπούλου, 2015).

Οι ιδιοϋποδοχείς που όπως αναφέρθηκε αποτελούν υποκατηγορία της ταξινόμησης των υποδοχέων σύμφωνα με τη θέση εντοπισμού τους διακρίνονται με τη σειρά τους σε 2 είδη: τους αρθρικούς και τους μυοτενόντιους. Η συλλογή πληροφοριών από τους ιδιοϋποδοχείς μιας άρθρωσης καθορίζεται κυρίως από τους μυοτενόντιους ιδιοϋποδοχείς στη μέση τροχιά της κίνησης. Στο τέλος του εύρους τροχιάς κίνησης οι αρθρικοί και οι μυοτενόντιοι ιδιοϋποδοχείς είναι ισόβαθμα σημαντικοί. Οι αρθρικοί μηχανοϋποδοχείς προσδιορίζουν και πληροφορούν για τα όρια της κίνησης των αρθρώσεων και δεν μπορούν να πληροφορήσουν για την αίσθηση της θέσης αλλά για την αίσθηση της κίνησης των άκρων σύμφωνα με αρκετά στοιχεία και τους Ferrel et al. Επίσης οι μηχανοϋποδοχείς στις αρθρικές δομές φαίνεται να διεγείρονται μόνο σε έντονες φορτίσεις, ενώ οι μηχανοϋποδοχείς στο μυοτενόντιο σύνολο παρέχουν συνεχή πληροφορία σε υπομέγιστη φόρτιση. Σε ένα μν που δεν κινείται, οι μυϊκές άτρακτοι ευαισθητοποιούνται σε ένα ερέθισμα δόνησης (Proske, 2015).

Ένας άλλος διαχωρισμός των ιδιοϋποδοχέων είναι με βάση εάν είναι γρήγορης ή αργής προσαρμογής. Γρήγορης προσαρμογής (ΓΠ) είναι οι μηχανοϋποδοχείς οι οποίοι σταματούν να στέλνουν πληροφορίες αμέσως έπειτα από ένα ερέθισμα, ανεξαρτήτως της διάρκειάς του, και οι οποίοι σε μια κίνηση ή διαφοροποίηση της ταχύτητας της κίνησης μιας άρθρωσης, π.χ. επιτάχυνση στέλνουν συνειδητές και υποσυνείδητες κιναισθητικές πληροφορίες στο ΚΝΣ.. Αντίθετα, αργής προσαρμογής (ΑΠ) είναι οι μηχανοϋποδοχείς οι οποίοι συνεχίζουν να στέλνουν ιδιοδεκτική πληροφόρηση και επανατροφοδότηση στο Κ.Ν.Σ, για τη θέση της άρθρωσης για όσο χρόνο διαρκεί το ερέθισμα, συμβάλλοντας και στην διατήρηση ισορροπίας (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).

2.2.1 Διαχωρισμός των αρθρικών υποδοχέων

Σε ιστολογικές έρευνες, οι περιαρθρικοί μηχανοϋποδοχείς, οι οποίοι παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην ιδιοδεκτικότητα, έδειξε να βρίσκονται στους θύλακες της άρθρωσης του ώμου και στον κορακοακρωμιακό σύνδεσμο. Πολλές μελέτες έδειξαν ότι ένας τραυματισμός στο θύλακα, τους συνδέσμους, τον επιχείλιο χόνδρο ή τους περιαρθρικούς μύς συσχετίστηκε με ένα ιδιοδεκτικό έλλειμμα στην άρθρωση του ώμου (Dilek et al., 2015). Οι αρθρικοί ιδιοϋποδοχείς είναι τεσσάρων ειδών: τα σωματίδια Ruffini, τα σωματίδια Paccinian, οι αρθρικές απολήξεις του Golgi-Mazzoni και οι ελεύθερες νευρικές απολήξεις (Φουσέκης, 2007, 2015). Οι περισσότεροι από τους αρθρικούς υποδοχείς δεν ενεργοποιούνται όταν η άρθρωση κινείται στην μέση τροχιά της κίνησης αλλά μόνο στις ακραίες-αρχική ή τελική θέση της κίνησης (Wither, Ejnisman, Alves, Uyeda, Nouailhetas, Han & Cohen, 2010).

Τον τύπο I των μηχανοϋποδοχέων αποτελούν τα σωματίδια Ruffini ή απολήξεις Ruffini, που βρίσκονται κυρίως στην εξωτερική στοιβάδα του επιπολής αρθρικού θυλάκου και σε έξω αρθρικούς συνδέσμους και

παρουσιάζουν χαμηλό κατώφλι ερεθισμού, είναι αργής προσαρμογής και ενεργοποιούνται σε δυναμική αλλά και στατική θέση της άρθρωσης, σε αλλαγές κατεύθυνσης και ταχύτητας της κίνησης της άρθρωσης λόγω μηχανικής φόρτισης των νευρικών απολήξεων τους και στην αύξηση της τάσης και της ενδοαρθρικής πίεσης λόγω φλεγμονής και οιδήματος. Αποτελούν τονικούς σταθεροποιούς (Φουσέκης, 2007, 2015).

Τα σωματίδια Paccinian ή απολήξεις Paccinian, οι τύπου II, βρίσκονται στην ινώδη μεμβράνη του θύλακα και χαρακτηρίζονται φασικοί υποδοχείς. Παρουσιάζουν και αυτοί πολύ χαμηλό κατώφλι ερεθισμού, αλλά είναι πολύ γρήγορης προσαρμογής που ανταποκρίνονται στην αρχή και στο τέλος του ερεθίσματος και ενεργοποιούνται σε αλλαγές της ταχύτητας της κίνησης (επιτάχυνση-επιβράδυνση) και σε ερεθίσματα δόνησης. Οι μηχανοϋποδοχείς τύπου I και II των αρθρώσεων συμβάλλουν στην ρύθμιση του μυϊκού τόνου – είτε με διευκόλυνση, είτε με αναχαίτιση (Φουσέκης, 2007, 2015) (Witherspoon et al., 2014).

Οι τύπου III, οι αρθρικές απολήξεις Golgi-Mazzoni, παρουσιάζουν υψηλό κατώφλι ερεθισμού και χαρακτηρίζονται ως τονικοί καθώς παρουσιάζουν αργή προσαρμογή. Βρίσκονται στους αρθρικούς συνδέσμους και μοιάζουν με το τενόντιο όργανο του Golgi. Ενεργοποιούνται κυρίως σε ερεθίσματα διάτασης των συνδέσμων στους οποίους βρίσκονται, κυρίως στα όρια τροχιάς της κίνησης και συμβάλλουν στην αναχαίτιση των ανταγωνιστών μυών, προστατεύοντας την άρθρωση από ενδεχόμενο τραυματισμό (Φουσέκης, 2007, 2015).

Οι ελεύθερες νευρικές απολήξεις, τύπου IV είναι τονικοί υποδοχείς, αλγοϋποδοχείς και είναι διάσπαρτοι σε όλους σχεδόν τους αρθρικούς σχηματισμούς. Αποτελούνται από λεπτές νευρικές απολήξεις, χωρίς εμμύελη κάψα, και είναι υποδοχείς ΑΠ, με υψηλό κατώφλι ερεθίσματος. Βιοχημικοί και μηχανικοί παράγοντες (διάφορα ιόντα, σεροτονίνη, βραδυκινίνη, ισταμίνη) πυροδοτούν αυτού του τύπου τους υποδοχείς για να αποτρέψουν τους αρθρικούς ιστούς από μια ενδεχόμενη φλεγμονή ή τραυματισμό (Φουσέκης, 2007, 2015). Τέτοιου είδους υποδοχείς έχουν

αναγνωριστεί στον υπερακάνθιο μυ και τένοντα σε ποντίκια. Υπήρχε μεγαλύτερη παρουσία αυτών των υποδοχέων στον υπερακάνθιο έναντι του υπακανθίου μυ (Rochini et al., 2010).

2.2.2 Μυοτενόντιοι μηχανοϋποδοχείς

Ο πιο σημαντικός υποδοχέας ο οποίος παρέχει σημαντικές πληροφορίες για την αίσθηση της στατικής και δυναμικής θέσης μιας άρθρωσης στο χώρο, στη μέση τροχιά της κίνησης είναι η μυϊκή άτρακτος. Η μυϊκή άτρακτος διαφέρει από τους άλλους ιδιοϋποδοχείς γιατί περιλαμβάνει μυϊκές ίνες και επομένως έχει μια σχετική δυνατότητα κινητικής λειτουργίας, δηλαδή ενεργεί όχι μόνο ως δέκτης ερεθισμάτων αλλά και ως παραλήπτης κινητικών εντολών. Βρίσκεται σχεδόν σε όλους τους μυς, και ειδικά σε εκείνους που είναι υπεύθυνοι για λεπτές, συνειδητές κινήσεις. Οι μυϊκές άτρακτοι νευρώνονται επίσης και από μικρές κινητικές νευρικές ίνες, τις γ-φυγόκεντρες ίνες (Σάτκα & Σπυριδόπουλος, 2003), (Stone, Partin, Lueken, Timm & Ryan, 1994).

Η ανεξάρτητη διάταξη των αισθητικών και νευρικών ιών επιτρέπει στη μυϊκή άτρακτο να δίνει πληροφόρηση για το μέγεθος του μήκους του μυ και τον ρυθμό της μεταβολής του, παράλληλα με το έργο της να μεταδίδει συνεχώς ερεθίσματα προς το κέντρο. Οι κεντρομόλες ίνες της μυϊκής άτρακτου προβάλλουν απευθείας σε κινητικούς νευρώνες των σκελετικών μυών μέσω πολύ γρήγορων μονοσυναπτικών αντανακλαστικών και σε διέγερση τους προκαλούν αντανακλαστική συστολή του πρωταγωνιστή μυ. Αυτό το αντανακλαστικό μέσω των γ-ινών, έχει την ικανότητα να διορθώνει ένα σφάλμα της μυϊκής έντασης γρήγορα σε 30 με 80ms, ενώ η διόρθωση μέσω οπτικού ερεθίσματος μπορεί να διαρκέσει 200 ms. Επομένως μέσω του μηχανισμού αυτού, του μυοτατικού αντανακλαστικού, οι μυϊκές άτρακτοι ρυθμίζουν και την μυϊκή δραστηριοποίηση (Σάτκα & Σπυριδόπουλος, 2003), (Stone et al., 1994).

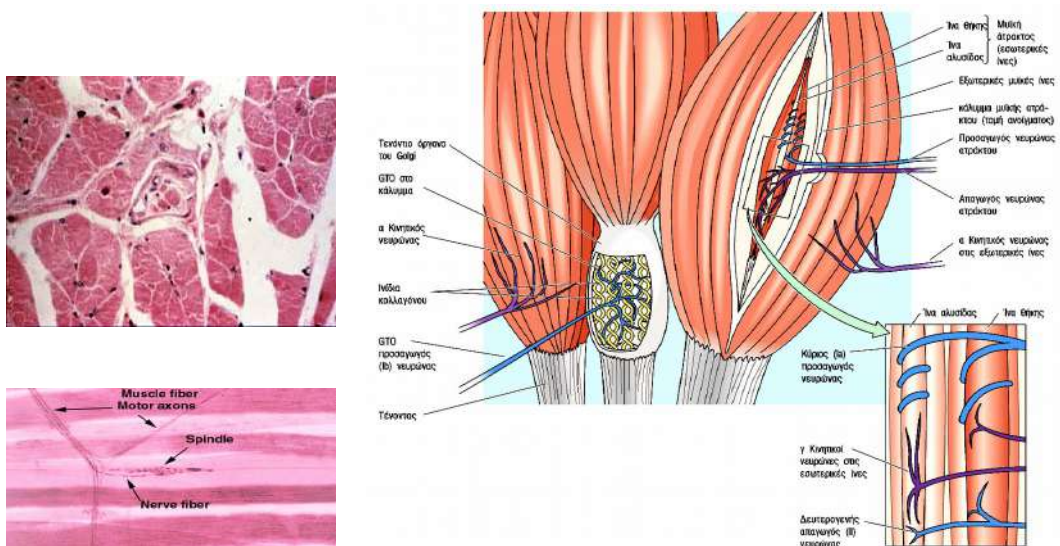
Προσαγωγές ιδιοδεκτικές πληροφορίες που προέρχονται από τους μυοτενόντιους, θυλακοσυνδεσμικούς και δερματικούς υποδοχείς, ενσωματώνονται με μηνύματα που προκύπτουν από ανωτέρα επίπεδα του Κ.Ν.Σ στους κινητικούς νευρώνες επηρεάζοντας τις μυϊκές ατράκτους. Ένα ξεχωριστό μικτό σήμα περνά από την μυϊκή άτρακτο στο Κ.Ν.Σ και απευθείας στους α-κινητικούς νευρώνες του μυ. Αυτό το τελικό αποτέλεσμα από αυτή την ιδιοδεκτική εισροή στο Κ.Ν.Σ καταλήγει στην αρθρική αίσθηση της θέσης και της κίνησης, αντανακλαστική μυϊκή συστολή, και ρύθμιση της μυϊκής δυσκαμψίας (Phillips, 2017).

Τα τενόντια όργανα Golgi είναι τοποθετημένα εντός του κολλαγόνου της μυοτενόντιας σύναψης, τυλίγονται γύρω από τα άκρα των εξωατρακτικών ιών του μυ, και είναι ευαίσθητα στην τάση που προκαλείται από το μυ από παθητική διάταση ή από ενεργητική σύσπαση του. Η ουδός πυροδότησης είναι πολύ χαμηλή, μετά από ενεργητική μυϊκή σύσπαση, και πολύ υψηλή μετά από παθητική διάταση (Σάτκα & Σπυριδόπουλος, 2003). Επίσης, ερεθισμός των GTOs παράγει χαλάρωση των αγωνιστών μυϊκών ομάδων που διατείνονται και συστολή των ανταγωνιστών μυϊκών ομάδων (Νούση, 2005).

Επομένως το τενόντιο όργανο του Golgi σαν ανιχνευτής δύναμης, προστατεύει το μυοτενόντιο σύνολο από την ανάπτυξη υψηλών τάσεων μέσω της αντανακλαστικής αναστολής της μυϊκής δραστηριοποίησης, προκαλώντας αναχαίτιση των α-κινητικών νευρώνων όταν η δύναμη που αναπτύσσεται από τον μυ είναι υπερβολική και ενδέχεται να του προκαλέσει τραυματισμό. Σαν μια δεύτερη λειτουργία, αυτός ο ιδιοϋποδοχέας, παρέχει αισθητική πληροφόρηση προς το νωτιαίο επίπεδο του νευρικού συστήματος ακόμα και σε χαμηλά επίπεδα μυϊκής τάσης, με στόχο τον συνεχή έλεγχο κατά τη διάρκεια της κίνησης (Νούση, 2005).

Με βάση όλα τα παραπάνω, τα τενόντια όργανα Golgi έχουν την αντίθετη επίδραση από τη μυϊκή άτρακτο (εικ. 2.2.2α) μέσω της παράγωγης αντανακλαστικής αναστολής στο μυ, ο οποίος φορτίζεται. Η αύξηση του μήκους της μυϊκής γαστέρας πυροδοτεί την ενεργοποίηση της μυϊκής

ατράκτου και ως αποτέλεσμα δημιουργείται και το μυοτατικό αντανακλαστικό. Αντίθετα, η συστολή της μυϊκής γαστέρας, ενεργοποιεί το τενόντιο όργανο του Golgi και επομένως ένα πολυσυναπτικό αντανακλαστικό (Νούση, 2005).



Εικόνα 2.2.2α Μυϊκή άτρακτος-τενόντιο όργανο του Golgi (<https://slideplayer.gr/slide/11349534/>)

2.2.3 Δυναμικό υποδοχέα

Η μηχανική παραμόρφωση των ιστών (διάταση μυών, συμπίεση, πίεση) πυροδοτεί την μηχανική απελευθέρωση αποθηκευμένου νατρίου από τους μηχανοϋποδοχείς, αύξηση της εισόδου των ιόντων Na^+ και εξόδου των ιόντων K^+ με την αύξηση των διαύλων μεταφοράς. Όλη αυτή η ενέργεια προκαλεί ένα δυναμικό ενέργειας. Το δυναμικό αυτό ταξιδεύει με κεντρομόλες ίνες μέσω των κόμβων του Ranvier προς τον Ν.Μ. ακολουθώντας τις οδούς της αισθητικότητας. Όταν η ισχύς του ερεθίσματος είναι μεγάλη και ο αριθμός των υποδοχέων που ενεργοποιούνται είναι αρκετός να προκαλέσει τη παραμόρφωση αυτή, η

συχνότητα και η ένταση του δυναμικού ενέργειας θα αυξηθεί αρκετά με αποτέλεσμα την αύξηση της νευρικής εισροής στο Κ.Ν.Σ. Αυτή η ανίχνευση της ισχύς και της έντασης του ερεθίσματος γίνεται από τους υποδοχείς που αναφέρθηκαν παραπάνω και αναλόγως την πληροφορία που θα μεταδώσουν θα δημιουργηθεί και η αντίστοιχη κινητική απάντηση (Philips, 2017), (Ανωγιάκης, 2016· Σιδηροπούλου, 2015).

2.2.4 Συμβολή των μηχανοϋποδοχέων στην ιδιοδεκτικότητα

Ο ρόλος των διαφόρων μηχανοϋποδοχέων στην ιδιοδεκτικότητα έχει συζητηθεί ενεργά στη βιβλιογραφία, αν και οι σύγχρονες γνώσεις δείχνουν ότι η ιδιοδεκτικότητα τροφοδοτείται κυρίως από τους μυϊκούς υποδοχείς, δηλαδή τις μυϊκές ατράκτους και τα στοιχεία αυτά έχουν βασιστεί σε δυο διαφορετικά είδη πειραμάτων (Moradi, Hadadnechad & Letafatkar, 2018; Proske, 2015).

Οι σχετικές πληροφορίες των μυϊκών μηχανοϋποδοχέων, προέρχονται συγκεκριμένα από τις μυϊκές ατράκτους, είναι πρωταρχικής σημασίας για την ιδιοδεκτικότητα, ενώ άλλες πηγές ιδιοδέκτριων πληροφοριών, όπως οι δερματικοί και αρθρικοί μηχανοϋποδοχείς, είναι επίσης σημαντικοί για τον προσδιορισμό της θέσης του περιφερικού σώματος ή των ορίων του εύρους κίνησης (Proske, 2015 ; Lin & Karduna, 2016).

Συνολικά, υπάρχουν αναμφισβήτητα αποδεικτικά στοιχεία που υπογραμμίζουν τη σημασία της ιδιοδεκτικότητας στη δημιουργία ομαλών και συντονισμένων κινήσεων, τη διατήρηση της φυσιολογικής στάσης του σώματος, τη ρύθμιση της ισορροπίας και του ορθοστατικού ελέγχου, επηρεάζοντας την εκμάθηση και επανεκμάθηση της κίνησης (Moradi et al., 2018; [Ribeiro](#) & Oliveira, 2011).

2.3 Παράγοντες που επιδρούν θετικά ή αρνητικά στην ιδιοδεκτικότητα

Παρόλο που είναι γνωστό ότι όλα τα άτομα διαθέτουν τον απαραίτητο βαθμό ιδιοδεκτικής ευαισθησίας για την εκτέλεση των καθημερινών τους δραστηριοτήτων αλλά και κάποια από αυτά, κυρίως οι αθλητές, δραστηριότητες υψηλών απαιτήσεων σε δεξιότητες, υπάρχουν διαφορές από άτομο σε άτομο στο μέγεθος της ιδιοδεκτικής ευαισθησίας. Παράγοντες όπως η ηλικία, η κρυοθεραπεία, οι έντονες περίοδοι άσκησης στην ιδιοδεκτικότητα, καθώς και άλλοι παράγοντες οι οποίοι θα αναλυθούν παρακάτω, καθορίζουν αυτές τις διαφορές (Φουσέκης, 2015).

Ένας μεγάλος αριθμός στοιχείων αποδεικνύει ότι η ιδιοδεκτική λειτουργία μειώνεται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας γήρανσης. Η μέγιστη ιδιοδεκτική ευαισθησία ενός ατόμου είναι περίπου στην ηλικία των 12 ετών. Η μείωση της ιδιοδεκτικότητας καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του ανθρώπου έχει επιβλαβή αποτελέσματα στο συντονισμό των κινήσεων και την ισορροπία (Φουσέκης, 2015) (Shaffer & Harrison, 2007).

Ως αναφορά στην κρυοθεραπεία, ο αριθμός των μελετών που δείχνουν αύξηση των σφαλμάτων στην αίσθηση της θέσης της άρθρωσης μετά από κρυοθεραπεία είναι παρόμοια με τον αριθμό των μελετών που δεν ανέφεραν καμία αλλαγή (Ribeiro & Oliveira, 2011). Αντίθετα στην έρευνά τους ο Costello και Donnelly, παρατήρησαν ότι τα λάθη αυξάνονταν αμέσως μετά την εφαρμογή κρύου στον αστράγαλο και στις αρθρώσεις του ώμου (Costello, 2012). Παρόλα αυτά, λόγω του περιορισμένου αριθμού των ερευνών, η επίδραση της κρυοθεραπείας στην ιδιοδεκτικότητα πρέπει να εξακριβωθεί (Ribeiro & Oliveira, 2011).

Οι Schmidt et al. δεν βρήκαν κάποιες διαφορές στην αίσθηση της θέσης του μέλους μεταξύ των δυο φύλων (Ribeiro & Oliveira, 2011).

Η έρευνα των Burfeind & Chimera (2015) όπως και άλλες έρευνες έχουν αποδείξει τη σχέση μη κυρίαρχου χεριού και ιδιοδεκτικότητας στη στατική θέση (Goble & Brown, 2010). Η έρευνα των Goble & Brown, (2010), αποδεικνύει την μείωση των λαθών του μη κυρίαρχου χεριού σε

σύγκριση με το κυρίαρχο στη δυναμική αίσθηση της θέσης. Αυτό ίσως να οφείλεται στο ότι το δεξί πρόσθιο ημισφαίριο ειδικεύεται στη διαδικασία ιδιοδεκτικής ανατροφοδότησης σχετικά με την πορεία και την ταχύτητα της κίνησης (Goble & Brown, 2010).

Παρακάτω θα αναφερθεί η επιρροή των εντόνων περιόδων άσκησης, ασκήσεων προθέρμανσης και ασκήσεων που προκαλούν μυϊκή κόπωση, στην ιδιοδεκτικότητα.

Οι μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε αυτόν τον τομέα, έχουν δείξει ότι η κόπωση των μυών που προκαλείται από την άσκηση μπορεί να προκαλέσει ελλείματα ιδιοδεκτικότητας. Η κόπωση αποτελεί έναν κοινό παράγοντα στον αθλητικό ανταγωνισμό και διαδραματίζει κάποιο ρόλο στη μείωση εισόδου των ιδιοδεκτικών συστημάτων. Συγκεκριμένα παρατηρήθηκε ότι η άσκηση μπορεί να επιφέρει την αυξημένη ενδομυϊκή συγκέντρωση διαφόρων μεταβολιτών και φλεγμονωδών ουσιών, οι οποίες έχουν άμεση επίπτωση στην εκπόλωση των μυϊκών ατρακτών διακόπτοντας την συγγενή ανατροφοδότηση. Οι Voight et al. υποστηρίζουν ότι η κόπωση εμποδίζει την ικανότητα κάποιου να παράγει την στοχοθετημένη αρθρική θέση (Ashton-Miller et al., 2011; Burfeind & Chimera, 2015).

Η σχέση μεταξύ της προθέρμανσης, της ιδιοδεκτικότητας και του μειωμένου κινδύνου αθλητικών τραυματισμών φαίνεται να είναι σαφής. Δεδομένου ότι η ιδιοδεκτικότητα παίζει τον βασικό ρόλο στις συνειδητές και υποσυνείδητες αισθήσεις, τον αυτόματο έλεγχο της κίνησης και τον συντονισμό των κινήσεων, βελτιώνοντας την ιδιοδεκτικότητα στην προθέρμανση μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο τραυματισμού και να βελτιώσει την ακρίβεια της κίνησης. Τα γενικά συμπεράσματα όλων των μελετών υποδεικνύουν μια αύξηση στην αρθρική ιδιοδεκτικότητα μετά την προθέρμανση ([Ribeiro & Oliveira, 2011](#)).

Η τακτική σωματική άσκηση και η άσκηση έχουν σημαντική επίδραση στην ιδιοδεκτικότητα μέσω της διαμόρφωσης των μυϊκών ατράκτων και της στρατολόγησης τροποποιήσεων στην πλαστικότητα του κεντρικού νευρικού

συστήματος. Κατά τη διάρκεια άσκησης, μια αύξηση στην εισροή των μυϊκών ατρακτών συμβαίνει και το οποίο έχει ως αποτέλεσμα με την πάροδο του χρόνου, να προκληθούν πλαστικές αλλαγές στο κεντρικό νευρικό σύστημα, στο φλοιό όπως αυξημένη δύναμη των συνάψεων και δομικές αλλαγές στην οργάνωση και τους αριθμούς των συνδέσεων μεταξύ των νευρώνων. Αυτές οι αλλαγές, θα τροποποιήσουν τους χάρτες στον φλοιό με την πάροδο του χρόνου, αυξάνοντας τις αναπαραστάσεις του φλοιού των αρθρώσεων και οδηγώντας σε ενισχυμένη ιδιοδεκτικότητα στις αρθρώσεις (Ashton-Miller et al., 2001).

Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την ιδιοδεκτικότητα αφορούν την ένεση αναισθητικού, τον πόνο, την αστάθεια στον ωμό, την οστεοαρθρίτιδα, το σύνδρομο υπακρωμιακής πρόσκρουσης και την προσοχή.

Οι επιδράσεις των αναισθητικών ενέσεων σε υγιείς ώμους δεν έχουν καμία επίδραση στην ιδιοδεκτική ακεραιότητα. Μετά από ένεση στον υπακρωμιακό χώρο, τα σφάλματα στις αλλαγές στην αίσθηση της θέσης της άρθρωσης σε τραυματίες με SIS αντί να μειωθούν που ήταν το αναμενόμενο, αυξήθηκαν (Ettlinger, Kanduna & Shapiro, 2017).

Ευρήματα από την έρευνά του Sole et al προτείνουν ότι ο πόνος μπορεί να αυξήσει την αίσθηση αισθητικότητας σε υγιή άτομα. Παρόλα αυτά ο πόνος δεν είχε αποτέλεσμα στην ιδιοδεκτικότητα κατά τη διάρκεια παθητικής επανατοποθέτησης της άρθρωσης σ' αυτή την έρευνα. Οι τραυματίες με χρόνια πόνο στις αρθρώσεις προσαρμόζονται στα επώδυνα ερεθίσματα και βασίζονται σε αισθητήρια νοημοσύνη ώστε να εγκαταστήσουν την ιδιοδεκτική επίγνωση της θέσης των ακρών (Ettlinger et al., 2017).

Σημαντικές έρευνες έχουν δείξει ότι η αστάθεια στον ωμό, έχει επιβλαβή αποτελέσματα στην ιδιοδεκτικότητα. Η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης και η κιναισθησία, αλλάζουν σε τραυματίες με γληνοβραχιόνια αστάθεια, όπου με την διακοπή των κατασκευών των μηχανικών σταθεροποιητών, μειώνεται ο ερεθισμός των θυλακοσυνδεσμικών

μηχανοϋποδοχέων, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ιδιοδεκτικότητα. Τα ελλείμματα της ιδιοδεκτικότητας εμφανίζονται εκτός από τον ώμο με τον τραυματισμό και στον υγιή ώμο (Lubiatowski, Ogrodowicz, Wojtaszek, & Romanowski, 2018).

Ελλείμματα ιδιοδεκτικότητας έχουν επίσης αναγνωρίσει σε τραυματίες με οστεοαρθρίτιδα. Τα ελλείμματα ιδιοδεκτικότητας αποδόθηκαν σε μείωση των επίπεδων της μυϊκής ενεργοποίησης σε συνδυασμό με τοπική μυϊκή ατροφία. Επιπρόσθετα, τα αυξημένα προσαγωγά σήματα που στέλνονται από τους υποδοχείς του πόνου στον ώμο πιστεύεται ότι αντικαθιστούν και συνεπώς μειώνουν την προσαγωγό πληροφόρηση (Shaffer & Harrison, 2007).

Το σύνδρομο υπακρωμιακής πρόσκρουσης έχει επίσης συνδεθεί με ελλείμματα στην ιδιοδεκτικότητα. Ο Machner και οι συνεργάτες του παρουσιάζουν μειωμένη κιναισθησία σε άτομα με σύνδρομο υπακρωμιακής πρόσκρουσης βαθμού II. Οι συγγραφείς θεώρησαν ότι ο υπακρωμιακός θύλακας ήταν ελλιπής στην μετάδοση αισθητικών σημάτων κίνησης (Phillips, 2017).

Οι ιδιοδεκτικές ασκήσεις μπορούν να αυξήσουν την νευροψυχολογική διαδικασία της προσοχής που δίνεται σε ιδιοδεκτικές υποδείξεις από τον εγκέφαλο, πρώτα στο συνειδητό επίπεδο στο πρώιμο στάδιο προπόνησης, και αργότερα, μετά από ίσως περισσότερη προπόνηση, σε αυτόνομο επίπεδο. Είναι γνωστό ότι η διασπασμένη προσοχή μειώνει την επιτυχία της εκτέλεσης μιας εργασίας, και καθώς οι εργασίες ισορροπίας αυξάνονται με την πολυπλοκότητα, αυξάνονται και οι απαιτήσεις προσοχής των ατόμων. Επομένως η ικανότητα συγκέντρωσης σ' αυτά που έχουν σημασία και η αγνόηση άσχετων ερεθισμάτων μπορεί να βελτιώσει την "ιδιοδεκτικότητα" (Ashton-Miller et al., 2001).

Τραυματισμοί που απαιτούν χειρουργείο ή περίοδοι ακινητοποίησης έχουν μεγαλύτερα ελλείμματα στην ιδιοδεκτικότητα λόγω της μειωμένης χρήσης και της απώλειας χρόνου (Stone et al., 1994).

Τέλος, ερευνητές παρατήρησαν ότι η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης του ώμου βελτιώνεται καθώς η γωνία ανύψωσης του ώμου φθάνει τις 90°. Αυτά τα αποτελέσματα φανερώνουν ότι καθώς η γωνία ανύψωσης μεγαλώνει, αυξάνεται η ποσότητα ροπής της βαρύτητας το οποίο αυξάνει την μυϊκή ενεργοποίηση και την αύξηση στην ενεργοποίηση των μυοτενόντιων μηχανοϋποδοχέων το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την βελτίωση αυτή ([Aarseth](#), Suprak, Chalmers, Lyon & Dahlquist, 2015).

2.4 Νευρομυϊκός Έλεγχος

Το πολύπλοκο νευρικό σύστημα, σε συνεργασία με το μυοσκελετικό σύστημα, συμβάλλει σημαντικά στον έλεγχο της ανθρώπινης κίνησης. Η αλληλουχία του μηχανισμού της προσαγωγού πληροφόρησης, μέσω της ιδιοδεκτικότητας, κι ο οποίος με τη σειρά του ενεργοποιεί τον μηχανισμό της επαγωγού πληροφόρησης ώστε να δοθεί η κινητική απάντηση και η αποτελεσματική συνεργασία του νευρικού και μυϊκού συστήματος καλείται νευρομυϊκός έλεγχος (Νούση, 2005· Φουσεκής, 2015).

Συγκεκριμένα στον ώμο, η διαδικασία των ιδιοδεκτικών πληροφοριών από το Κ.Ν.Σ έχει ως αποτέλεσμα στο νευρομυϊκό έλεγχο στους δυναμικούς σταθεροποιητές του ώμου. Πιο συγκεκριμένα νευρομυϊκός έλεγχος ορίζεται ως η υποσυνείδητη δραστηριοποίηση των δυναμικών σταθεροποιών στην προετοιμασία και στην απάντηση στην αρθρική κίνηση και στη διατήρηση της αρθρικής σταθερότητας (Phillips, 2017).

Χωρίς τη συνεργασία της μυϊκής μονάδας με το νευρικό σύστημα δεν μπορεί να προαχθεί αποτελεσματική και ασφαλή κίνηση. Η μειωμένη συνεργασία μεταξύ του νευρικού και μυϊκού συστήματος, θα αυξήσει τον κίνδυνου τραυματισμού και η κίνηση θα υπολείπεται αρμονίας και μεγιστοποίησης απόδοσης. Επομένως, η προπόνηση δεν πρέπει να περιορίζεται στην άρτια μυϊκή λειτουργία του μυ (Lin & Karduna, 2016; Phillips, 2017), (Φουσεκής, 2015).

2.4.1 Συστήματα του Νευρομυϊκού Ελέγχου

Τα συστήματα νευρομυϊκού ελέγχου κατά την εκούσια κίνηση, ταξινομούνται στο σύστημα κλειστού κυκλώματος (feedback/closed loop) και το σύστημα ανοικτού κυκλώματος (feedforward/open loop). Στο μεν πρώτο σύστημα, οι πληροφορίες από τους ιδιοϋποδοχείς, δερματικούς, αιθουσιαίους και οπτικούς υποδοχείς αφού μεταφερθούν στο ΚΝΣ, γίνεται η επεξεργασία τους και η κινητική απάντηση που δίνεται είναι ανάλογη αυτής της επεξεργασίας. Το σύστημα αυτό του νευρομυϊκού ελεγχου είναι σημαντικό για τον έλεγχο κινήσεων μεγάλης χρονικής διάρκειας και ο χρόνος που χρειάζεται για να ολοκληρωθεί μια κίνηση εξαρτάται από τη δυσκολία της εκτέλεσης της (Φουσέκης, 2007, 2015).

Στο σύστημα ανοικτού κυκλώματος, οι πληροφορίες από τους παραπάνω υποδοχείς προωθούνται προς το ΚΝΣ, και αφού επεξεργαστούν, συγκρίνονται με υπάρχουσες αποθηκευμένες πληροφορίες για να διαπιστωθεί κάποια διαφοροποίηση στην κίνησης και αναλόγως διαμορφώνεται η κινητική απάντηση. Το σύστημα αυτό του νευρομυϊκού ελέγχου είναι σημαντικό για τον έλεγχο κινήσεων μικρής χρονικής διάρκειας, και βασίζεται στην εμπειρία και στην κινητική εκμάθηση (Νούση, 2005· Φουσέκης, 2015).

2.5 Οι επιδράσεις του τραυματισμού

2.5.1 Απώλεια της Ιδιοδεκτικότητας

Η απώλεια της αίσθησης της θέσης και της κίνησης έχει αρνητικό αντίκτυπο στο άτομο καθώς μπορεί να μην είναι σε θέση να περιγράψει ικανοποιητικά πως νιώθει και τι σημαίνει αυτή η απώλεια. Τα ελλείματα στην αναγνώριση της κίνησης, την επίγνωση της κατεύθυνσης και της πορείας της στο χώρο, είναι περισσότερο εμφανή περιφερικά παρά κεντρικά. Είναι δυνατόν για ένα άτομο να αναγνωρίζει την κίνηση του μέλους, αλλά όχι και τη θέση του ή την κατεύθυνση της κίνησης. Όπως αναφέρθηκε, τα ιδιοδεκτικά ερεθίσματα φαίνεται να είναι ιδιαίτερα σημαντικά για την ισορρόπηση του σώματος και για χειριστικές δραστηριότητες, δηλαδή κινήσεις που απαιτούν πολύ λεπτό έλεγχο. Έχει αναφερθεί συσχέτιση μεταξύ απώλειας της ιδιοδεκτικότητας, κακής κινητικής λειτουργίας και χαμηλού βαθμού ανεξαρτησίας σε δραστηριότητες αυτοεξυπηρέτησης (Fyhr, Gustavsson, Wassinger & Sole, 2014).

Σε μια συστηματική έρευνα που έγινε για τις ιδιοδεκτικές μεταβολές που συνίστανται στην αίσθηση της θέσης και της κίνησης σε συμμετέχοντες με γληνοβραχιόνιες μυοσκελετικές διαταραχές, βρέθηκε ότι η αίσθηση κινήσεων είναι πιθανότατα μειωμένη και είναι εμφανή τα ελλείματα για την ενεργητική και παθητική ανάκτηση της θέσης της άρθρωσης, που συνεπάγεται μετατραυματική αστάθεια σε σύγκριση με τον αντίπλευρο ώμο. Σε άλλη έρευνα που έγινε, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τραυματίες με σύνδρομο υπακρωμιακής πρόσκρουσης, έχουν λιγότερη ευαισθησία σε γωνιακή θέση και είχαν την τάση να υπερβαίνουν τον στόχο τους κατά τη διάρκεια ασκήσεων αντιστοίχισης γωνίας σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (Fyhr et al., 2014). Ελλείματα στην συνεργασία του πετάλου των στροφέων και βασικών μυών που κινούν τον ωμό ήταν εμφανή πιθανώς διακυβεύοντας την αρθρική σταθερότητα και επίσης επιδεινώνοντας την υπάρχουσα σταθερότητα (Lin & Karduna, 2016; Philips, 2017).

2.5.2 Τραυματισμός και δυσλειτουργία του Νευρομυϊκού Ελέγχου

Τα ελλείμματα ιδιοδεκτικότητας ακολουθούν ελλείμματα στο νευρομυϊκό έλεγχο σε ένα τραυματισμό στην άρθρωση του ώμου. Ο τραυματισμός των σταθεροποιητικών δομών, ενδοαρθρικών (θυλακοσυνδεσμικών) και περιαρθρικών (μυοτενόντιων) στοιχείων μιας άρθρωσης μπορεί να οδηγήσει σε δυσχερή συνεργασία του νευρικού και μυϊκού συστήματος και μειωμένη σταθερότητα της άρθρωσης του ώμου (Lin & Karduna, 2016; Moradi et al., 2018; Philips, 2017) (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).

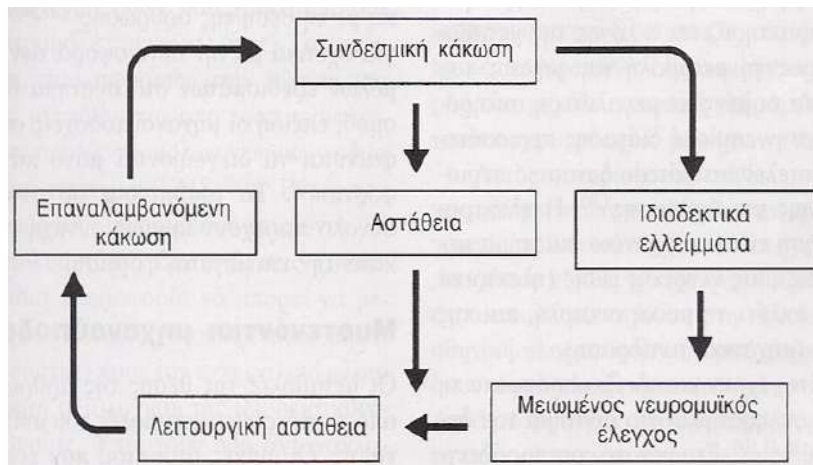
Οι αισθητικοκινητικές συνεισφορές στην αρθρική σταθερότητα πλήττονται, με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η κίνηση και η απόδοση καθώς η αίσθηση αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της κίνησης, ειδικά για το άνω άκρο και την άκρα χείρα, όπως και για την εκμάθηση νέων δεξιοτήτων (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).

Οι Hall & McCliskey έχουν αναφέρει ότι η συμβολή της ιδιοδεκτικότητας στον έλεγχο του άνω άκρου είναι περισσότερο εμφανής στην πιο εγγύς άρθρωση, τον ώμο. Επομένως μια αύξηση της τάσης και τραυματισμός στις γληνοβραχιόνιες δομές θα μπορούσε να επηρεάσει την ικανότητα του ατόμου να χρησιμοποιήσει ιδιοδεκτικές πληροφορίες με σκοπό να ελέγξει την θέση του άκρου. Ως εκ τούτου τα αντανεκλαστικά που προστατεύουν την άρθρωση θα μειωθούν με αποτέλεσμα να επιβραδυνθεί η προστατευτική μυϊκή συστολή, κάτι το οποίο θα οδηγήσει σε επαναλαμβανόμενη αστάθεια (Forwell & Carnahan, 1996; Witherspoon et al., 2014).

Συγκεκριμένα, με την ρήξη του υπερακανθίου μυ θα δημιουργηθεί οίδημα στην περιοχή του ώμου το οποίο θα αυξήσει την τάση στον θύλακα, και στα υπόλοιπα ενδοαρθρικά και περιαρθρικά στοιχεία με αποτέλεσμα να επηρεαστούν τα κεντρικά προγράμματα και κατά συνέπεια η κινητική

απάντηση, καταλήγοντας στην αναδιοργάνωση του Κ.Ν.Σ και στη δυσλειτουργία του τραυματισμένου μέλους-άρθρωσης και στην αύξηση κινδύνου για επανατραυματισμό. Η κινητική απάντηση μπορεί να επηρεαστεί με τη παύση, την ελάττωση ή τη διαφοροποίηση των κεντρομόλων ώσεων από την τραυματισμένη περιοχή. Συγκεκριμένα, οι διαφοροποιημένες κεντρομόλες ώσεις θα οδηγήσουν σε αναχαίτιση των κινητικών νευρώνων στο επίπεδο του νωτιαίου μυελού, είτε άμεσα με τη διαφοροποιημένη έκκληση των νωτιαίων αντανακλαστικών, είτε έμμεσα με τη διαφοροποιημένη ενεργοποίηση των μυϊκών ομάδων μετά από επεξεργασία της κινητικής απάντησης από τα ανωτέρα κέντρα του ΚΝΣ. Επακόλουθο είναι η μειωμένη ή διαφοροποιημένη ενεργοποίηση των μυϊκών ινών (αρθρική απαγωγής απονεύρωση) που είτε οδηγεί σε απώλεια/ελάττωση της αντανακλαστικής απάντησης και σε πρόκληση δυναμικής αστάθειας στην άρθρωση, είτε οδηγεί σε αναχαίτιση της εκούσιας μυϊκής σύσπασης και σε πρόκληση αρθρογενούς μυϊκής ατροφίας (Karpeli, Athanasopoulos, Gliatis, Papathanasiou, Peeters, Strimpakos, Hecke, Gulialmos & Sunaert, 2009; Dilek et al., 2015), (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η επίπτωση της μηχανικής αστάθειας και των ιδιοδεκτικών ελλειμμάτων στον νευρομυϊκό έλεγχο και τη λειτουργική σταθερότητα, για παράδειγμα, σε επαναλαμβανόμενους τραυματισμούς (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).



Σχήμα 2.5.2 Λειτουργική αστάθεια
(Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007)

2.5.3 Αποκατάσταση του νευρομυϊκού ελέγχου

Με βάση τα παραπάνω είναι εμφανές ότι μετά από έναν τραυματισμό, η αποκατάσταση πρέπει να έχει στόχο να μεγιστοποιήσει το νευρομυϊκό έλεγχο, ώστε να γίνεται η κίνηση αποτελεσματικά και με ασφάλεια (Φουσέκης, 2015), (Dilek et al., 2015).

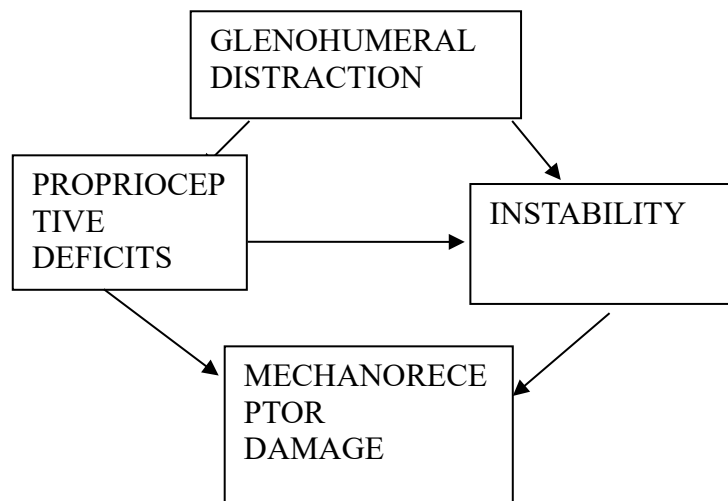
Ο στόχος της νευρομυϊκής αποκατάστασης είναι η ενεργοποίηση της επίγνωσης του αθλητή ως αναφορά στα περιφερικά ερεθίσματα και η παράγωγή περισσότερων συντονισμένων κινητικών στρατηγικών μέσω της επεξεργασίας αυτών των σημάτων και συνεπώς η προστασία της άρθρωσης από υπερβολικές φορτίσεις και από την υπότροπη του τραυματισμού (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).

Οι ενεργητικές ασκήσεις και οι διατάσεις ενεργοποιούν τους αρθρικούς και μυϊκούς μηχανοϋποδοχείς στην τραυματισμένη περιοχή, με αποτέλεσμα την ενίσχυση της ιδιοδεκτικότητας και τη διατήρηση της νευρολογικής απάντησης αυτών των υποδοχέων (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).

Επομένως για την επανάκτηση του νευρομυϊκού ελέγχου και της λειτουργικής σταθερότητας είναι μείζονος σημασίας να αποκατασταθούν η αισθητική νεύρωση της άρθρωσης (θέση, κίνηση και δύναμη), η δυναμική

σταθερότητα, και τα αντιδραστικά μυϊκά χαρακτηριστικά όπως και τα λειτουργικά κινητικά πρότυπα με συνειδητό ή μη έλεγχο (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).

Το παράδειγμα στην παρακάτω εικόνα απεικονίζει την εξέλιξη της λειτουργικής αστάθειας της άρθρωσης του ώμου.



Σχήμα 2.5.3 Μηχανισμός ανατροφοδότησης του ώμου
(Lephart et al., 1994)

2.5.4 Αποκατάσταση της Ιδιοδεκτικότητας

Η γνωστική εκτίμηση της θέσης και της κίνησης της άρθρωσης καθώς και η αρθρική μυϊκή σταθεροποίηση αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της προπόνησης ιδιοδεκτικότητας. Η άσκηση συνήθως συνοδεύεται από μάθηση. Η γνωστική μάθηση συνδέεται με την ενίσχυση της αισθητηριακής ικανότητας μετά από μια σειρά ασκήσεων μέσω της βελτίωσης της

επεξεργασίας του σήματος σε μια ήδη γνωστή κατάσταση με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ακρίβεια της στάσης του σώματος (Borsa, Lephart, Kocher & Lephart, 1994). Η επίγνωση της προπόνησης της ιδιοδεκτικότητας πιστεύεται ότι επανεγκαθιστά προσαγωγές οδούς από τους μηχανοϋποδοχείς στο Κ.Ν.Σ και διευκολύνει τα συμπληρωματικά μονοπάτια σαν ένας αντισταθμιστικός μηχανισμός για τα ελλείμματα ιδιοδεκτικότητας που προκύπτουν από τραυματισμό της άρθρωσης (Phillips, 2017).

Αποτελέσματα ερευνών δείχνουν ότι η προπόνηση ιδιοδεκτικότητας βελτίωσε την ιδιοδεκτικότητα περίπου κατά 52% καθώς και η εφαρμογή δονήσεων της τάξεως άνω των 30Hz για μεγαλύτερες περιόδους επέφερε μια βελτίωση της τάξεως 60%. Η προπόνηση αρθρικής επανατοποθέτησης και στόχου βελτίωσε την αίσθηση της αρθρικής θέσης πάνω από 109%, οδηγώντας σε ένα μέσο όρο βελτίωσης 48% (Aman et al., 2015).

Η αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας είναι χρήσιμη για την αναγνώριση των ελλειμμάτων στην ιδιοδεκτικότητα και συνεπώς τον σχεδιασμό του προγράμματος αποκατάστασης (Borsa et al., 1994).

Η ενσωμάτωση ενός στοιχείου ιδιοδεκτικής προπόνησης μέσα στο πρόγραμμα αποκατάστασης για λειτουργική αστάθεια είναι σημαντικό για την αποκατάσταση της συνέργειας και του συγχρονισμού των πατέντων μυϊκής πυροδότησης που είναι απαραίτητα για την λειτουργική δραστηριότητα. Ως εκ τούτου τα προγράμματα αποκατάστασης για την αστάθεια του ώμου και η μετεγχειρητική αποκατάσταση έχουν ξεκινήσει να ενσωματώνουν ασκήσεις νευρομυϊκής εκπαίδευσης που πιστεύεται να διευκολύνουν την αποκατάσταση της ιδιοδεκτικότητας (Borsa et al., 1994).

2.5.5 Χειρουργική αποκατάσταση της Ιδιοδεκτικότητας

Η χειρουργική παρέμβαση στην αποκατάσταση της μηχανικής σταθερότητας έχει δείξει οφέλη στην αποκατάσταση της ιδιοδεκτικότητας.

Ο κύριος σκοπός της εγχείρησης για την γληνοβραχιόνια αστάθεια είναι να επανεγκατασταθεί ο μηχανικός σταθεροποιός στην κεφαλή του βραχιονίου. Πιστεύεται ότι με την αποκατάσταση της τάσης μέσα στον γληνοβραχιόνιο αρθρικό θύλακο, τους συνδέσμους και τους μυς, ο ερεθισμός των μηχανοϋποδοχέων και η ανατομική ευθυγράμμιση επανεγκαθίσταται. Επίσης η ιστολογική διαδικασία της επούλωσης ακολουθείται από την επανανεύρωση η οποία διευκολύνεται από τους μηχανοϋποδοχείς που κατοικούν εκ νέου στον αρθρικό θύλακα. Ο Potzl και οι συνεργάτες του βρήκαν μια αμφοτερόπλευρη αύξηση στην ιδιοδεκτικότητα μετά από ομόπλευρη χειρουργική παρέμβαση (Phillips, 2017).

Σε τραυματίες με SIS όπου ο επώδυνος υπακρωμιακός θύλακας αποτελεί την αιτία του ελλείμματος ιδιοδεκτικότητας, η υπακρωμιακή αποσυμπίεση μπορεί να αποκαταστήσει την ιδιοδεκτικότητα. Αυτά τα αποτελέσματα υποστηρίζονται από τον Cuomo και τους συνεργάτες του, οι οποίοι βρήκαν ότι και η κιναισθησία και η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης επέστρεψαν στα φυσιολογικά επίπεδα μετά την ολική αρθροπλαστική ώμου. Μετά την εγχείρηση, η μείωση στα προσαγωγά σήματα του πόνου και η αύξηση δραστηριοποίησης των προσαγωγών μηχανοϋποδοχέων, βελτίωσαν την ιδιοδεκτικότητα (Phillips, 2017).

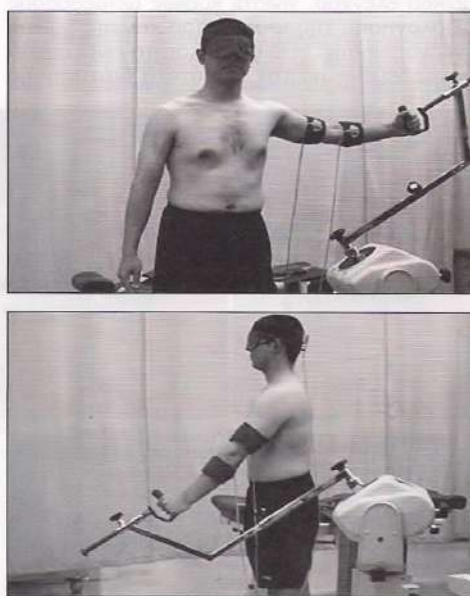
2.6 Αξιολόγηση της Ιδιοδεκτικότητας- του Νευρομυϊκού ελέγχου

Υπάρχουν τρεις μέθοδοι για την αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας. Η πρώτη μέθοδος είναι η μέτρηση της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης (joint sense position), όπου ζητείται από τον εξεταζόμενο να αναγνωρίσει τη στατική γωνία της άρθρωσης που έχει τοποθετηθεί, μέσω της οπτικής αναλογίας ή τοποθετώντας ενεργητικά το ίδιο ή το ετερόπλευρο άκρο, με τη χρήση ισοκινητικού δυναμόμετρου (εικόνα 2.6α) και με ηλεκτρονικό γωνιόμετρο (εικόνα 2.6β) (Φουσέκης, 2015).

Η δεύτερη μέθοδος αξιολόγησης της ιδιοδεκτικότητας είναι αυτή της κιναισθησίας. Σε αυτή τη δοκιμασία αφού η άρθρωση του εξεταζόμενου κινηθεί παθητικά σε ένα συγκεκριμένο εύρος κίνησης, με σταθερή μικρή γωνιακή ταχύτητα, καλείται να εκτιμήσει την κατεύθυνση της κίνησης. Ο χρόνος ή η απόσταση που πραγματοποιήθηκε από την στιγμή της έναρξης ή του τερματισμού της κίνησης καταγράφεται μέχρι την στιγμή της δήλωσης της από τον εξεταζόμενο. Ο αριθμός των δοκιμασιών που ο δοκιμαζόμενος αντιλήφθηκε επιτυχώς στην κατεύθυνση της κίνησης από το σύνολο των δοκιμασιών στις οποίες υποβλήθηκε αποτελούν επίσης παράγοντες αξιολόγησης (Φουσέκης, 2015).

Μια τρίτη μέθοδος αξιολόγησης, είναι η αίσθηση της προσπάθειας (sense of effort ή force sensation). Ο εξεταζόμενος καλείται να αναπαράγει μια ισομετρική συστολή με το ίδιο σκέλος ή το ετερόπλευρο η οποία προηγουμένως του έχει επιδεχθεί ως σημείο αναφοράς. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται πολύ τα τελευταία χρόνια (εικόνα 2.6γ) Με κύκλο επισημαίνεται η θέση του αισθητήρα δύναμης, και με το βέλος η οθόνη στην οποία δίνεται ανατροφοδότηση μέσω οπτικής επαφής με το στόχο (μέγεθος ισομετρικής συστολής) (Φουσέκης, 2015).

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, η ιδιοδεκτικότητα είναι άμεσα συνυφασμένη με την ικανότητα διατήρησης της ισορροπίας του σώματος. Επομένως η αξιολόγηση της ισορροπίας και της μυϊκής ενεργοποίησης θα μπορούσε να αποτελέσει μια επιπλέον μέθοδο εκτίμησης της λειτουργίας του νευρομυϊκού ελέγχου. Η ισορροπία αξιολογείται με κλινικές δοκιμασίες (Tinetti test, Up and Go Test, διάρκεια μονοποδικής στήριξης κ.λπ.) (εικ 2.6δ) αλλά και με την αξιολόγηση της μετατόπισης της θέσης του σώματος (posturography) στατικά και δυναμικά (εικόνα 2.6ε) (Φουσέκης, 2015).



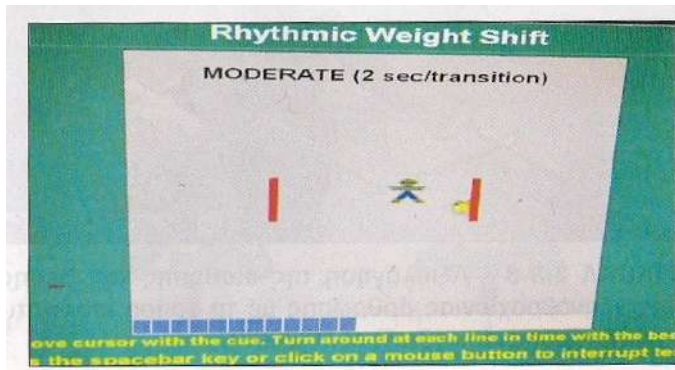
Εικόνα 2.6α Αξιολόγηση της αίσθησης της θέσης της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης με τη χρήση Ισοκινητικού δυναμόμετρου (Φουσέκης, 2015)



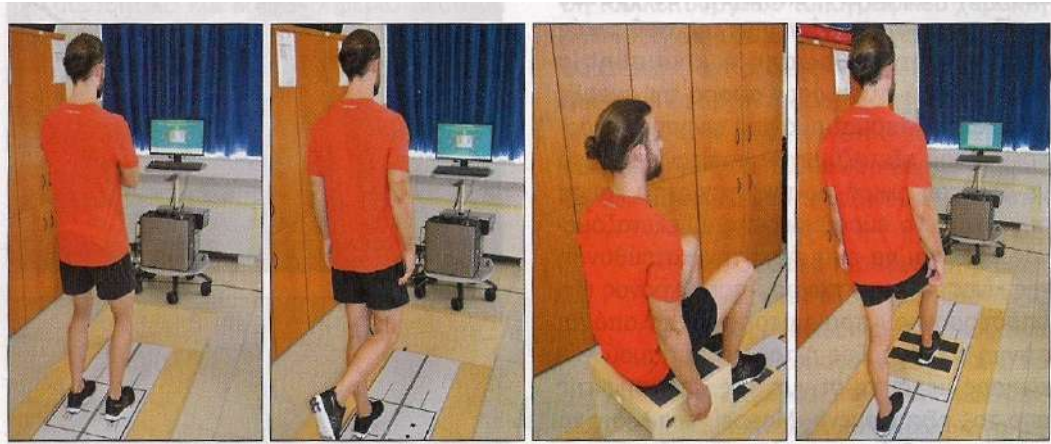
Εικόνα 2.6β Αξιολόγηση της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης του γόνατος σε θέση φόρτισης με τη χρήση Ηλεκτρογωνιόμετρου (Φουσέκης, 2015)



Εικόνα 2.6γ Αξιολόγηση αίσθησης προσπάθειας με Ισομετρικό δυναμόμετρο Σ.Σ. κατά την κάμψη της αυχενικής μοίρας της Σ.Σ (Φουσέκης, 2015)



Εικόνα 2.6δ Αξιολόγησης της Ισορροπίας μέσω της μέτρησης της μετατόπισης της θέσης του σώματος (*posturography*) στατικά και δυναμικά με το *Master Balance Neurom* (Φουσέκης, 2015)



Εικόνα 2.6ε Κλινικές δοκιμασίες αξιολόγησης Ισορροπίας (Φουσέκης, 2015)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΗ ΕΠΑΝΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

3.1 Αποτελέσματα των ερευνών

Μετά την αρθροσκοπική αποκατάσταση της ρήξης του πετάλου των στροφέων σύμφωνα με τον Boudreau et al., ισομετρικές ασκήσεις για την γρήγορη μείωση του οιδήματος, ασκήσεις εύρους κίνησης της άρθρωσης για την πρόληψη της δυσκαμψίας του αρθρικού θυλάκου, ασκήσεις σταθεροποίησης, ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας και αποκατάστασης του νευρομυϊκού συστήματος καθώς και λειτουργικές ασκήσεις αποκατάστασης πρέπει να εφαρμοστούν (Lee & Choi, 2020).

Στην μελέτη που διεξήχθη από τον Baydar et al., η συντηρητική θεραπεία απέδωσε σημαντικές βελτιώσεις στον πόνο, το ROM, τη λειτουργικότητα, την ισοκινητική δύναμη και την ποιότητα ζωής σε τραυματίες με πλήρη ρήξη του πετάλου των στροφέων. Η αποκατάσταση με πρόγραμμα φυσικοθεραπείας που ακολούθησαν οι δοκιμαζόμενοι για δυο χρόνια αποδείχτηκε αποτελεσματική για τη θεραπεία ατραυματικής, ολικής ρήξης πετάλου στροφέων, περίπου στο 75% των ασθενών. Επίσης στη βιβλιογραφία, υπάρχουν και άλλες μελέτες που ενισχύουν τα παραπάνω και έχουν αποδείξει ότι τα κλασικά προγράμματα αποκατάστασης μετά από υπακρωμιακή αποσυμπίεση, χειρουργική αστάθεια και αστάθεια του ώμου βελτιώνουν την ιδιοδεκτικότητα με την αποκατάσταση του νευρομυϊκού ελέγχου. Η κλασική θεραπεία μπορεί να είναι αποτελεσματική στην βελτίωση της αίσθησης της κιναισθησίας μειώνοντας τον πόνο. Αυτό είναι σημαντικό καθώς οι Safran et al. έδειξαν διαταραγμένη κιναισθησία στους ρίπτες με τενοντίτιδα του πετάλου των στροφέων και πρότειναν ότι, αυξημένη δραστηριότητα των υποδοχέων πόνου σε επώδυνο ωμό, υπερισχύει της εισόδου ιδιοδεκτικών ερεθισμάτων. Οι ασκήσεις ενδυνάμωσης οι διατάσεις και οι ενεργητικές ασκήσεις μπορεί επίσης να οδηγήσουν σε αυξημένη εισροή ερεθισμάτων στους μηχανοϋποδοχείς στον

αρθρικό θύλακα και τους συνδέσμους που θα πυροδοτήσουν με προσαγωγές ώσεις το Κ.Ν.Σ. Ως εκ τούτου, η διέγερση τόσο των μυϊκών όσο και των αρθρικών μηχανοϋποδοχέων με αυτές τις ασκήσεις μπορεί να παρέχουν πληροφορίες ιδιοδεκτικότητας (Clark, [Röijezon](#) & Treleaven, 2015; Dilek et al., 2015; Lin & Karduna, 2016).

Με βάση όλα τα παραπάνω, οι συγγραφείς πιστεύουν πως ένα πρόγραμμα αποκατάστασης με ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας σε σύγκριση με ένα παραδοσιακό πρόγραμμα φυσικοθεραπείας δεν δείχνει να έχει μια επιπρόσθετη θετική επίδραση στον πόνο, στο ROM, τη μυϊκή δύναμη και λειτουργικότητα (Dilek et al., 2015).

Στον αντίποδα των ευρημάτων αυτών των ερευνών, οι Moradi et al. (2018), υποστηρίζουν ότι ένα συγκεκριμένο προοδευτικό πρόγραμμα ασκήσεων που αποτελείται από ειδικές ασκήσεις του πετάλου των στροφών μπορεί καθεαυτό να βελτιώσει την ιδιοδεκτικότητα. Η προσθήκη προπόνησης των σταθεροποιητών της ωμοπλάτης με ασκήσεις ανοικτής και κλειστής κινητικής αλυσίδας στις ασκήσεις διάτασης και ενδυνάμωσης, μπορούν να αυξήσουν σημαντικά τον αριθμό των ενεργοποιημένων μυϊκών ατράκτων και να αναπτύξουν την αίσθηση της κίνησης της άρθρωσης (Dilek et al., 2015; Peteraitis & Smedes, 2020). Τα παραπάνω ευρήματα έρχονται να ενισχύσουν μια πρόσφατη μελέτη του Marzetti et al. και μια άλλη μελέτη των Dilek et al., οι οποίες τονίζουν και αποδεικνύουν τη σημασία της ενσωμάτωσης ασκήσεων ιδιοδεκτικότητας σε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης. Πιο συγκεκριμένα, η νευρογνωστική αποκατάσταση που χρησιμοποιεί ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας ήταν αποτελεσματική στη μείωση του πόνου, τη βελτίωση της λειτουργίας, της μυϊκής δύναμης και της αξιολόγησης ιδιοδεκτικότητας σε τραυματίες με SIS. Επίσης σύμφωνα με τους Borsa et al., (1994), κατά την αποκατάσταση του ιδιοδεκτικού μηχανισμού, η αντανακλαστική μυϊκή σταθεροποίηση και η συνειδητή εκτίμηση της αρθρικής κίνησης και θέσης, αποτελούν κρίσιμα σημεία κατά τη διάρκεια της επαναφοράς των προσαγωγών και απαγωγών μονοπατιών. Το ίδιο ισχύει και στην μελέτη που έγινε σύγκριση των δυο ομάδων, και η

ομάδα που είχε επιπλέον ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας, βίωσε μεγαλύτερη βελτίωση στην κιναισθησία, στις αισθήσεις κατά την αναπαραγωγή ενεργητικής και παθητικής επανατοποθέτησης με το ιδιοδεκτικό πρόγραμμα άσκησης στατικής και δυναμικής σταθεροποίησης, σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Οι ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας μπορεί να παρέχουν καλύτερη ιδιοδεκτική οξύτητα και βελτίωση νευρομυϊκού ελέγχου. Ως εκ τούτου, εξειδικευμένα προγράμματα ασκήσεων για ιδιοδεκτικότητα μπορούν να συμπεριληφθούν σε αυτά τα προγράμματα (Dilek et al., 2015). Πολλές άλλες έρευνες έχουν δείξει σημαντική βελτίωση στη λειτουργία των αρθρώσεων όπου στο πρόγραμμα αποκατάστασης έχει συμπεριληφθεί πρόγραμμα νευρομυϊκής επανεκπαίδευσης σε σχέση με προγράμματα προπόνησης δύναμης (Tuğcu, Fatih, Yılmaz, Taşkınatan, Göktepe, Möhür, Yazıcıoğlu & Özgül, 2012).

Μια τυχαίοποιημένη μελέτη έδειξε ότι ένα εξειδικευμένο αισθητικοκινητικό πρόγραμμα άσκησης (δονήσεις που παράγονται από μηχανήματα που καλούνται Body blade και BBOING, (tai chi, και ασκήσεις στο νερό) για τέσσερις εβδομάδες, συνέβαλε σε ένα μικρό βαθμό στην αίσθηση της κιναισθησίας (Dilek et al., 2015).

Περαιτέρω έρευνες με μεγαλύτερο αριθμό δείγματος θα ήταν καλύτερα να ερευνήσουν την αποτελεσματικότητα των ιδιοδεκτικών ασκήσεων σε τραυματίες με SIS (Dilek et al., 2015).

Δεν υπάρχουν συγκεκριμένες υποδείξεις για την αποτελεσματικότητα, τον αριθμό, ή την συχνότητα των ιδιοδεκτικών ασκήσεων σε τραυματίες με προβλήματα στο πέταλο των στροφών (Dilek et al., 2015).

Έρευνες των Hall και McCloskey και Smith και Brunoli και πιο πρόσφατες του Lephart et al., επισημαίνουν ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ κυρίαρχου χεριού και ιδιοδεκτικότητας, καθώς και ότι η λειτουργική αστάθεια επιφέρει μια μειωμένη αίσθηση της ιδιοδεκτικότητας, ειδικά στη λειτουργική θέση της απαγωγής και την έξω στροφής, και τελικά η εγχείρηση σε συνδυασμό με την αποκατάσταση μπορεί να αποκαταστήσει ένα μέρος, αν όχι όλο, από την ιδιοδεκτική αισθητικότητα και μπορεί να

βελτιώσει την λειτουργία και να μειώσει την εμφάνιση των συμπτωμάτων (Borsa, et al., 1994).

Σε ερευνά των Pochini et al., 2010 στο πανεπιστήμιο της Βραζιλίας έδειξε ότι η υπερβολική σωματική δραστηριότητα οδηγεί σε αύξηση του αριθμού των ιδιοϋποδοχέων στον τένοντα του υπερακανθίου στα ποντίκια. Χρειάζονται περαιτέρω έρευνες σε αλλά ζώα για να αποδειχθούν οι προσαρμοστικές αλλαγές στο τένοντα του υπερακανθίου μετά από υπερβολική προπόνηση και τα διάφορα είδη μηχανοϋποδοχέων που εμπλέκονται (Borsa, et al., 1994).

Σύμφωνα με τον Risberg δεν παρατηρούνται διαφορές μεταξύ των δυο γκρουπ αποκατάστασης τους 3 πρώτους μετεγχειρητικούς μήνες αλλά ένα παρατεταμένο πρόγραμμα αποκατάστασης πάνω από έξι μήνες δείχνει να έχει οφέλη για το γκρουπ που έλαβε νευρομυϊκή προπόνηση (Tuğcu et al., 2012). Έχει επίσης βρεθεί μέσω μιας τυχαιοποιημένης μελέτης ότι η βελτίωση του νευρομυϊκού ελέγχου μέσω ασκήσεων σχεδιασμένων να βελτιώσουν την συνενεργοποίηση σχετικά με τον ώμο οδηγεί σε γρηγορότερη ανάρρωση από τον χρόνιο πόνο στον ώμο σε σχέση με την φυσική πορεία αποκατάστασης. Ο χρόνος ανάρρωσης με την βελτίωση του νευρομυϊκού ελέγχου έχει βρεθεί να είναι ίσος με αυτόν των ενέσεων στεροειδών και των φυσικών μορφών (Phillips, 2017).

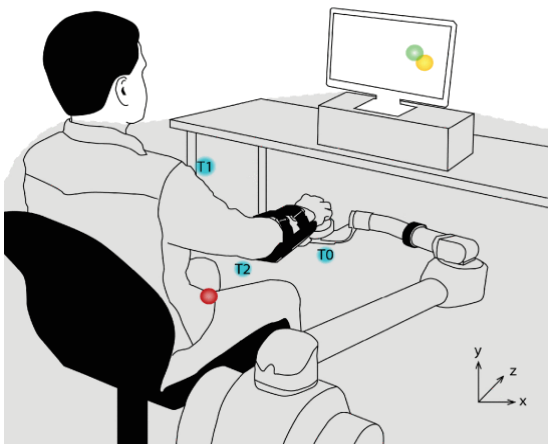
3.1.1 Αποτελέσματα έρευνας στην ιδιοδεκτική επανεκπαίδευση μέσω ρομπότ σε τρισδιάστατο χώρο

Η υπόθεση των ερευνητών ότι η εκπαίδευση μέσω ρομπότ, μπορεί να βελτιώσει την ιδιοδεκτική αίσθηση της τελικής θέσης σ' ένα τρισδιάστατο χώρο, επιβεβαιώθηκε. Πλατφόρμες-ρομπότ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προάγουν τις κινήσεις του χεριού και μπορούν να βοηθήσουν στα πρωτόκολλα αποκατάστασης για τη βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας μέσω επαναληπτικών κινήσεων για να φθάσει ο τραυματίας κάποιο αντικείμενο, χωρίς όραση (Valdes, Khoshnam, Neva & Menon, 2019).

Τα αποτελέσματα έδειξαν 41% μείωση στο μέσο όρο των λαθών της τελικής θέσης σε πατέντα κίνησης που χρησιμοποιεί καθημερινά το άτομο προκειμένου να φάει. Επίσης βελτιώθηκε η ομαλότητα και η ταχύτητα των κινήσεων. Η έρευνα προτείνει την πιθανότητα σχεδίασης πρωτόκολλων ρομποτικής αποκατάστασης για να βελτιωθεί η 3d ιδιοδεκτικότητα σε αντίθεση με τις κλινικές εκτιμήσεις μέχρι στιγμής οι οποίες καθοδηγούν το άτομο να τοποθετήσουν με μια παθητική κίνηση το χέρι στον χώρο, χρησιμοποιώντας το άλλο χέρι ([Valdés et al., 2019](#)).

Επίσης προτείνεται η χρήση της ρομποτικής τεχνολογίας για μια ποιοτική εκτίμηση της θέσης των άκρων, παρακολούθηση των αρθρικών κινήσεων και γενικό χαρακτηρισμό της βλάβης ([Valdés et al., 2019](#)).

Παρόλα αυτά χρειάζεται περαιτέρω έρευνα, για άτομα με διαταραχές ιδιοδεκτικότητας καθώς η συγκεκριμένη περιορίστηκε σε υγιή άτομα και οι περιορισμοί ήταν αναπόφευκτοι (εικόνα 3.1.1). Στην οθόνη του κομπιούτερ, ο κίτρινος κύκλος είναι ο τρέχων στόχος (στην περίπτωση αυτή Target0). Ο ημιδιάφανος κύκλος αντιπροσωπεύει τον χαρτογραφημένο κέρσορα των κινήσεων του χεριού του ατόμου. Οι μπλε κύκλοι αντιπροσωπεύουν την κατά προσέγγιση φυσική τοποθεσία των στόχων. Ο κόκκινος κύκλος είναι η αρχική θέση για να φθάσει σε όλους τους στόχους. Ένα σεντόνι αποτρέπει τον συμμετέχοντα να δει τα χεριά του ([Valdés et al., 2019](#)).



Εικόνα 3.1.1 Ιδιοδεκτική επανεκπαίδευση μέσω ρομπότ σε τρισδιάστατο χώρο ([Valdés et al., 2019](#))

3.3 Προπόνηση ιδιοδεκτικότητας σε ρήξη του πετάλου των στροφών

3.3.1 Αποτελέσματα των ερευνών για τις ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας

Η αποτελεσματικότητα της προπόνησης στην αποκατάσταση των αισθητικοκινητικών μηχανισμών στον ώμο, έχει αποδειχθεί (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007). Συγκεκριμένα προγράμματα ιδιοδεκτικής άσκησης βελτιώνουν το νευρομυϊκό συντονισμό (Dilek et al., 2015).

Οι στόχοι της αποκατάστασης της ιδιοδεκτικότητας είναι να ενεργοποιηθούν οι αρθρικοί και μυϊκοί υποδοχείς το οποίο θα έχει σαν αποτέλεσμα την αισθητηριακή εισροή που θα ενισχύσει με τη σειρά της την κιναισθησία και θα ενεργοποιηθεί η απαγωγός εκπόλωση στο αντίστοιχο τμήμα του Κ.Ν.Σ. (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).

Η στατική και ιδιαίτως η δυναμική σταθεροποίηση της άρθρωσης, δηλαδή ο συνειδητός έλεγχος της κίνησης της άρθρωσης, αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της αποκατάστασης της λειτουργικότητας της αρθρικής σταθερότητας και είναι επίσης σημαντική για την αποκατάσταση του ωμοβραχιόνιου ρυθμού. Η δυναμική σταθεροποίηση μπορεί να επιτευχθεί μέσω της δημιουργίας αντανακλαστικών τόξων και της μυϊκής ενεργοποίησης γύρω από την άρθρωση- σύγχρονη ενεργοποίηση αγωνιστών και ανταγωνιστών κατά τη διάρκεια της κίνησης και διέγερση των περιφερικών υποδοχέων (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).

Ασκήσεις δυναμικής σταθερότητας αποτελούν και οι ασκήσεις ισοροπίας και οι διατακτικές ασκήσεις. Προτείνονται γιατί δραστηριοποιούν τους μυς μέσω των συστημάτων κινητικού ελέγχου και προκαλούν όλα τα είδη μυϊκής ενεργοποίησης (π.χ. σύγκεντρη, έκκεντρη και ισομετρική) (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007). Σε ένα άτομο που πραγματοποιεί επαναλαμβανόμενες ρίψεις πάνω από το κεφάλι πρέπει να ενθαρρυνθεί η δυναμική σταθεροποίηση με την πρόκληση νευρικών προσαρμογών στη θέση του τρωτού σημείου (για παράδειγμα, απαγωγή ώμου/έξω στρόφη) (Ciullo, 1996; Wilk & Macrina, 2013). Οι ασκήσεις με

ενεργητική συστολή θεωρούνται ως ασκήσεις ιδιοδεκτικής επανεκπαίδευσης, γιατί διεγείρουν τις μυϊκές ατράκτους και τα τενόντια σωματία Golgi (Lin & Karduna, 2016; Clark et al., 2015). Οι ασκήσεις ενδυνάμωσης του πετάλου των στροφέων και των ωμοπλατοθωρακικών μυών είναι τυπικά μέρος του πρωτοκόλλου της αποκατάστασης της ιδιοδεκτικότητας του (Borsa et al., 1994; Wilk & Macrina, 2013).

Σε προηγούμενες έρευνες οι ασκήσεις κατηγοριοποιήθηκαν σε ασκήσεις κλειστής και ανοικτής κινητικής αλυσίδας (Lin & Karduna, 2016).

Οι ασκήσεις ανοικτής και κλειστής κινητικής αλυσίδας και οι πλειομετρικές, μπορεί να είναι χρήσιμες ώστε να αυξήσουν την απόδοση στα σπορ, παρότι υπάρχει αξιοσημείωτη αμφισβήτηση ως αναφορά στην αποκατάσταση της ιδιοδεκτικότητας των άνω άκρων σε σχέση με τις ασκήσεις κλειστής έναντι ανοικτής κινητικής αλυσίδας. Οι ανοιχτές και οι κλειστές ασκήσεις κινητικής αλυσίδας σε διάφορες λειτουργικές γωνιακές θέσεις της άρθρωσης διεγείρουν στο μέγιστο τους γληνοβραχιόνιους μηχανοϋποδοχείς, και έτσι προτιμάται να δοθεί μεγαλύτερη βάση στη λειτουργική τοποθέτηση κατά τη διάρκεια των ασκήσεων από το να απομονωθούν ανοιχτές ή κλειστές δραστηριότητες. Προκαλούν βελτιώσεις στην αίσθηση της αρθρικής θέσης στον ώμο, βελτιώνοντας την ιδιοδεκτική πληροφορία που στέλνουν στο ΚΝΣ και τη βελτίωση της αίσθησης επανατοποθέτησης της άρθρωσης των ώμων, οδηγώντας από τη συνειδητή γνώση της θέσης και κίνησης της άρθρωσης στην μη συνειδητή και προετοιμάζοντας τον αθλητή για απρόβλεπτες καταστάσεις (Wilk et al., 2009; Ciullo, 1996; Dilek et al., 2015; Wilk & Macrina, 2013), (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).

Πιο συγκεκριμένα, οι ασκήσεις ΚΚΑ συμπεριλαμβάνουν δραστηριοποίηση όλων των επιπέδων και εκτός από τη συμπίεση που προκαλούν στις αρθρικές επιφάνειες των αρθρώσεων διεγείροντας τους υποδοχείς της άρθρωσης (όπως αναφέρθηκε παραπάνω), διευκολύνουν τη δυναμική σταθερότητα της άρθρωσης προκαλώντας συνσύσπαση των μυών της, δηλαδή ταυτόχρονη ενεργοποίηση αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών

κατά την εκτέλεση τους (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007). Κυρίως στις ασκήσεις ΚΚΑ οφείλεται η διέγερση των μηχανικών υποδοχέων κατά τη διάρκεια ειδικών ασκήσεων πετάλου των στροφών (Moradi et al., 2018).

Η πλειομετρική προπόνηση στον ώμο έχει δείξει να αυξάνει την ιδιοδεκτικότητα στους κολυμβητές. Αυτό εξηγείται λόγω των συνεχόμενων αλλαγών του μήκους και της έντασης των σταθεροποιητών του ώμου στο τέλος της τροχιάς της κίνησης και του επαναλαμβανόμενου έκκεντρου φορτίου, τα οποία οδήγησαν σε αυξημένη ιδιοδεκτική ευαισθητοποίηση των μηχανικών και δυναμικών σταθεροποιητών (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).

Στο επίπεδο της Σ.Σ, δραστηριότητες που ενθαρρύνουν την αντανακλαστική αρθρική σταθεροποίηση όπως δραστηριότητες που περιλαμβάνουν ξαφνικές αλλαγές στην θέση της άρθρωσης κατά τη διάρκεια της άσκησης (ασταθή επιφάνεια), ασκήσεις ρυθμικής σταθεροποίησης που διεγείρουν τους αρθρικούς και μυϊκούς μηχανοϋποδοχείς για την αντανακλαστική σταθεροποίηση και ενθαρρύνουν την συν-συστολή και την νευρομυϊκή συνεργασία του πετάλου των στροφών και των μυών της ωμοπλάτης για δυναμική σταθεροποίηση της άρθρωσης. Αυτές οι ασκήσεις μπορούν να εκτελεστούν σε μια ανοικτή κινητική αλυσίδα χρησιμοποιώντας βοήθεια με το χέρι, ή σε μια κλειστή κινητική αλυσίδα χρησιμοποιώντας μια ασταθή βάση (εικόνα 3.3.1α) (Irrgang, Whitney & Harner, 1992). Ακόμα εκτελούνται ασκήσεις ρυθμικής σταθεροποίησης του κορμού στο τέλος εύρους με το χέρι στους 0 βαθμούς ή στους 45 βαθμούς απαγωγής για να βελτιώσουν τον έλεγχο της ωμοπλάτης, την ιδιοδεκτικότητα και τον νευρομυϊκό έλεγχο στο τέλος της κίνησης (Andrews et al., 2008).

Η προπόνηση ιδιοδεκτικότητας χρειάζεται επίσης να λάβει υπόψη την γνωστική εκτίμηση της αρθρικής θέσης. Τέτοιες δραστηριότητες ξεκινούν στο γνωστικό επίπεδο και περιλαμβάνουν προγραμματισμό των εντολών κίνησης για εκούσιες κινήσεις. Κινήσεις που επαναλαμβάνονται θα

διεγείρουν στο μέγιστο την μετατροπή από το συνειδητό στο μη συνειδητό προγραμματισμό κίνησης, το οποίο αργότερα είναι αποθηκευμένο σαν κεντρικές εντολές και μπορεί να εκτελεστεί χωρίς συνεχή αναφορά στην συναίσθηση (συνείδηση). Προτείνεται και ενεργητική και παθητική αρθρική επανατοποθέτηση για να επιτευχτεί αυτή η εκτίμηση της αρθρικής θέσης (Borsari et al., 1994; Clark et al., 2015; Wilk & Macrina, 2013).

Η ενεργητική αρθρική επανατοποθέτηση περιλαμβάνει την ίδια διαδικασία με το τεστ JPS, όπου επιλέγονται μια αρχική και μια τελική θέση-γωνία και η προπόνηση περιλαμβάνει κίνηση από τη μια στην άλλη θέση όσο το δυνατό με μεγαλύτερη προσέγγιση, και διατηρώντας αυτή τη θέση για ένα σύντομο διάστημα. Σε αντίθεση με το JPS τεστ, στην προπόνηση JPS, επιτρέπεται η οπτική ανατροφοδότηση για την ακρίβεια εκτέλεσης της κίνησης. Μπορούν να επιλεγούν κλειστές και ανοικτές κινητικές αλυσίδες με έμφαση στην επανατοποθέτηση μέσα σε συγκεκριμένο εύρος τροχιάς αναλόγως και με τον τραυματισμό. Η υπερβολική έξω στροφή του ώμου αποτελεί την τρωτή θέση-εύρος κίνησης όπου ο ώμος ενέχει κίνδυνο τραυματισμού. Αυτό το τρωτό εύρος κίνησης μπορεί να συσχετιστεί και με ελλείματα ιδιοδεκτικότητας. Η προσθήκη μικρού βάρους (95-10% BW), μπορεί να βελτιώσει την ακρίβεια επανατοποθέτησης στον τραυματισμένο ώμο. Αντίσταση μπορεί επίσης να εφαρμοστεί στην ενεργητική κίνηση ώστε να παρέχει επιπρόσθετη διέγερση των μηχανοϋποδοχέων. Ο τραυματίας αναπαράγει την κίνηση που πραγματοποιείται είτε παθητικά στην ίδια άρθρωση είτε ενεργητικά στην παράπλευρη, όπου ενεργοποιούνται άλλοι περιφερικοί μηχανοϋποδοχείς, ώστε να αντισταθμιστεί το έλλειμμα αυτών που υπολειπονται λόγω του τραυματισμού. Η παθητική επανατοποθέτηση θα διεγείρει στο μέγιστο τους αρθρικούς μηχανοϋποδοχείς, ενώ η ενεργητική επανατοποθέτηση βασίζεται στις πληροφορίες από αρθρικούς και μυϊκούς υποδοχείς. Συσκευές υποκινητικών τεστ/προπόνησης ή η βοήθεια του θεραπευτή μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παθητική εκτέλεση (εικόνα 3.3.1β). Η οπτική πληροφόρηση μπορεί να εκλείπει σε αυτές τις ασκήσεις και μόνη

καθοδήγηση να είναι η βοήθεια από τον θεραπευτή (Borsa et al., 1994; Clark et al., 2015; Wilk & Macrina, 2013).

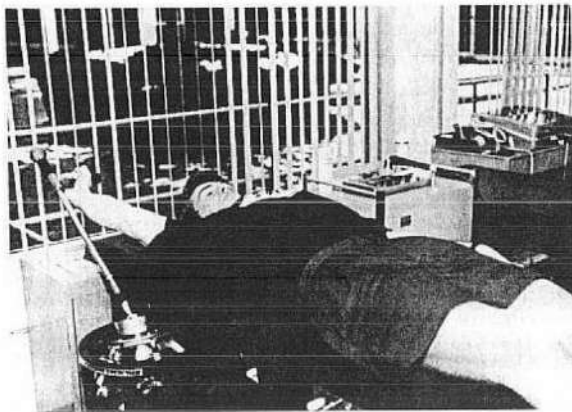
Η φύση του αθλήματος του αθλητή θα καθορίσει αν οι ασκήσεις επανατοποθέτησης θα γίνουν με κλειστά και ανοικτά μάτια, σε ΚΚΑ και ΑΚΑ. Ένα παράδειγμα σε έναν αθλητή της πετοσφαιριστής με τραυματισμό στον ώμο, φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, όπου οι ασκήσεις επανατοποθέτησης είναι λειτουργικές σε ανοικτή κινητική αλυσίδα (εικόνα 3.3.1γ), ενώ σε έναν αθλητή γυμναστικής με τραυματισμό στον ώμο οι ασκήσεις επανατοποθέτησης είναι λειτουργικές σε κλειστή κινητική αλυσίδα (Φουσέκης, 2015).

Μια άλλη σημαντική κατηγορία ασκήσεων ιδιοδεκτικότητας αποτελεί η εκπαίδευση ισορροπίας. Αυτές οι ασκήσεις βοηθούν στην εκπαίδευση του ιδιοδεκτικού συστήματος σε μια στατική δραστηριότητα (Laskowski et al., 1997).

Όλες αυτές οι εξειδικευμένες ασκήσεις που αναφέρθηκαν για την προπόνηση της ιδιοδεκτικότητας σε ρήξη του πετάλου των στροφών, παρουσιάζονται στο πίνακα 3.3.1 (Φουσέκης, 2015) και θα αναλυθούν λεπτομερώς στα επόμενα κεφάλαια.



Εικόνα 3.3.1α Ρυθμική σταθεροποίηση χρησιμοποιώντας μια ασταθή βάση
(Borsa et al., 1994)



Εικόνα 3.3.1β Άσκηση ενεργητικής και παθητικής επανατοποθέτησης
για τη συνειδητή εκτίμηση της αρθρικής θέσης
(Borsa et al., 1994)



Εικόνα 3.3.1γ Ασκήσεις επανατοποθέτησης (ΑΚΑ) της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης απέναντι από καθρέπτη

Α) Άσκηση επανατοποθέτησης σε όρθια θέση Β) Άσκηση επανατοποθέτησης σε καθιστή θέση πάνω σε ασταθή βάση (μπαλα γυμναστικής)
(Φουσέκης, 2015)

Πίνακας 3.3.1 Ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας και κιναισθησίας τροποποιημένο (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007· Φουσέκης, 2015) διαθέσιμο online :<https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/366/1/KEF.5.pdf>

**ΑΣΚΗΣΕΙΣ
ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ
ΚΙΝΑΙΣΘΗΣΙΑΣ**

**ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ-
ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ
ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ**

Πως εφαρμόζονται

-Ασκήσεις ΚΚΑ
-Ασκήσεις επανατοποθέτησης
-Έκκεντρες και σύγκεντρες ενεργοποιήσεις των εμπλεκόμενων μυών
-Τεχνικές διάτασης-κινητοποίησης
-Ασκήσεις σε ασταθείς πλατφόρμες για βελτίωση ισορροπίας

**ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΥ
ΝΕΥΡΟΜΥΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ**

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ
Ανάλογα με το άθλημα

**ΝΕΥΡΟΓΝΩΣΙΑΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ**

Διέγερση των περιφερικών υποδοχέων

Διευκόλυνση κεντρομόλων οδών

3.4 Παράγοντες του προγράμματος της ιδιοδεκτικότητας μετά από ρήξη υπερακανθίου μυ

Η ενεργοποίηση των μυών του ώμου δεν πρέπει να ξεκινήσει νωρίτερα από τις 4 με 6 εβδομάδες κατά τη διάρκεια των οποίων ο τραυματίας φορά τον απαραίτητο νάρθηκα απαγωγής. Επομένως οι ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας ξεκινούν από τις έξι εβδομάδες του προγράμματος αποκατάστασης και μετά (Lee & Choi, 2020).

Εφόσον έχουν τεθεί υπό έλεγχο τα οξέα συμπτώματα, μετά την πρώτη και τη δεύτερη φάση, δηλαδή τη φάση αναχαίτισης μυϊκής ατροφίας, της διατήρησης κινητικότητας, της αύξησης κινητικότητας των ώμων, το ενεργητικό εύρος τροχιάς, της λειτουργικής ισχύος, μπορεί ο τραυματίας να εισέλθει στην τρίτη φάση, δηλαδή την περίοδο δυναμικής ενίσχυσης, ιδιοδεκτικών δραστηριοτήτων για την βελτίωση κιναισθησίας και ενσωμάτωση ταχύτερων δραστηριοτήτων PNF. Ξεκινά ένα πρόγραμμα ελεγχόμενων ασκήσεων με προοδευτική, ασφαλή κίνηση και σωστή μηχανική στην προσβεβλημένη περιοχή, καθώς οι ιστοί επουλώνονται. Πρώιμη ενσωμάτωση ταχύτητας, δύναμης και πολυπλοκότητας των ασκήσεων μέσα στο πρόγραμμα εκπαίδευσης ιδιοδεκτικότητας μπορεί να μειώσει την αποτελεσματικότητα της προπόνησης (Σπυριδόπουλος & Σάτκα, 1996), (Liu, 1998; Salles, Velasques, Cossich, Nicoliche, Ribeiro, Vinicius & Motta, 2015). Οι ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας-νευρομυϊκής διευκόλυνσης πρέπει να ακολουθούν τις αρχές της προοδευτικότητας της δυσκολίας (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007), και εξατομίκευσης (Dilek et al, 2015).

Η πλήρης αποκατάσταση αναμένεται μετά τον 6^ο μήνα και οι περισσότεροι αθλητές-τραυματίες επανέρχονται στην αθλητική δραστηριότητα πριν τον 5^ο μήνα. Η διάρκεια της άσκησης κυμαίνεται μεταξύ 10-15', τα σετ πρέπει να είναι 6-9 και η συχνότητα 5 φορές την εβδομάδα (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).

Η ένταση της δυναμικής μυϊκής σύσπασης και το είδος της άσκησης είναι πιο σημαντικά στην επίδραση στην αισθητική ανατροφοδότηση. Οι

ασκήσεις ΑΚΑ, οι πολυαρθρικές και οι ασκήσεις που ενεργοποιούν μεγάλες μυϊκές ομάδες και είναι υψηλής έντασης μπορεί να είναι αποτελεσματικότερες στην βελτίωση της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης (Lin & Karduna, 2016). Σε έρευνα που έγινε βρέθηκε ότι η προπόνηση δύναμης με ασκήσεις ίδιας έντασης (8-9 ME) είχε ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης σε σχέση με τις ασκήσεις με διαφορετικές εντάσεις (8-9 ME και 12-13 ME). Χρησιμοποιήθηκαν οι εξής ασκήσεις: πιέσεις ώμων στον πάγκο, εμπροσθολαίμιες έλξεις, πιέσεις ώμων και κωπηλατική, εκτελώντας 2 σετ τη καθεμία (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).

Το ασκησιολόγιο που δημιουργείται σε κάθε περίπτωση ξεχωριστά από τον ειδικό θεραπευτή, στοχεύει στη διευκόλυνση της ιδιοδεκτικότητας και την αίσθηση της θέσης και κατά συνέπεια την λειτουργική ένταξη του τραυματία στις συνηθισμένες τους δραστηριότητες (Murray, 2018) (Φουσέκης, 2015).

Με την προσομοίωση των δραστηριοτήτων που απαιτείται να εκτελέσει η άρθρωση κατά τη διάρκεια των αθλημάτων επιτυγχάνεται η εξάσκηση δραστηριοτήτων σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον πριν την προπόνηση σε πραγματικές συνθήκες (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).

3.5 Πρώιμες ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας

Όπως αναφέρθηκε στη προηγούμενη ενότητα, οι ασκήσεις στον ώμο δεν επιτρέπονται για ένα διάστημα τεσσάρων με έξι εβδομάδων ενώ ο τραυματίας φοράει το νάρθηκα. Από την άλλη πλευρά όμως, πολλοί χειρουργοί προτείνουν την έναρξη της άσκησης όσο το δυνατόν νωρίτερα για την πρόληψη της μυϊκής ατροφίας και ακαμψίας της άρθρωσης μετά από μια αποκατάσταση πετάλου των στροφέων. Για την αποφυγή της μυϊκής ατροφίας που μπορεί να εμφανιστεί εάν η κίνηση είναι περιορισμένη και ο νάρθηκας παραμένει για πάνω από 4 εβδομάδες πρέπει να εκτελεστούν ασκήσεις σταθεροποίησης των εγγύτερων αρθρώσεων, που

μειώνουν την φόρτιση, πριν την κίνηση της περιφερικής άρθρωσης (Lee & Choi, 2020).

Οι May et al. έδειξαν ότι μια τέτοια άσκηση η οποία εκτελείται στο οξύ στάδιο αποκατάστασης του πετάλου των στροφών, όταν δεν μπορούν να εφαρμοστούν άλλες ασκήσεις και να βοηθήσουν στην αποκατάσταση της άρθρωσης του ώμου, αποτελεί η άσκηση χειρολαβής η οποία είναι συνδεδεμένη με την ενεργοποίηση του πετάλου των στροφών. Μπορεί να εκτελεστεί 2 εβδομάδες μετά την αποκατάσταση του πετάλου στροφών. Οι τραυματίες εκτέλεσαν τρία σετ της άσκησης αυτής 6 φορές την εβδομάδα για έξι εβδομάδες (Lee & Choi, 2020).

Η εκτέλεση των προώρων ασκήσεων χειρολαβής, μπορεί να αυξήσει τη μυϊκή ενεργοποίηση του υπακανθίου και την εγκάρσια διατομή του υπερακανθίου, οι όποιοι είναι υπεύθυνοι για τη δυναμική σταθερότητα στην άρθρωση του ώμου, και να μειώσει αντίστοιχα την ενεργοποίηση του άνω τραπεζοειδή και πρόσθιου δελτοειδή, οι όποιοι ενεργοποιούνται προκειμένου να αντισταθμίσουν την αδυναμία του υπερακανθίου. Αυτή η άσκηση θα έχει σαν αποτέλεσμα να αναχαιτιστούν οι ανισορροπίες στον ώμο και να μεταδοθεί δυναμική σταθερότητα στην άρθρωση του ώμου. Αυτό μπορεί να επιτρέψει την κάμψη και την απαγωγή της άρθρωσης του ώμου χωρίς η κεφαλή του βραχιονίου να πραγματοποιεί γλίστρημα εκτός ωμογλήνης (Lee & Choi, 2020).

Άλλες πρώιμες ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας αποτελούν οι παρακάτω ασκήσεις ΚΚΑ και μπορούν να εφαρμοστούν από τον τραυματία στην αρχή του σταδίου αποκατάστασης της ιδιοδεκτικότητας και σαν μια εισαγωγή-προετοιμασία για τις επόμενες πιο σύνθετες και απαιτητικές ασκήσεις. Χαρακτηρίζονται ως ασκήσεις ισορροπίας, στατικής και δυναμικής σταθεροποίησης.

Στην πρώτη άσκηση, ο τραυματίας τοποθετείται πλάγια στην υγιή πλευρά. Το προσβεβλημένο χέρι υποστηρίζεται και αναπαύεται σε μια ανασηκωμένη επιφάνεια (μια πετσέτα). Ο τραυματίας πραγματοποιεί ολισθήσεις με τη βοήθεια της πετσέτας προς τα πάνω και προς τα κάτω.

Πραγματοποιεί 2 σετ των 5 επαναλήψεων (εικ. 3.5). Στη συνέχεια, τοποθετείται σε καθιστή θέση με τα αντιβράχια να ξεκουράζονται πάνω σε ένα τραπέζι και γέρνει επάνω στα χεριά του και ύστερα σηκώνει το βάρος του αργά από πλευρά σε πλευρά. Πραγματοποιεί 2 σετ των 8 επαναλήψεων (εικ. 3.5α) (Murray, 2018). Την ίδια άσκηση πραγματοποιεί από όρθια θέση. Αρχικά στέκεται με τις παλάμες του πάνω σε ένα τραπέζι, γέρνει πάνω το βάρος του και διατηρεί μια ισομετρική συστολή (εικ.3.5β) (Dilek et al., 2015), και στη συνέχεια μεταφέρει το βάρος του αργά από πλευρά σε πλευρά και πραγματοποιεί 2 σετ των 10 επαναλήψεων (εικ. 3.5γ) (Murray, 2018).

Από την τετραποδική θέση, ο τραυματίας διατηρώντας τους αγκώνες του σε ευθεία, προσπαθεί να τραβήξει τις ωμοπλάτες του μαζί και έπειτα τις φέρνει πίσω και τις σπρώχνει όσο πιο μακριά τη μια από την άλλη μπορεί. Πραγματοποιεί 2 σετ των 5 επαναλήψεων (εικ. 3.5δ.) Την ίδια άσκηση πραγματοποιεί από όρθια θέση, στηριζόμενος σε ένα τοίχο με τις παλάμες του. Πραγματοποιεί 10 επαναλήψεις (εικ. 3.5 ε,ζ) (Murray, 2018). Από την ίδια όρθια θέση, προσπαθεί να μετακινήσει το προσβεβλημένο άκρο στον τοίχο στη φορά του ρολογιού (εικ. 3.5η) (Dilek et al., 2015).

Κάποιες άλλες ασκήσεις, στατικής σταθεροποίησης στον τοίχο που κινητοποιούν τους μυς του ώμου χωρίς κίνηση του ίδιου του ώμου παρουσιάζονται παρακάτω. Σ' αυτές τις ασκήσεις, ο αγκώνας του τραυματία πρέπει να είναι λυγισμένος στη σωστή γωνία και το χέρι να μην μετακινείται. Πρέπει να επαναληφθούν κάθε μια 10 φορές για 5-10 δεύτερα, 3 φορές την ημέρα (εικόνες 3.5.1α,β,γ,δ,ε,ζ). Στην πρώτη άσκηση ο τραυματίας κάθετα κοιτάζοντας τον τοίχο και προσπαθεί να τον σπρώξει (εικ.3.5.1α). Στην δεύτερη άσκηση στέκεται με την πλάτη στον τοίχο και πιέζει τον αγκώνα πίσω προς τον τοίχο (εικ. 3.5.1β). Στην εικόνα 3.5.1γ, στέκεται με τον τραυματισμένο ώμο σε επαφή με τον τοίχο και προσπαθεί να πιέσει με όλο το χέρι τον τοίχο. Στην επόμενη άσκηση, τοποθετεί μια τυλιγμένη πετσέτα κάτω από τον πληγέντα ώμο και την πιέζει προς το θώρακα (εικ.3.5.1δ). Έπειτα στέκεται με το εξωτερικό του χεριού εναντία

σ' ένα τοίχο ή σε μια ανοιχτή πόρτα και προσπαθεί να πιέσει προς τα έξω χωρίς να κινεί τον αγκώνα μακριά από το σώμα του (εικ. 3.5.1ε). Τέλος, στέκεται με την έσω πλευρά του χεριού σ' ένα τοίχο ή μια ανοιχτή πόρτα και προσπαθεί να κινήσει το πάσχον χέρι προς τα μέσα χωρίς να μετακινεί τον αγκώνα (εικ. 3.5.1ζ) (Vines, 2012).

Δυο ακόμα ασκήσεις που εφαρμόζονται στα τελικά στάδια των πρώιμων ασκήσεων ιδιοδεκτικότητας, είναι με τον τραυματία καθισμένο σε καρέκλα και τα χέρια να αναπαύονται πάνω σε μια μπάλα γυμναστικής μπροστά του. Πραγματοποιεί κύλισμα της μπάλας όσο πιο μακριά μπορεί και ύστερα επαναφορά. Το ίδιο μπορεί να γίνει με το χέρι του πληγέντος ώμου επάνω στην μπάλα στην ομώνυμη πλευρά ή μπροστά του. Ο προπονητικός όγκος δεν αλλάζει παραμένει στα 2 σετ και τις 5 επαναλήψεις (εικ. 3.5.1η,θ) (Murray, 2018).



Εικόνα 3.5 Πρώιμη άσκηση Ιδιοδεκτικότητας (Murray, 2018)



Εικόνα 3.5α Πρώιμη άσκηση Ιδιοδεκτικότητας (ΚΚΑ) (Murray, 2018)



Εικόνα 3.5β Άσκηση ΚΚΑ-Στατικής σταθεροποίησης- Ισορροπίας με τα δυο χέρια (Dilek et al., 2015)



Εικόνα 3.5γ Πρώιμη άσκηση ιδιοδεκτικότητας-ΚΚΑ (Murray, 2018)



Εικόνα 3.5δ Πρώιμη Άσκηση ΚΚΑ-Τετραποδική θέση, Αρχική θέση (Murray, 2018)



Εικόνα 3.5ε Πρώιμη Άσκηση ΚΚΑ-Τετραποδική θέση, Τελική θέση (Murray, 2018)



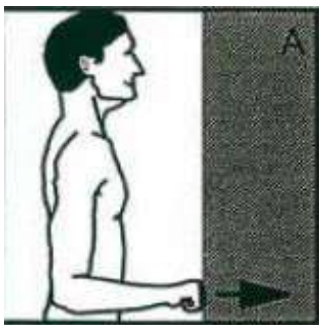
Εικόνα 3.5ζ Πρώιμη Άσκηση ΚΚΑ-Σταθεροποίησης, Αρχική θέση (Murray, 2018)



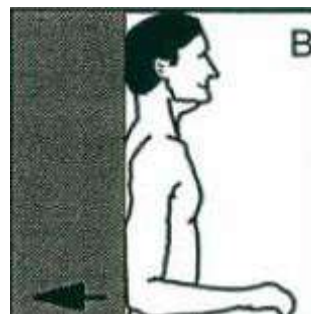
Εικόνα 3.5η Πρώιμη Άσκηση ΚΚΑ-Σταθεροποίησης, Τελική θέση (Murray, 2018)



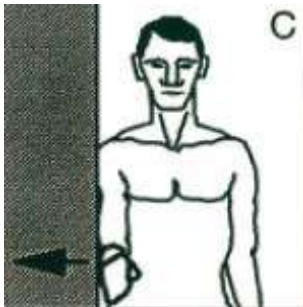
Εικόνα 3.5θ Άσκηση Ισορροπίας- ΚΚΑ με το ένα χερι στη φορά του ρολογιού (Dilek et al., 2015)



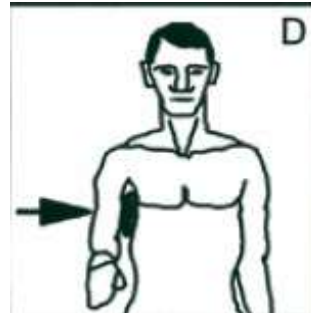
Εικόνα 3.5.1α Άσκηση κομπήρων ώμου
(τροποποιημένο από <https://www.ouh.nhs.uk/patientguide/leaflets/files/121210shoulderdislocation.pdf>)



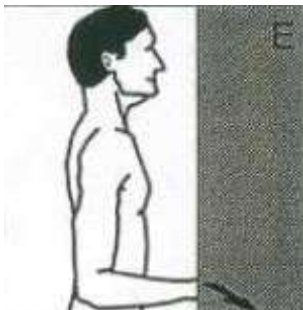
Εικόνα 3.5.1β Άσκηση εκτεινόντων ώμου



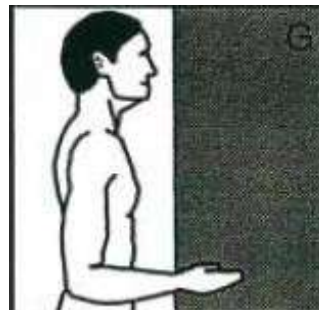
Εικόνα 3.5.1γ
Άσκηση απαγωγών ώμου
 (τροποποιημένο από
<https://www.ouh.nhs.uk/patientguide/leaflets/files/121210shoulderdislocation.pdf>)



Εικόνα 3.5.1δ
Άσκηση προσαγωγών ώμου



Εικόνα 3.5.1ε *Άσκηση έξω στροφών*
ώμου
 (τροποποιημένο από *Rehabilitation after shoulder dislocation*, 2013)



Εικόνα 3.5.1ζ *Άσκηση έσω στροφών*
ώμου



Εικόνα 3.5.1η *Πρώιμη άσκηση*
Ιδιοδεκτικότητας
 (Murray, 2018)



Εικόνα 3.5.1θ *Πρώιμη άσκηση*
Ιδιοδεκτικότητας
 (Murray, 2018)

3.6 Ασκήσεις στατικής και δυναμικής σταθεροποίησης-ΚΚΑ-Ισορροπίας

Αφού ολοκληρωθούν οι πρώιμες ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας ο τραυματίας θα προχωρήσει σε επιπλέον ασκήσεις ΚΚΑ-ισορροπίας με ρυθμική σταθεροποίηση σταδιακής και κλιμακωτής δυσκολίας.

Από καθιστή θέση, ο τραυματίας τοποθετεί μια μπάλα ποδόσφαιρου ή μια μπάλα γυμναστικής, πάνω σε ένα τραπέζι. Τοποθετώντας το προσβεβλημένο χέρι επάνω στη κορυφή της μπάλας με τον ωμό στις 90° κάμψης και το χέρι σε ευθεία, πραγματοποιεί κύλισμα της μπάλας κυκλικά σχηματίζοντας κύκλους προς τη φορά του ρολογιού και αντίθετα. Πραγματοποιεί 12 επαναλήψεις της άσκησης και 2 σετ (εικόνα 3.6α,β). Έπειτα ο τραυματίας στέκεται όρθιος μπροστά στο τραπέζι και τοποθετεί δυο ποδοσφαιρικές μπάλες τη μία πάνω στην άλλη πάνω στο τραπέζι με το πληγέν χέρι πάνω στις μπάλες. Ο σκοπός είναι να κρατήσει τις μπάλες σταθερές για 10 δευτέρα. Προοδευτικά γίνεται εναλλαγή με μικρότερες μπάλες (εικόνα 3.6γ) (Murray, 2018).

Στο επόμενο επίπεδο, ο τραυματίας στηρίζεται σε swiss ball στον τοίχο σε όρθια θέση με τα δυο χέρια αρχικά, έπειτα με το ένα χέρι (εικ. 3.6δ), το πληγέν, και προοδευτικά και σε μικρότερη μπάλα (εικ.3.6ε). Γίνεται προσπάθεια από τον τραυματία διατήρησης της ισορροπίας του με προοδευτική αύξηση της δυσκολίας (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007). Από αυτή τη θέση μπορεί να ασκήσει πίεση στη μπάλα με δεξιούς και αριστερούς κύκλους κρατώντας σε αυτό το ύψος τη μπάλα (εικ. 3.6ζ) ([Dilek et al., 2015](#)).



Εικόνα 3.6α Ισορροπία πάνω σε μπάλα
(Murray, 2018)



Εικόνα 3.6β Ισορροπία πάνω σε μπάλα
(Murray, 2018)



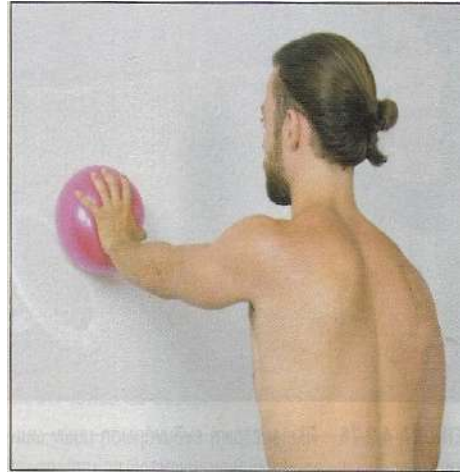
Εικόνα 3.6γ Ισορροπία σε μπάλα
(Murray, 2018)



Εικόνα 3.6δ Άσκηση ΚΚΑ στατικής
σταθεροποίησης-ισορροπίας με μπάλα
(Dilek et al., 2015)



Εικόνα 3.6ε Άσκηση στατικής σταθεροποίησης - συντονισμού ιδιοδεκτικότητας (ΚΚΑ) (http://ephysio-kinisis.blogspot.gr/2013/10/blog-post_13.html)



Εικόνα 3.6ζ Στήριξη σε μικρότερη μπάλα με το ένα άνω ακρο (ΚΚΑ) (Φουσέκης, 2015)

Μια άλλη άσκηση ιδιοδεκτικότητας που μπορεί να γίνει από όρθια θέση στον τοίχο και χαρακτηρίζεται απαιτητική καθώς δεν υπάρχει η βοήθεια της οπτικής πληροφόρησης, είναι η παρακάτω (εικ. 3.6η). Δίνεται εντολή στον τραυματία να σημαδέψει στο κέντρο του στόχου ενός σχήματος στον τοίχο με το χέρι σε πλήρη διάταση. Κλείνοντας τα μάτια του, σχηματίζει μικρές κυκλικές κινήσεις με το χέρι και προσπαθεί με το δάκτυλο να στοχεύσει στο κέντρο του κύκλου. Έπειτα ανοίγει τα μάτια να τσεκάρει την τελική θέση. Πραγματοποιεί 3 επαναλήψεις και συνεχίζει να δουλεύει την άσκηση μέχρι να μπορέσει συνεχόμενα να τελειώσει στοχεύοντας στο κέντρο του κύκλου με τα μάτια ακόμα κλειστά (Murray, 2018).



Εικόνα 3.6η Πρώιμη άσκηση Ιδιοδεκτικότητας (Murray, 2018)

3.7 Ασκήσεις Κλειστής και Ανοικτής Βιοκινητικής αλυσίδας

3.7.1 Ορισμός κλειστής και ανοικτής βιοκινητικής αλυσίδας

Ο όρος κινητική αλυσίδα περιγράφηκε από τον Steindler το 1973, εφαρμόζοντας τις αρχές της μηχανικής στη φυσικοθεραπεία και από τον Nicholas et al. το 1977 (Ciullo, 1996). Οι όροι ασκήσεις ΚΚΑ και ανοικτής κινητικής αλυσίδας ΑΚΑ χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν πώς λειτουργεί το άκρο όταν πρέπει να υπερνικήσει ή όχι μια αντίσταση. Στις ασκήσεις ΚΚΑ το περιφερικό τμήμα της κινητικής αλυσίδας είναι σταθεροποιημένο (παλάμη), ενώ οι κεντρικότερες αρθρώσεις (αγκώνας και ωμός) κινούνται συγχρόνως πάνω από το σταθεροποιημένο τμήμα σε αντίθεση με τις ασκήσεις ΑΚΑ όπου δεν είναι σταθεροποιημένο το περιφερικό τμήμα της αλυσίδας. Οι ασκήσεις αλυσίδας προάγουν την δυναμική και αντανακλαστική σταθεροποίηση και κατά συνέπεια την ιδιοδεκτικότητα στα κάτω και στα άνω άκρα (Φουσέκης, 2015).

3.7.2 Εμβιομηχανική των ασκήσεων ΑΚΑ vs. ΚΚΑ στο άνω άκρο

Το άνω άκρο είναι περισσότερο λειτουργικό ως σύστημα ανοικτής κινητικής αλυσίδας. Τα κεντρικά τμήματα λειτουργούν περισσότερο ως σταθεροποιητές ενώ τα περιφερικά τμήματα έχουν μεγάλο εύρος κινητικότητας. Οι πιέσεις αγκώνα, τα πους-απς στον τοίχο και στο πάτωμα,

οι έλξεις σε μονόζυγο και το κατακόρυφο στη ρυθμική γυμναστική είναι κάποια παραδείγματα ασκήσεων ΚΚΑ (Davies & Dickoff-Hoffman, 1993; Lephart, Warner, Borsa & Henry, 1994).

Στην ωμική ζώνη οι ασκήσεις ΚΚΑ μπορούν να βασιστούν σε αξονικές και στροφικές δυνάμεις ώστε να επιτύχουν δυναμική σταθερότητα και συνσύσπαση του πετάλου των στροφέων και των ωμοπλατοθωρακικών μυών μέσω της συμπίεσης. Αυτές οι ασκήσεις διευκολύνουν τα ζεύγη των δυνάμεων: πρόσθια μοίρα δελτοειδή με τον ελάσσων στρογγύλο, και τον υπακάνθιο. Όπως επίσης και τα ζεύγη του υποπλατίου με τον υπακάνθιο και τον ελάσσονα στρογγύλο, όπου συμπιέζουν την κεφαλή του βραχιονίου μέσα στην ωμογλήνη με αποτέλεσμα την σταθεροποίηση της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης. Από την άλλη, η κάτω μοίρα του τραπεζοειδή με την άνω μοίρα και τον ανελκτήρα της ωμοπλάτης και οι ρομβοειδείς με τη μέση μοίρα τραπεζοειδή και τον πρόσθιο οδοντωτό σταθεροποιούν την ωμοπλάτη συμβάλλοντας στον φυσιολογικό ωμοβραχιόνιο ρυθμό (Davies & Dickoff-Hoffman, 1993; Lephart et al., 1994).

3.7.3 Ασκήσεις ΚΚΑ των άνω άκρων

Οι ασκήσεις ΚΚΑ όπως παρουσιάστηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, χρησιμοποιούνται στα πρώτα στάδια της αποκατάστασης καθώς βοηθούν στη βελτίωση της δύναμης και της δυναμικής σταθεροποίησης των εμπλεκόμενων μυών, στην επανάκτηση του νευρομυϊκού ελέγχου και επιτρέπουν την δημιουργία μιας σταθερής μυϊκής βάσης για την εκτέλεση δυναμικών κινήσεων από τα περιφερικά τμήματα (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007· Φουσέκης, 2015). Στα άνω άκρα, η εφαρμογή από τον θεραπευτή μιας διαβαθμισμένης, πολλαπλών κατευθύνσεων αντίστασης μπορεί να προσφέρει ιδιοδεκτική ανατροφοδότηση σε κλειστή αλυσίδα (Laskowski et al., 1997).

Καθώς βελτιώνεται η αντοχή του ασθενούς, αυξάνονται τα φορτία στις ασκήσεις σε ΚΚΑ για το άνω άκρο, αυξάνεται αρχικά ο χρόνος που

εκτελείται η δραστηριότητα, στη συνέχεια η αντίσταση σταδιακά και, τέλος, αυξάνεται ο χρόνος σε αυτό το επίπεδο της αντίστασης (Σπυριδόπουλος & Σάτκα, 2013).

Η ρυθμική σταθεροποίηση έχει ορισθεί ως άσκηση ΚΚΑ και χρησιμοποιείται για την επανάκτηση του νευρομυϊκού ελέγχου στην ωμοπλάτη. Το χέρι του τραυματία επάνω στο κρεβάτι δημιουργεί ΚΚΑ και εφαρμόζεται πίεση από τον θεραπευτή στα χείλη της ωμοπλάτης προς τυχαίες κατευθύνσεις. Ο τραυματίας προσπαθεί να κινήσει την ωμοπλάτη ισοτονικά προς την κατεύθυνση της αντίστασης (εικ.3.7.3). Εφόσον η επαρκής δύναμη των σταθεροποιητών της ωμοπλάτης έχει επανέλθει, ο τραυματίας ενθαρρύνεται να χρησιμοποιήσει τον ώμο του μόνο στις πιο σταθερές θέσεις, αυτές στο επίπεδο της ωμοπλάτης κατά την ανύψωση του βραχιονίου (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007) (Wilk & Macrina, 2013).



Εικόνα 3.7.3 Ρυθμική σταθεροποίηση ωμοπλάτης (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007)

3.7.4 Ασκήσεις ΑΚΑ

Οι ασκήσεις ΑΚΑ που περιλαμβάνουν πολλαπλές αρθρώσεις και μεγάλες μυϊκές ομάδες με υψηλή ένταση, όπως οι ασκήσεις που χρησιμοποιήθηκαν στις έρευνες του Sallew et al. (2015) και Rogol et al. (1998), μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικές στην βελτίωση της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης (Lin & Karduna, 2016).

Οι ασκήσεις ανοιχτής κινητικής αλυσίδας με ρυθμική σταθεροποίηση (ταχεία αλλαγή στην κατεύθυνση της εφαρμοζόμενης πίεσης) θεωρούνται επίσης πλούσιες σε ιδιοδεκτικά ερεθίσματα. Η αντίσταση μπορεί να τροποποιηθεί ανάλογα με τον πόνο, καθώς ο τραυματίας εξελίσσεται (εικόνα 3.7.4). Ο θεραπευτής φέρει αντίσταση σε όλα τα επίπεδα των κινήσεων με αποτέλεσμα την ενεργοποίηση των μηχανοϋποδοχέων σε πολλά επίπεδα, τον ερεθισμό των ιδιοδεκτικών οδών, και την συμβολή στη θεραπεία της τενοντίτιδας του πετάλου των στροφών (Σπυριδόπουλος & Σάτκα, 2013).



Εικόνα 3.7.4 Άσκηση ρυθμικής σταθεροποίησης ΑΚΑ (Laskowski et al., 1997)

3.7.5 Ασκήσεις ΚΚΑ προοδευτικής επιβάρυνσης

Όπως αναφέρθηκε, ορισμένες ασκήσεις έχουν οριστεί μέσα στο πλαίσιο των ασκήσεων κλειστής κινητικής αλυσίδας: ρυθμική σταθεροποίηση, ασκήσεις ισορροπίας με τα δύο χέρια στο πάτωμα, σ' ένα πολυαξονικό δίσκο ισορροπίας, σ' ένα τραμπολίνο, πλειομετρικές ασκήσεις, ασκήσεις στατικής και δυναμικής σταθεροποίησης, που περιλαμβάνουν στατικό κράτημα στην θέση του πους-απς στον τοίχο με μπάλα, σε μπάλα με κλίση, τοποθέτηση χεριών στον τοίχο και διαγραφή κύκλων στον τοίχο για αντοχή του πετάλου των στροφών, όπως και κίνηση από πλευρά σε πλευρά για τους μυς της ωμοπλάτης και τον δελτοειδή (Dilek et al., 2015).

Αυτές οι ασκήσεις αποτελούν ένα προοδευτικό πρόγραμμα ασκήσεων ΚΚΑ με ρυθμική σταθεροποίηση και θα παρουσιαστούν παρακάτω ως ασκήσεις στατικής και δυναμικής σταθεροποίησης και ισορροπίας. Οι παραπάνω ασκήσεις θα πρέπει να σέβονται την αρχή της προοδευτικότητας. Η εκτέλεση πους-απς μπορεί να γίνει πρώτα με τα χέρια στον τοίχο (εικ. 3.7.5α) ή στο τραπέζι, και προοδευτικά στο πάτωμα (εικ.3.7.5β), και σε ασταθείς βάσεις στήριξης (εικ. 3.7.5 ε-κ). Πρώτα από την όρθια θέση στον τοίχο επάνω σε μια swiss ball (εικ.3.7.5δ) και αργότερα στο πάτωμα σε bosu (εικ. 3.7.5ζ), σε swiss ball μικρότερου μεγέθους, (εικ.3.7.5ε) και σταδιακά μεγαλύτερου μεγέθους (εικ. 3.7.5θ) ή δίσκο ισορροπίας (εικ. 3.7.5.ι). Για ακόμα μεγαλύτερη δυσκολία οι πιέσεις στήθους γίνονται με κατηφορική κλίση με τα κάτω άκρα πάνω σε swissball (εικ. 3.7.5η).

Μια πιο προχωρημένη άσκηση είναι οι κάμψεις με τα πόδια πάνω σε καρέκλα και τα χέρια σε μηχανήμα προσομοίωσης βάρδισης. Είναι μια άσκηση ενδυνάμωσης σε κλειστή κινητική αλυσίδα, όπου τα χέρια τοποθετούνται στα πετάλια του StairClimber, ενώ τα πόδια στηρίζονται πάνω σε μια καρέκλα. Απαιτείται σημαντική δύναμη από το άνω τμήμα του

κορμού καθώς ο αθλητής πρέπει να χρησιμοποιεί εναλλασσόμενες συστολές (εικ. 3.7.5κ) (Prentice, 2003).

Επίσης κάμψεις μπορούν να εκτελεστούν από την καθιστή θέση στην άκρη του κρεβατιού και να γίνει ανύψωση του βάρους του αθλητή από το κρεβάτι ισοτονικά (Prentice, 2003).

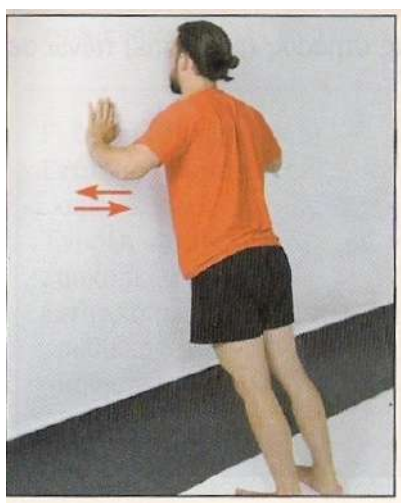
Οι παραπάνω ασκήσεις, αποτελούν συνδυαστικές ασκήσεις ενδυνάμωσης και ιδιοδεκτικότητας και είναι αρκετά απαιτητικές.

Οι ασκήσεις πους-απς συμπεριλαμβάνουν περισσότερες δυναμικές πολλαπλές συστολές μυών από τις υπόλοιπες ασκήσεις ΚΚΑ σε μια ασταθή επιφάνεια (Lin & Karduna, 2016). Βέβαια σύμφωνα με τους Wilk & Macrina (2013), η θέση σανίδας (εικ. 3.7.52α) είναι προτιμότερη από τη θέση πους-απς, εξαιτίας της θέσης της ωμοπλάτης στη δεύτερη περίπτωση. Στη θέση πους-απς η ωμοπλάτη βρίσκεται σε έσω στροφή και πρόσθια κλίση, δηλαδή σε μη επιθυμητές θέσεις. Η θέση σανίδας μπορεί να ενθαρρύνει την ωμοπλατοθωρακική και γληνοβραχιόνια κίνηση και να εξελιχθεί από σανίδες στον τοίχο, σε σανίδες στα γόνατα, στα πόδια. Αυτή η άσκηση μπορεί να είναι αποτελεσματική σε πρώιμο στάδιο αποκατάστασης μετά από τραυματισμό, όπως τενοντίτιδα πετάλου των στροφέων, επειδή η συν-συστολή (συντονισμένη συστολή μυϊκών ομάδων αγωνιστή και ανταγωνιστή) παρέχει σταθερότητα στην άρθρωση και είναι καλύτερα ανεκτή από την άσκηση ανοικτής αλυσίδας στο άνω άκρο. Όπως παρουσιάστηκε και στις παραπάνω ασκήσεις πους-απς, στην τελική φάση της προπόνησης όλες οι ασκήσεις και θέσεις που αναφέρθηκαν μπορούν να εκτελεστούν με κλειστά μάτια είτε σε ασταθείς επιφάνειες και σε αυτή την περίπτωση η δυναμική σταθερότητα και η ανατροφοδότηση θα ενεργοποιηθούν περισσότερο (εικ. 3.7.54-59) (Clark et al., 2015; Laskowski et al., 1997; Wilk & Macrina, 2013). Η δυσκολία αυξάνεται και στην άσκηση bird-dog η οποία γίνεται σε ασταθή βάση στήριξης (swiss ball) (εικ.3.7.5λ, 3.7.5μ) (Φουσέκης, 2015). Η στήριξη πάνω σε swiss ball μπορεί να γίνει και από τετραποδική θέση με τη βοήθεια των αγκώνων (εικ. 3.7.5ν), και για ακόμα μεγαλύτερη δυσκολία, σε πρηνή θέση με το ένα άνω

άκρο (εικ. 3.7.5ξ) ή με τη στήριξη των άνω και κάτω άκρων ταυτόχρονα σε ασταθείς βάσεις ισορροπίας (εικ. 3.7.60) (Φουσέκης, 2015).

Η τοποθέτηση του τραυματία σε θέση σανίδας στους αγκώνες και στα γόνατα και η προσπάθεια διατήρησης σε θέση πλάγιας σανίδας για 8 δευτερόλεπτα (εικ. 3.7.52β) υποστηριζόμενος στο προσβεβλημένο χέρι και στην τετραποδική θέση και αφού ανυψώσει το ένα χέρι να διατηρήσει ισομετρική συστολή (εικ.3.7.53γ), αποτελούν κάποιες προχωρημένες ασκήσεις στατικής και δυναμικής σταθεροποίησης που αυξάνουν την συνενεργοποίηση στην άρθρωση του ώμου και ενισχύουν την ωμική σταθερότητα (Dilek et al., 2015). Προοδευτικά ο τραυματίας, ανυψώνει εκτός από τη μη προσβεβλημένη πλευρά, και το αντίθετο κάτω άκρο από την θέση σανίδας και την τετραποδική θέση και πραγματοποιεί 5 επαναλήψεις, των 2 σετ (εικόνα 3.7.5ο, 3.7.5π) (Murray, 2018) (Φουσέκης, 2015).

Για την εκτέλεση ασκήσεων κλειστής κινητικής αλυσίδας του άνω άκρου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex (εικ.3.7.5α1) (Prentice, 2003).



α



β

Εικόνες 3.7.5α, β Πιέσεις στήθους (push-ups) α)σε τοίχο, (Φουσέκης, 2015)
β) με υποστήριξη του βάρους από τα γόνατα σε πρηνή θέση (Prentice, 2003)



3.7.5γ Πιέσεις στήθους (*push-ups*)-ΚΚΑ σε πρηνή θέση με στήριξη στις μύτες των ποδιών (Φουσέκης, 2015)



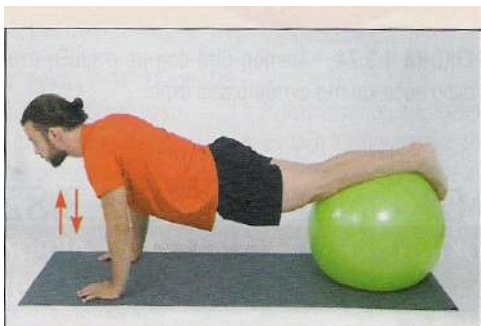
3.7.5ε Πιέσεις στήθους (*push-ups*)-ΚΚΑ σε πρηνή θέση (με ανοδική κλίση κορμού) με στήριξη σε ασταθή επιφάνεια (Φουσέκης, 2015)



3.7.5δ Πιέσεις στήθους πάνω σε *swiss ball* σε τείχο (Φουσέκης, 2015)



3.7.5ζ Πιέσεις στήθους σε πρηνή θέση πάνω σε *bosu* (Φουσέκης, 2015)



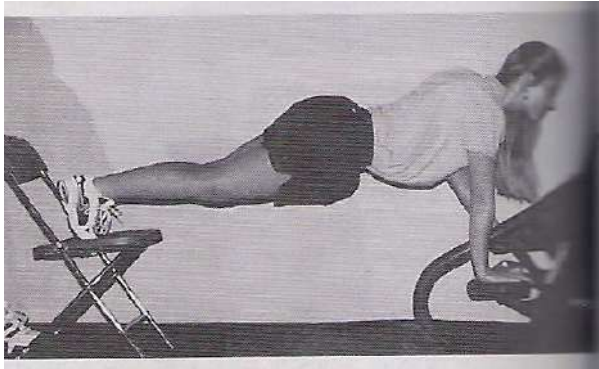
3.7.5η *Swiss Ball Decline Push ups* (Φουσέκης, 2015)



3.7.5θ Πιέσεις στήθους (*push-ups*) πάνω σε *swiss ball* στο έδαφος (Φουσέκης, 2015)



Εικόνα 3.7.5ι *Push-ups* πάνω σε δίσκο ισορροπίας (Φουσέκης, 2015)



3.7.5κ Άσκηση ενδυνάμωσης σε Κ.Κ.Α (Prentice, 2003)



Εικόνα 3.7.52α Στήριξη σε θέση σανίδας (ΚΚΑ) (Φουσέκης, 2015)



Εικόνα 3.7.52β Στήριξη σε θέση πλάγιας σανίδας (Murray, 2018)



Εικόνα 3.7.53γ Δυναμική σταθεροποίηση ωμοπλάτης στο πάτωμα με ένα χέρι (Dilek et al., 2015)



Εικόνα 3.7.54 Άσκηση ισορροπίας (ΚΚΑ) και με τα δυο χεριά σε τετραποδική θέση στο δίσκο ισορροπίας (Dilek et al., 2015)



Εικόνα 3.7.55 Δυναμική Σταθεροποίηση στον ώμο (ΚΚΑ)
(Laskowski et al., 1997)



Εικόνα 3.7.5λ Άσκηση Bird-dog (ΚΚΑ)
(Φουσέκης, 2015)



Εικόνα 3.7.5ο Άσκηση ισορροπίας από τετραποδική θέση-bird dog
(Murray, 2018)



Εικόνα 3.7.56 Άσκηση ισορροπίας (ΚΚΑ) σε τετραποδική θέση με bosu/μαξιλάρι
(Murray, 2018)



Εικόνα 3.7.57 Ισορροπία και με τα δυο χέρια με μακαρόνι σε τετραποδική θέση (ΚΚΑ) (Dilek et al., 2015)



Εικόνα 3.7.58 Άσκηση ισορροπίας (ΚΚΑ) σε τετραποδική θέση σε bosu/μαξιλάρι (Murray, 2018)



Εικόνα 3.7.59 Άσκηση Bird-dog σε swiss ball (Φουσεέκης, 2015)



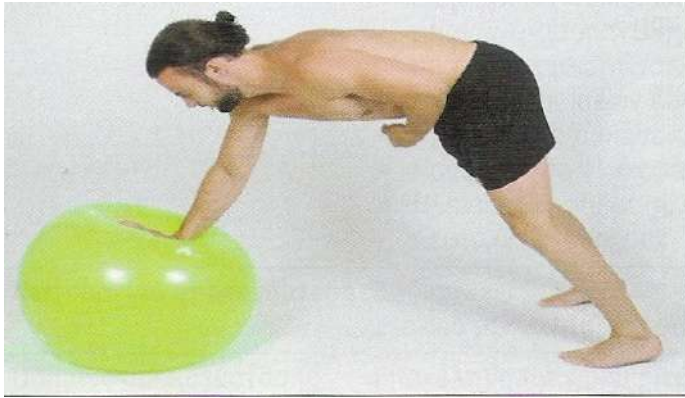
Εικόνα 3.7.5μ Άσκηση Bird-dog με στήριξη στον άκρο πόδα και το αντίθετο άνω άκρο (Φουσεέκης, 2015)



Εικόνα 3.7.60 Στήριξη σε ασταθείς βάσεις στα άνω και κάτω άκρα (ΚΚΑ) (Φουσεέκης, 2015)

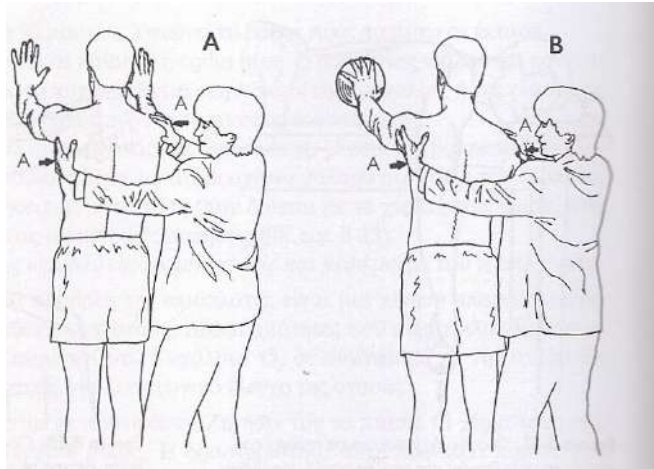


Εικόνα 3.7.5ν Τετραποδική θέση με στήριξη των αγκώνων πάνω σε swiss ball (ΚΚΑ) (Φουσεέκης, 2015)

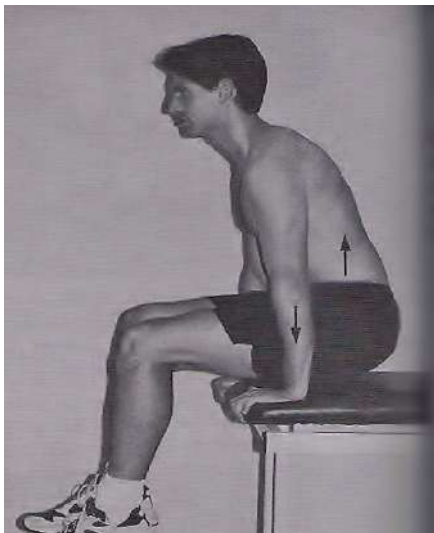


Εικόνα3. 7.5ξ Στήριξη σε swiss ball σε πρηνή θέση με το ένα άκρο (Φουσεέκης, 2015)

Για την αύξηση σταθεροποίησης, σε πολλές από τις παραπάνω ασκήσεις μπορεί να γίνει μια αύξηση των φορτίων με την εφαρμογή αντίστασης από κάποια ζώνη θεραπείας ή από τα χέρια του φυσικοθεραπευτή. Ο τραυματίας βρίσκεται σε όρθια θέση και στηρίζει τα χέρια του στον τοίχο, στο κρεβάτι θεραπείας ή στο πάτωμα. Το φορτίο της άσκησης προσφέρεται με πίεση ή με αντίσταση της κίνησης από τον θεραπευτή, καθώς ο τραυματίας κινείται προς διαφορές κατευθύνσεις (Εικόνες 3.7.5α2,β2). Στην άσκηση (α), η στήριξη είναι αμφοτερόπλευρη σε μια θέση ελαχίστης φόρτισης, με τα δυο χέρια τοποθετημένα εναντία στον τοίχο. Στην άσκηση (β) η στήριξη είναι μονόπλευρη σε μια λιγότερη σταθερή επιφάνεια (μπάλα). Ο θεραπευτής εφαρμόζει αντίσταση, ενώ ο τραυματίας σταθεροποιεί εναντία σε αυτήν την αντίσταση ή ο θεραπευτής εφαρμόζει αντίσταση, καθώς ο τραυματίας κινείται δεξιά-αριστερά. Καθώς ο τραυματίας επιδεικνύει καλή σταθερότητα και αντοχή, εξελίσσεται σε τοποθέτηση στην τετραποδική θέση (Σάτκα & Σπυριδόπουλος, 2003), (Laskowski et al., 1997).



Εικόνα 3.7.5α2, β2 Ασκήσεις σταθεροποίησης της ωμοπλάτης και της γληνοβραχιονίου άρθρωσης σε κλειστή βιοκινητική αλυσίδα (Σάτκα & Σπυριδόπουλος, 2003)



Εικόνα 3.7.51 Κάμψεις από την καθιστή θέση (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007)

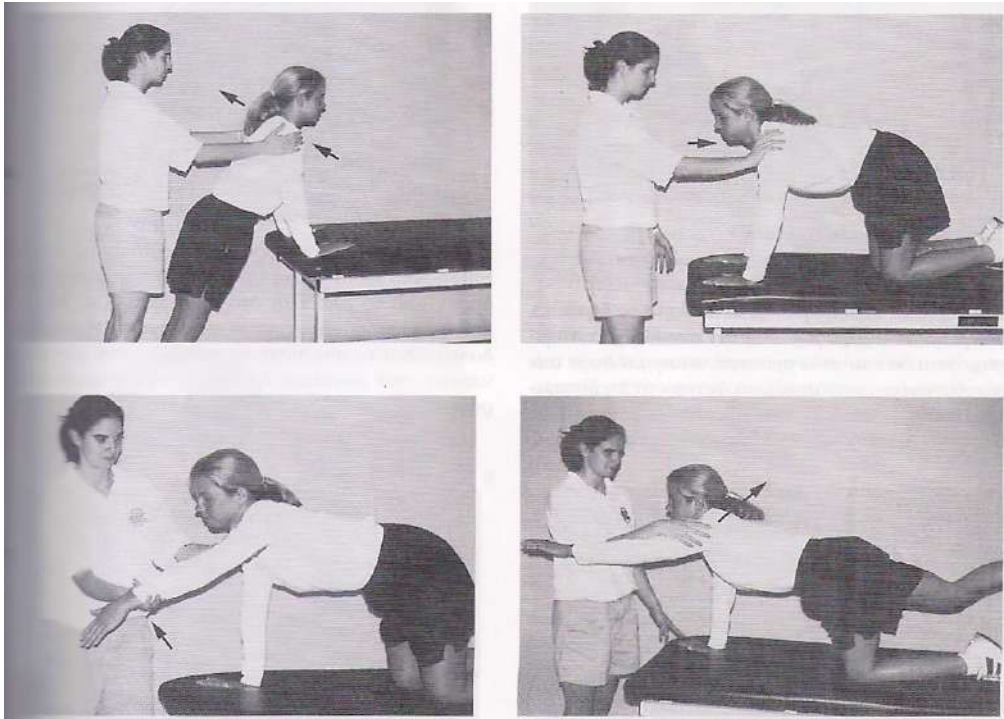


Εικόνα 3.7.5α1 Προσάρτημα για ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007)

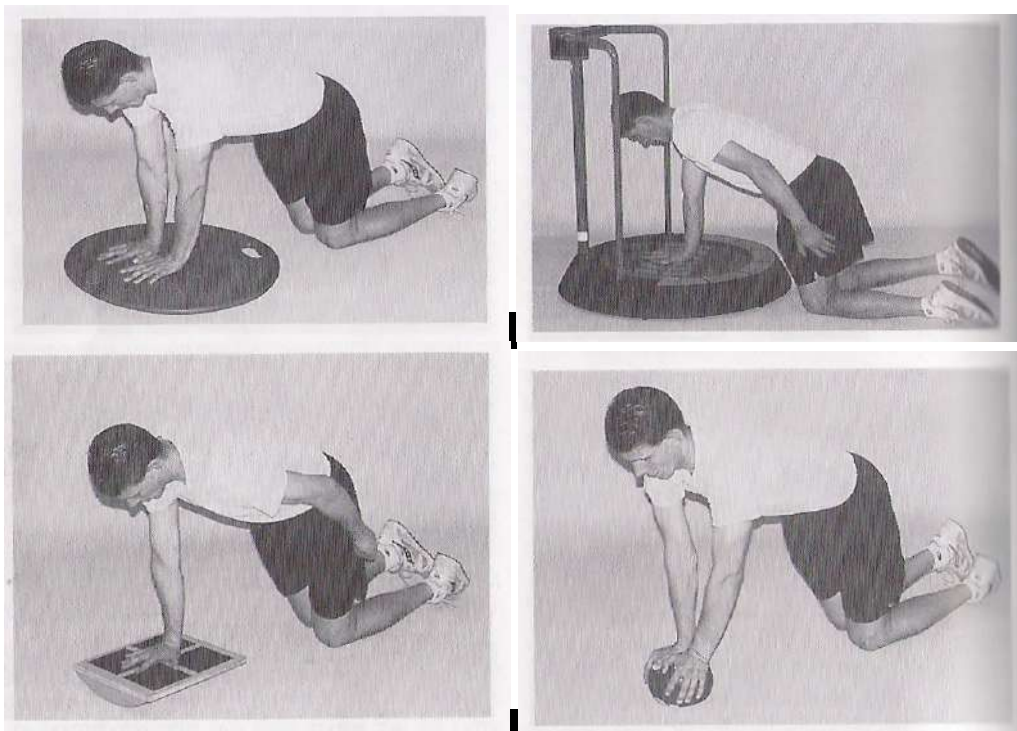
Οι ασκήσεις μεταφοράς βάρους μέσω της αξονικής συμπίεσης μπορούν να συμβάλλουν στην διευκόλυνση της γληνοβραχιόνιας και ωμοπλατοθωρακικής δυναμικής σταθερότητας. Μπορούν να γίνουν α), από την όρθια θέση με τα χέρια να υποστηρίζουν το βάρος πάνω στο κρεβάτι, β), σε τετραποδική θέση, γ), σε τριποδική θέση, και δ), σε διποδική θέση (Εικ. 3.7.5γ1,2,3,4). Η αντίσταση-ώθηση εφαρμόζεται με τυχαίο τρόπο και σε διαφορετικές κατευθύνσεις ώστε ο τραυματίας να προσαρμόζεται σ' αυτήν και να σταθεροποιείται (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).

Προοδευτική αύξηση δυσκολίας σ' αυτές τις ασκήσεις μπορεί να γίνει με μείωση της βάσης στήριξης, μειώνοντας την απόσταση μεταξύ των χεριών ή με το ένα χέρι πάνω στο άλλο για μεγαλύτερη αύξηση της δυσκολίας είτε πάνω σε ασταθείς επιφάνειες, από τη γονυπετή θέση, πάνω σε μια σανίδα BAPS (εικ.3.7.5γ1), μια σανίδα ισορροπίας (3.7.5γ2), το σύστημα KAT (εικ.3.7.5γ3) ή μια μπάλα (plyoball) (εικ.3.7.5γ4) όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες. Ο αθλητής με στήριξη στο ένα ή και στα δυο άνω άκρα, μεταφέρει το βάρος του προς τα εμπρός και πίσω, από το ένα πλάι στο άλλο. Η μεταφορά βάρους πάνω σε μια ασταθή επιφάνεια διευκολύνει την συνσύσπαση των ζευγών δυνάμεων, για τη διατήρηση του νευρομυϊκού ελέγχου και την προαγωγή της δυναμικής σταθερότητας (εικ.3.7.5δ1,2,3,4). Από τη γονυπετή θέση η μεταφορά βάρους μπορεί να γίνει και πάνω στο Fitter (εικ.3.7.5δ5) όπως και πάνω σε ελβετική μπάλα (εικ. 3.7.5.δ6). Με τα πόδια να στηρίζονται πάνω σε μια μικρή καρέκλα, ο αθλητής μεταφέρει το βάρος του προς τα εμπρός και πίσω από το ένα πλάι στο άλλο (εικ. 3.18θ) (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).

Τέλος, μπορούν να χρησιμοποιηθούν πρότυπα PNF, στο ελεύθερο άνω άκρο στην τριποδική στήριξη ώστε το άλλο άκρο (υποστηρικτικό) να παράγει σταθεροποίηση μέσω της συνσύσπασης (εικ.3.7.5ε1) (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).



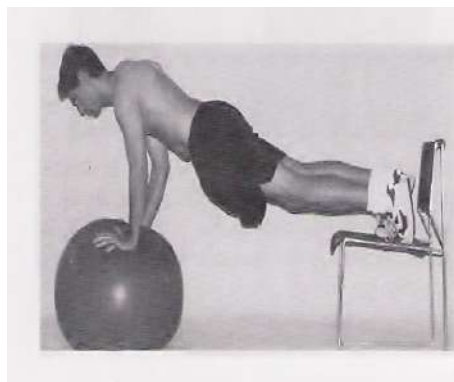
Εικόνα 3.7.5γ1,2,3,4 Μεταφορές βάρους σε διάφορες θέσεις (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007)



Εικόνα 3.7.5δ1,2,3,4 Ασκήσεις ΚΚΑ-Μεταφορές βάρους πάνω σε ασταθή επιφάνεια (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007)



Εικόνα 3.7.5δ5 Μεταφορά βάρους πάνω σε μια συσκευή Fitter
(Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007)



Εικόνα 3.7.5δ6 Μεταφορά βάρους πάνω σε ελβετική μπάλα
(Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007)



Εικόνα 3.7.5ε1 Πατέντο PNF στην τριποδική θέση
(Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007)

3.8 Πλειομετρικός έλεγχος

3.8.1α Ορισμός-σημασία του πλειομετρικού ελέγχου-Παράγοντες προγράμματος

Οι πλειομετρικές ασκήσεις μέσω του κύκλου επιμήκυνσης-βράχυνσης βοηθούν στη προδιάταση του θυλάκου, στο ερεθισμό των ιδιοϋποδοχέων, την ευαισθητοποίηση των μυϊκών ατράκτων, την αύξηση του κατωφλιού διέγερσης και γενικότερα την αύξηση της ευαισθητοποίησης του νευρομυϊκού συστήματος. Ο μηχανισμός είναι ο εξής: μια ισχυρή κίνηση με έκκεντρη φόρτιση των μυών, ακολουθείται από βράχυνσή τους με σκοπό την αξιοποίηση των γλοιελαστικών ιδιοτήτων τους και την αποθήκευση

ενέργειας ώστε να ενισχύσουν τη δύναμη ρίψης για παράδειγμα (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007· Φουσέκης, 2015).

Η πλειομετρική, αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της ιδιοδεκτικότητας και αποτελεί μια επιπλέον μέθοδο η οποία επανεκπαιδεύει τους νευρομυϊκούς μηχανισμούς, διδάσκει τον αθλητή πως να προφορτίζει το μυ και χρησιμοποιώντας τις νευρομυϊκές συνδέσεις να για να ολοκληρώσει μια εκρηκτική κίνηση. Όσο πιο ευαισθητοποιημένο είναι το σύστημα ιδιοδεκτικότητας, τόσο πιο έγκαιρα και αποτελεσματικά θα δοθεί η κινητική απάντηση (Φουσέκης, 2015).

Ο πλειομετρικός έλεγχος, πέρα του ότι αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της αθλητικής αποκατάστασης, χρησιμοποιείται ως λειτουργικό κριτήριο για την αξιολόγηση της ικανότητας του κινητικού μηχανισμού των αθλητών να ανταπεξέρχονται σε ανωτέρα επίπεδα δυσκολίας. Λειτουργικά κριτήρια αποτελούν δοκιμασίες με έντονο το στοιχείο της πλειομετρικής άσκησης όπως ρίψεις άλματα κλπ. Μόνο όταν εξασφαλίζεται πολύ ορθή εκτέλεση της τεχνικής, έτσι ώστε να κατανέμονται σωστά οι φορτίσεις, αυξάνονται οι σειρές και οι επαναλήψεις (Borsa et al., 1994)

Το κριτήριο για την ένταξη του αθλητή στην πλειομετρική προπόνηση άνω άκρων είναι να μπορεί να εκτελέσει 5 push-ups με παλαμάκια (Φουσέκης, 2015).

Θα πρέπει να δοθεί μεγάλη σημασία στην τήρηση των αρχών επιβάρυνσης-προοδευτικότητας, εξατομίκευσης και εξειδίκευσης διότι λόγω των αυξημένων απαιτήσεων της πλειομετρικής άσκησης ενέχει ο κίνδυνος του τραυματισμού. Η πλειομετρική προπόνηση για το άνω άκρο θα πρέπει να είναι μικρότερη απ' αυτή για το κάτω. Πρώτα εξασκείται η σταθερότητα σε ΚΚΑ ώστε να υπάρχει επαρκή πλειομετρική δύναμη (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007). Ως εκ τούτου, οι πλειομετρικές ασκήσεις πρέπει να εφαρμοστούν στα προχωρημένα στάδια του προγράμματος αποκατάστασης ενός αθλητή. Αυτές οι ασκήσεις έχουν χωριστεί σε τρία τμήματα που περιλαμβάνουν ριπτικές κινήσεις, κινήσεις κορμού, και ρίψεις μπάλας στον τοίχο, πιέσεις, κλπ. (Borsa et al., 1994).

Το διάστημα της εφαρμογής πλειομετρικής προπόνησης είναι 6-12 εβδομάδες, η συχνότητα είναι 2 με 3 φορές την εβδομάδα, και ο προπονητικός όγκος είναι 2-4 σειρές των 8-10 επαναλήψεων, και 2-3 λεπτά διάλειμμα μεταξύ των σειρών (Φουσέκης, 2015).

Η προθέρμανση αποτελεί παράγοντα που συμβάλλει στη βελτίωση της νευρικής αγωγιμότητας, και ως εκ τούτου αυξάνει την ετοιμότητα του αθλητή στις νευρομυϊκές προκλήσεις και πρέπει να προηγείται της πλειομετρικής εκπαίδευσης (Borsa et al., 1994) (Φουσέκης, 2015). Ένα παράδειγμα προθέρμανσης είναι μια ήπια αερόβια άσκηση 5-10 λεπτών, με ελεγχόμενες βαλλιστικές διατάσεις και όχι στατικές (Φουσέκης, 2015).

3.8.1β Ασκήσεις Πλειομετρικού ελέγχου των άνω άκρων

Στην εικόνα 3.8.1 ένας ελαστικός ιμάντας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ενδυνάμωση των έσω στροφών, με την εφαρμογή μιας γρήγορης πλειομετρικής διάτασης των έσω στροφών με αποτέλεσμα την διευκόλυνση της μειομετρικής συστολής των μυών αυτών (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).

Από την καθιστή θέση μπορεί να πραγματοποιηθεί ρίψη μιας μπάλας γυμναστικής, με το ένα άκρο. Η αθλήτρια τοποθετεί στην άκρη του κρεβατιού το ένα άνω άκρο σε απαγωγή ώμου 90°. Η ρίψη της μπάλας στο χέρι δημιουργεί μια υπερφόρτιση προς την έξω στροφή, η οποία αναγκάζει την αθλήτρια να σταθεροποιήσει το άκρο στη θέση αυτή (εικ. 3.8.1α) (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).

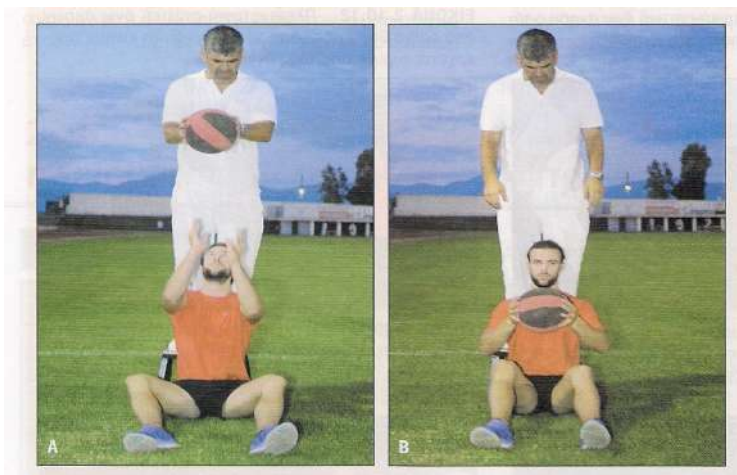
Επίσης με τη βοήθεια του θεραπευτή μπορεί να πραγματοποιηθεί πλειομετρική άσκηση άνω άκρου (ωμικής ζώνης) με λαβή και ρίψη ιατρικής μπάλας (εικ.3.8.1β) (Borsa et al., 1994) (Φουσέκης, 2015).



Εικόνα 3.8.1 Πλειομετρική άσκηση των έσω στροφών (Prentice, 2003)



Εικόνα 3.8.1α Ρίψη μπάλας γυμναστικής με ένα άκρο από την καθιστή θέση (Prentice, 2003)



Εικόνα 3.8.1β Πλειομετρική άσκηση άνω άκρου
Α) Αρχική θέση, Β) Τελική θέση
(Φουσέκης, 2015), (Borsa et al., 1994)

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται πλειομετρικές-ριπτικές ασκήσεις προοδευτικής αύξησης δυσκολίας με τη χρήση τραμπολίνου. Ο αθλητής μετά τη ρίψη της μπάλας, πρέπει να την πιάσει, να την επιβραδύνει και αμέσως μετά να την επιταχύνει προς την αντίθετη κατεύθυνση. Η δύναμη προέρχεται από τους αγκώνες (εικ. 3.8.1γ-κ). Στην εικόνα γ) η ρίψη γίνεται με το ένα άκρο, στην εικόνα δ) γίνεται ρίψη και με τα δυο άνω άκρα μαζί με στροφή του κορμού και στην εικόνα ε) η ρίψη πραγματοποιείται με τα δυο άνω άκρα πάνω από το επίπεδο της κεφαλής. Η ρίψη από τη μια πλευρά, επανεγκαθιστά περισσότερο σύνθετα νευρομυϊκά διαγώνια πατέντα ενώ η ρίψη πάνω και πίσω από το κεφάλι αναπτύσσει την συνεργασία και η

επαναφορά βοήθα στο να ανακτηθεί η ισορροπία και η ιδιοδεκτικότητα (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007). Για μεγαλύτερη δυσκολία η ρίψη μπορεί να πραγματοποιηθεί από στήριξη πάνω σε ασταθή επιφάνεια (μπάλα γυμναστικής) (εικ.3.8.1ζ), ή σε συνδυασμό με προσπάθεια μονοποδικής σταθεροποίησης πάνω σε δίσκο ισορροπίας, σε συνδυασμό με προσπάθεια επαναλαμβανόμενων ρίψεων (εικ.3.8.1η) (Prentice, 2003) (Borsa et al., 1994). Σε αυτή την άσκηση η προσπάθεια μονοποδικής σταθεροποίησης πάνω στον δίσκο ισορροπίας σε συνδυασμό με την επαναλαμβανομένη ρίψη μπάλας μπορεί να γίνει εναντία στην διατάραξη ισορροπίας από ένα εξωτερικό ερέθισμα που στην περίπτωση αυτή είναι ο θεραπευτής (εικ. 3.8.1θ). Οι δυο τελευταίες ασκήσεις, ε και ζ, αποτελούν σύνθετες ασκήσεις πλειομετρικού ελέγχου των άνω άκρων (Φουσέκης, 2015).

Οι ίδιες ασκήσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν από ημιγονυπετή και γονυπετή θέση. Το βάρος της μπάλας πρέπει να αυξάνεται ανάλογα με τις αντοχές του αθλητή (εικ.3.8.1ι,κ) (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).



3.8.1γ



3.8.1δ



3.8.1ε



3.8.1ζ Πλειομετρική άνω άκρου με τραμπολινό (Φουσέκης, 2015)

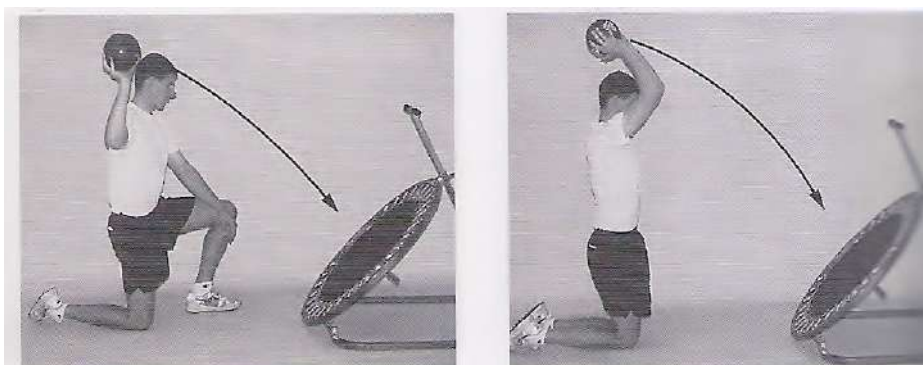


3.8.1η

3.8.1γ,δ,ε,η Πλειομετρικές-ριπτικές άνω άκρου με χρήση τραμπολίνου (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007) (Borsa et al., 1994)



Εικόνα 3.8.10 Πλειομετρική-ριπτική άνω άκρου με διατάραξη ισορροπίας (Φουσέκης, 2015)



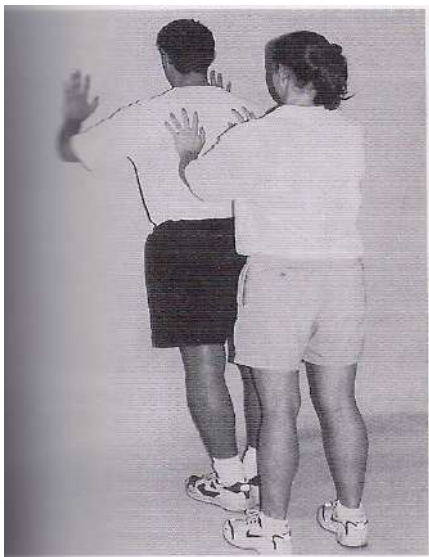
ι
3.8.1ι,κ Πλειομετρική-ριπτική άνω άκρου σε ημιγονυπετή-γονυπετή
 (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007)

Παρακάτω παρουσιάζονται και άλλες πλειομετρικές ασκήσεις από διάφορες θέσεις. Από πρηνή θέση πραγματοποιείται επαναλαμβανόμενη ρίψη μπάλας για πλειομετρική ενδυνάμωση των μυών της ωμικής ζώνης (εικ. 3.8.1λ) (Φουσέκης, 2015). Από όρθια θέση, ο αθλητής επιβραδύνει αρχικά τις δυνάμεις του και στη συνέχεια αντιστέκεται στην ώθηση του θεραπευτή και προσπαθεί να απομακρυνθεί απ' τον τοίχο (εικ. 3.8.1μ) (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007). Από θέση push-up ο αθλητής πραγματοποιεί κάμψεις με παλαμάκια (εικ.3.8.12α, β) (Φουσέκης, 2015). Πλειομετρικές κάμψεις αγκώνων μπορούν να πραγματοποιηθούν και πάνω σε κουτιά όπου ο αθλητής μπορεί να προδιατείνει τους μυς της πρόσθιας επιφάνειας του ώμου για την διευκόλυνση της μειομετρικής συστολής (Prentice, 2003) (Borsa et al., 1994).

Για μεγαλύτερη αύξηση της δυσκολίας, τα push-ups εκτελούνται με στήριξη του ενός χεριού μόνο σε σταθερή βάση (εικ. 3.8.12γ) αλλά και ασταθή βάση, όπως μια μπάλα (εικ. 3.8.12δ,ε) (Φουσέκης, 2015).



Εικόνα 3.8.1λ Επαναλαμβανόμενη ρίψη μπάλας από πρηνή θέση (Φουσέκης, 2015)



Εικόνα 3.8.1μ Πλειομετρική ενδυνάμωση με τη βοήθεια του θεραπευτή (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007)



Εικόνα 3.8.12 α,β Κάμψεις αγκώνων με παλαμάκια
 (α) Αρχική θέση, (β) Εκτέλεση
 (Φουσεέκης, 2015)



Εικόνα 3.8.12γ Κάμψεις πάνω σε κουτιά
 (Prentice, 2003) (Borsa et al., 1994)

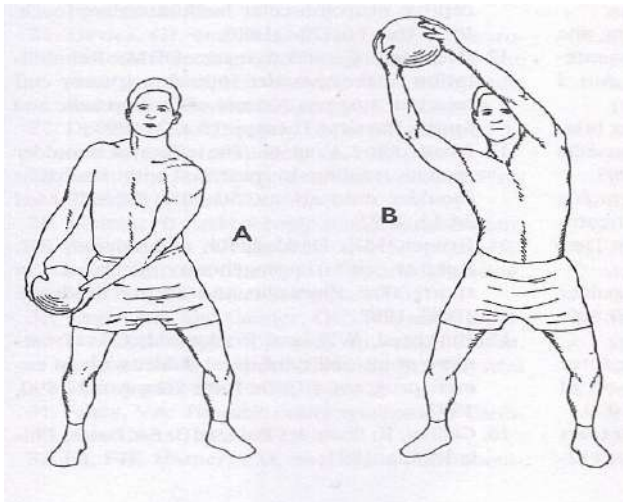


Εικόνα 3.8.12δ Push-ups με στήριξη του ενός χεριού σε σταθερή βάση
 (Φουσεέκης, 2015)



Εικόνα 3.8.12ε Push-ups με στήριξη του ενός χεριού σε ασταθή βάση
 (Φουσεέκης, 2015)

Ακολουθεί ένα παράδειγμα πλειομετρικών ασκήσεων όπου οι δραστηριότητες διάτασης-βράχυνσης εκτελούνται σ' ένα ασφαλές ελεγχόμενο σχήμα, με ελαφρά αντίσταση και στη συνέχεια αυξάνει η ταχύτητα και η αντίσταση σε ανεκτά όρια από τον τραυματία (Σάτκα & Σπυριδόπουλος, 2003). Ο θεραπευτής ρίχνει μια μπάλα με βάρος στον τραυματία, ο οποίος καλείται να την πιάσει σε διάφορες θέσεις του ώμου και αμέσως να τη ρίξει πίσω χρησιμοποιώντας το αμοιβαίο σχήμα (εικ 3.8.13 α,β). Ο αθλητής πιάνει την μπάλα με βάρος σε (α) σχήμα διαγώνιας έκτασης και σε (β) σχήμα διαγώνιας κάμψης.



Εικόνα 3.8.13 α,β Πλειομετρικές ασκήσεις σε πατέντα PNF (Σπυριδόπουλος, 2003)

3.9 Οι Μυϊκές διατάσεις

Η διάταση του μυοτενόντιου συνόλου αυξάνει το μήκος της μυοτενόντιας μονάδας, την ελαστικότητα των μυών, διευκολύνει την κινητικότητα της άρθρωσης, αλλά ενεργοποιεί και τους ιδιοδεκτικούς υποδοχείς. Συγκεκριμένα, η γρήγορη διάταση, ενεργοποιεί την μυϊκή άτρακτο, αυξάνει την τάση του μυ και οδηγεί σε αύξηση του ερεθισμού των ινών τύπου I. Αντίθετα, η αργή επιμήκυνση του μυ πέρα από το μήκος ηρεμίας του ενεργοποιεί το όργανο Golgi, το οποίο αναστέλλει την τάση

στο μυ. (Φουσέκης, 2007). Ως αναφορά στις δυναμικές διατάσεις, το άτομο εκτελεί κινήσεις σε ένα σταθερά αυξανόμενο, εύρος κίνησης για 10-12 επαναλήψεις (Μακρυγιάννη, 2014).

3.9.1 Διατάσεις νευρομυϊκής διευκόλυνσης (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation ή PNF)

Τεχνικές Κράτα-Χαλάρωση

Στην ιδιότητα του μυ να μειώνει την αντίστασή του στη διάταση όταν προηγείται χαλάρωση, βασίζονται και οι διατάσεις PNF. Οι τεχνικές που εφαρμόζονται είναι: κράτα-χαλάρωση, κράτα-χαλάρωση με σύσπαση του ανταγωνιστή και σύσπαση του ανταγωνιστή. Ως αναφορά στην τεχνική κράτα-χαλάρωση ο τραυματίας εκτελεί μια ισομετρική συστολή στο τέλος της κίνησης του βραχυμένου μυ και ο θεραπευτής εκτελεί έπειτα από αυτό την παθητική διάταση. Η διαφορά στην τεχνική κράτα-χαλάρωση με σύσπαση ανταγωνιστή, βρίσκεται στο ότι μετά από την ισομετρική σύσπαση του μυ, και την χαλάρωση, ακολουθεί σύσπαση του ανταγωνιστή, κατά την οποία ο τραυματίας συσπά δυναμικά τον ανταγωνιστή μυ, ενάντια σε αντίσταση που εφαρμόζεται από τον θεραπευτή. Με αυτό το μηχανισμό το αποτέλεσμα είναι να προκληθεί αμοιβαία αναστολή του βραχυμένου μυ, κ έτσι αυτός να επιμηκυνθεί πιο εύκολα (Φουσέκης, 2007).

Στην έρευνα των Minshull et al. (2013) εφαρμόστηκε πρόγραμμα διατάσεων PNF σε μια ομάδα 18 ατόμων για 8 εβδομάδες και διαπιστώθηκε ότι αυξήθηκε η ευλυγισία των ατόμων, αλλά και η δυναμική σταθερότητα των αρθρώσεων. Οι αντενδείξεις των συγκεκριμένων διατάσεων αφορούν περιπτώσεις που ο τραυματίας έχει υποστεί κάταγμα ή εμφανίζει αιμάτωμα ή φλεγμονή (Minshull, Eston, Bailey, & Gleeson, 2013), (Φουσέκης, 2007).

3.10 Κινητοποίηση

3.10.1 Ορισμός

Η λέξη κινητοποίηση χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα διαφορετικά είδη τεχνικών κινητοποίησης. Η κινητοποίηση μαλακών μορίων (μάλαξη, ενεργητική χαλάρωση μυών, παθητική διάταση), κινητοποίηση αρθρώσεων (βασική, προχωρημένη, ώθηση, έλξη και διολίσθηση), κινητοποίηση νευρικού ιστού και ασκήσεις κινητοποίησης εφαρμόζονται σε τεχνικές που έχουν ως στόχο την αύξηση κινητικότητας. Η κινητοποίηση-manual παθητική κινητοποίηση αρθρώσεων εφαρμόζεται ως αργή κινητοποίηση, γρήγορο manipulation ή ταλάντευση και δόνηση. Ο χειρισμός (manipulation) ορίζεται η μικρού εύρους υψηλής ταχύτητας παθητική κίνηση στο τέλος των ανατομικών ορίων της άρθρωσης αλλά σε αντίθεση με την κινητοποίηση ο τραυματίας είναι ανίκανος να σταματήσει την κίνηση. Η έλξη (traction), οι δονήσεις και οι ταλαντώσεις χρησιμοποιούνται ως τεχνικές ανακούφισης από τα συμπτώματα (Σπυριδόπουλος & Σάτκα, 2003).

Η κινητοποίηση διακρίνεται σε φυσιολογικές και επικουρικές (συνοδευτικές κινήσεις και joint play). Οι συνοδευτικές κινήσεις, συνοδεύουν ενεργητικές κινήσεις, π.χ. άνω στροφή ωμοπλάτης στην κάμψη ώμου. Οι Joint play (επικουρικές κινήσεις) είναι οι ενδοαρθρικές κινήσεις που εκτελούνται μόνο παθητικά και κάποιες από αυτές είναι η απομάκρυνση, ολίσθηση, συμπίεση, κύλιση και περιστροφή των αρθρικών επιφανειών (Σπυριδόπουλος & Σάτκα, 2003).

3.10.2 Παράμετροι Κινητοποίησης

Οι ταλαντώσεις πρέπει να εφαρμόζονται για 60-120 λεπτά και να αποτελούνται από 1-5 σετ των 5-60 δευτερολέπτων. Το παρατεταμένο κράτημα εφαρμόζεται 5-30 δευτερόλεπτα, 1-5 επαναλήψεις και συνήθως στο τέλος εύρους κίνησης. Ο τύπος I μηχανοϋποδοχέων διεγείρεται με τις

ταλαντώσεις και το παρατεταμένο κράτημα στο μεσαίο εύρος ενώ ο τύπος II στην τελική τροχιά.

Τέλος το χαμηλό επίπεδο παρατεταμένου κρατήματος διεγείρει τον τύπο III των μηχανικών υποδοχέων (Σπυριδόπουλος & Σάτκα, 2003).

3.10.3 Κανόνες Κινητοποίησης

Πολύ σημαντικό ρόλο παίζει η σταθερότητα και άνεση στα χέρια του θεραπευτή που θα εμπνεύσει εμπιστοσύνη στον τραυματία. Ο θεραπευτής χρησιμοποιεί τη καλή μηχανική του σώματος και τη βοήθεια από την βαρύτητα. Η κινητοποίηση πραγματοποιείται κάτω από το όριο του πόνου (Σπυριδόπουλος & Σάτκα, 2013).

Οι αντενδείξεις για την κινητοποίηση είναι η υπερκινητικότητα, η αρθρική διόγκωση, η φλεγμονή, τα κατάγματα οστών, το εξάρθημα ή πλήρης συνδεσμική ρήξη, τα οστεόφυτα και η οστεοπόρωση (Σπυριδόπουλος & Σάτκα, 2013).

Οι εξειδικευμένες τεχνικές κινητοποίησης και οι τεχνικές χειρισμών mobilization/manipulation, διαπιστώθηκε ότι είναι πιο αποτελεσματικές από την απλή κίνηση. Οι τεχνικές αυτές, εκτός από τις υπόλοιπες σημαντικές επιδράσεις τους στην άρθρωση, διεγείρουν τους εμμύελους αρθρικούς μηχανοϋποδοχείς (τύπου A, B). Οι τεχνικές παθητικής κίνησης των αρθρώσεων μπορούν να έχουν άμεση και σημαντικά ευεργετική επίδραση στη Σ.Σ. και την ιδιοδεκτικότητα των άκρων (Γουδεβένος, Σαρατσιώτης, Οικονομοπούλου) (Clark et al., 2015; Taylor & Murphy, 2008).

3.10.4 Αποτελέσματα της Κινητοποίησης-Χειρισμών

Τα αποτελέσματα της κινητοποίησης των αρθρώσεων είναι νευροφυσιολογικά και μηχανικά. Σύμφωνα με τους Basbaum & Fields, (1984), με την διέγερση των μηχανοϋποδοχέων αναστέλλεται η μεταφορά ερεθισμάτων πόνου στο επίπεδο του νωτιαίου μυελού και του εγκεφαλικού στελέχους. Η αρθρική κινητοποίηση διατηρεί την ιδιοδεκτική

επανατροφοδότηση (Σπυριδόπουλος & Σάτκα, 2013). Οι τεχνικές μάλαξης συνδετικού ιστού και μαλακών μορίων, επιδρούν στο δέρμα, την περιτονία και τους μυς, τα οποία είναι πλούσια σε μηχανοϋποδοχείς (Clark et al., 2015).

Με μια φυσιολογική κίνηση εξασφαλίζονται οι αισθητικές πληροφορίες για την στατική θέση και την αίσθηση της ταχύτητας της κίνησης από τους τύπου I υποδοχείς που βρίσκονται στον αρθρικό θύλακο, την αίσθηση της κατεύθυνσης της κίνησης από τους τύπου II υποδοχείς στα βαθύτερα στρώματα του αρθρικού θυλάκου), τις αλλαγές στην ταχύτητα της κίνησης μέσω των τύπου I, και III υποδοχέων στους αρθρικούς συνδέσμους και τον ερεθισμό των υποδοχέων του πόνου από τους τύπου IV υποδοχείς στον ιώδη δακτύλιο, τους συνδέσμους, το αρθρικό λίπος, το περίοστεο, και τα τοιχώματα των αγγείων (Σπυριδόπουλος & Σάτκα, 2013).

3.10.5 Χειρισμοί Κινητοποίησης

Ενώ η άρθρωση βρίσκεται σε χαλαρή θέση, 55° απαγωγής, 30° οριζόντιας προσαγωγής, πραγματοποιείται κινητοποίηση της άρθρωσης-επικουρικές κινήσεις. Στις δυο πρώτες εικόνες (3.10.5α,β) πραγματοποιείται μια προσθιοπίσθια και μια οπισθοπρόσθια ολίσθηση γληνοβραχιόνιας άρθρωσης αντίστοιχα όπου η κατεύθυνση της κινητοποίησης υποδεικνύεται με το βέλος. Στις επόμενες εικόνες 3.10.5 γ,δ εκτελείται ουραία ολίσθηση γληνοβραχιόνιας άρθρωσης από ουδέτερη θέση (γ) και από θέση 90° απαγωγής (δ). Ενώ υποστηρίζεται ο βραχίονας του ασθενούς μεταξύ του άνω άκρου και του κορμού, τοποθετούνται τα χέρια στο εγγύς βραχιόνιο όσο το δυνατόν πιο κοντά στον άξονα από τη μέση και την έξω πλευρά και με τα δύο χέρια και πραγματοποιείται μετακίνηση της κεφαλής του βραχιονίου, πλευρικά, πρόσθια, σε ένα κατώτερο επίπεδο, και κάθετα στην επιφάνεια της άρθρωσης του βραχιονίου (Hill, 2009). Παρακάτω παρουσιάζεται η έλξη της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης (εικ.3.10.5ε,ζ,η,θ). Όπου (ε) αρχική λαβή σταθεροποίησης, (ζ) αξονική τύπου έλξη, (η) έλξη

κάθετη του επιπέδου θεραπείας, (θ) έλξη με εφαρμογή ζώνης. Στην εικόνα 3.10.5ι εκτελείται οπίσθια ολίσθηση της άρθρωσης για διάταση του οπίσθιου τμήματος του θύλακα της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης (Μπίλλη, 2007). Οι κινήσεις ολίσθησης μπορούν να συνδυαστούν με έλξη. Τέτοια παραδείγματα παρουσιάζονται στις εικόνες 3.10.5κ,λ και μ, όπου ο θεραπευτής υποστηρίζει τον βραχίονα του τραυματία μεταξύ του άκρου και του κορμού του, και εφαρμόζει έλξη βαθμού I στην GH άρθρωση με το καθοδηγητικό χέρι, ενώ με το άλλο χέρι του οδηγεί το βραχίονιο σε μια πρόσθια, οπίσθια και μια χαμηλότερη κατεύθυνση αντίστοιχα (Hill, 2009).



Εικόνα 3.10.5α: Προσθιοπίσθια ολίσθηση γληνοβραχιόνιας άρθρωσης (Μπίλλη, 2007)



Εικόνα 3.10.5β: Οπισθοπρόσθια ολίσθηση γληνοβραχιόνιας άρθρωσης (Μπίλλη, 2007)



Εικόνα 3.10.5γ: Ουραία ολίσθηση γληνοβραχιόνιας άρθρωσης από ουδέτερη θέση (Μπίλλη, 2007)



Εικόνα 3.10.5δ: Ουραία ολίσθηση GH από θέση απαγωγής 90° (Μπίλλη, 2007)



Εικόνα 3.10.5ε: Έλξη GH-αρχική λαβή σταθεροποίησης (Μπίλλη, 2007)



Εικόνα 3.10.5ζ: Έλξη GH-αξονική τύπου έλξη (Μπίλλη, 2007)



Εικόνα 3.10.5η: Έλξη κάθετη του επιπέδου θεραπείας (Μπίλλη, 2007)



Εικόνα 3.10.5θ: Έλξη με την εφαρμογή ζώνης (Μπίλλη, 2007)



Εικόνα 3.10.5ι: Οπίσθια ολίσθηση της άρθρωσης (Μπίλλη, 2007)



Εικόνα 3.10.5κ Επρόσθια ολίσθηση της άρθρωσης με ταυτόχρονη έλξη (Hill, 2009)



Εικόνα 3.10.5λ Οπίσθια ολίσθηση της άρθρωσης με ταυτόχρονη έλξη (Hill, 2009)



Εικόνα 3.10.5μ Χαμηλή ολίσθηση της άρθρωσης με ταυτόχρονη έλξη (Hill, 2009)

3.11 Ασκήσεις βελτίωσης του Αντανακλαστικού Νευρομυϊκού Ελέγχου

Ο σκοπός των ασκήσεων βελτίωσης της αντανακλαστικής νευρομυϊκής δραστηριότητας είναι η διέγερση των αντανακλαστικών οδών από αρθρικούς και μυοτενόντιους υποδοχείς προς τους σκελετικούς μυς. Ενεργοποιούνται οι μηχανισμοί στο επίπεδο του N.M. (πίνακας 3.11) (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007· Φουσέκης, 2015).

Λόγω των υψηλών απαιτήσεων αυτών των ασκήσεων εκτελούνται από αθλητές ή άτομα που αθλούνται. Οι ασκήσεις αυτές μειώνουν τον αντανακλαστικό χρόνο του ασκούμενου, μειώνοντας τον χρόνο της αντανακλαστικής μυϊκής σύσπασης σε απρόβλεπτες φορτίσεις της άρθρωσης με αποτέλεσμα να έχει καλύτερη αντίδραση και να

προλαμβάνεται ο τραυματισμός (εικ. 3.11 β,γ). Η αντανακλαστική μυϊκή δραστηριοποίηση αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο στην εκτέλεση των ασκήσεων δυναμικής σταθεροποίησης της άρθρωσης. Ως εκ τούτου θα πρέπει να συνοδεύουν τις ασκήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης, ώστε η άρθρωση να είναι λειτουργικά σταθερή και να αποφευχθεί κάποιος νέος τραυματισμός ή να προληφθεί (Μπενέκα, Μάλλιου Π., Πάφης, Μάλλιου Β., Κούτρα, 2015· Φουσέκης, 2015).

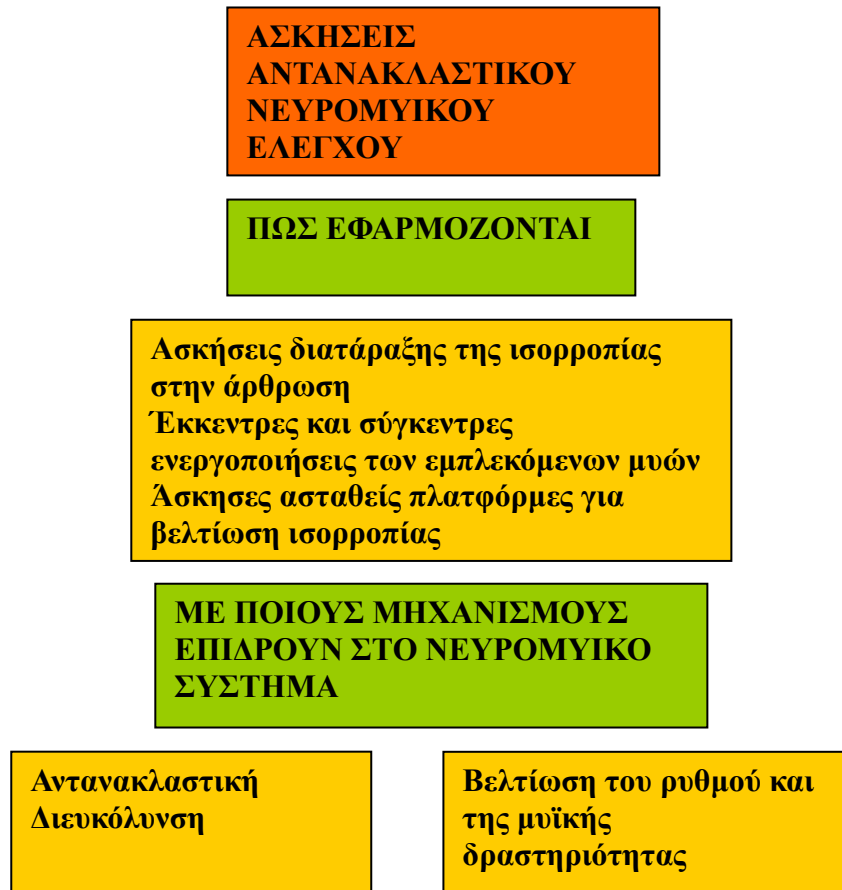
Μπορούν να πραγματοποιηθούν σε σταθερή ή ασταθή επιφάνεια με τη χρήση θεραπευτικών μπαλών και πλατφόρμων ισορροπίας. Επίσης οι ασκήσεις ρυθμικής ενεργοποίησης PNF και η πλειομετρική προπόνηση ενισχύουν τον νευρομυϊκό έλεγχο μέσω της επίδρασης τους στη μυϊκή ενεργοποίηση και μπορούν να χρησιμοποιηθούν λάστιχα είτε ειδικός εξοπλισμός όπως για παράδειγμα το σύστημα προπόνησης Vertimax (εικ. 3.11α) (Φουσέκης, 2015).



Εικόνα 3.11α Ασκήσεις αντανακλαστικού νευρομυϊκού ελέγχου με λάστιχα με ειδικό εξοπλισμό στον αγωνιστικό χώρο (Vertimax V8 - Βελτίωση των Αθλητικών Επιδόσεων (serinth.gr))

Πίνακας 3.11 Ασκήσεις αντανακλαστικού νευρομυϊκού ελέγχου
(Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007)

<https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/366/1/KEF.5.pdf>





Εικόνα 3.11β

Εικόνες 3.11β,γ Ασκήσεις αντανακλαστικού νευρομυϊκού ελέγχου με διαταραχή της ισορροπίας
(Μπενέκα κ.ά., 2015)

<https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/366/1/KEF.5.pdf>



Εικόνα 3.11γ

3.12 Λειτουργικές ασκήσεις ανάλογα με το άθλημα

Η αρχή της εξειδίκευσης πρέπει να ενσωματωθεί καθώς οι εξειδικευμένες αθλητικές ασκήσεις θα χρησιμεύσουν στο να δημιουργήσουν ένα νευρομυϊκό πρόγραμμα ειδικά για αυτές τις δραστηριότητες. Η πλήρης αποκατάσταση επέρχεται όταν ο αθλητής μπορεί να εκτελέσει στο μέγιστο, και χωρίς πόνο ή λειτουργική απώλεια, κινήσεις που σχετίζονται με το άθλημά του. Αυτές οι δεξιότητες θα πρέπει να αποκτηθούν και να δοκιμαστούν πριν ο αθλητής επιστρέψει στον αγώνα (Laskowski et al., 1997).

Οι λειτουργικές ασκήσεις προσομοιάζουν το άθλημα και κατ' επέκταση τις κινήσεις που πραγματοποιεί ο αθλητής κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας οι οποίες έχουν διαγώνιο χαρακτήρα και οι απαιτήσεις νευρομυϊκού συντονισμού είναι αυξημένες καθώς δεν πραγματοποιούνται σ' ένα μόνο επίπεδο. Θα πρέπει να εφαρμόζονται σε προχωρημένα στάδια της αποκατάστασης και μπορούν να προσαρμοστούν στις ασκήσεις

ιδιοδεκτικότητας, επανατοποθέτησης, δυναμικής σταθεροποίησης και αντανακλαστικού ελέγχου (Φουσεκής, 2015).

Ένα παράδειγμα εξειδικευμένων ασκήσεων είναι οι ασκήσεις αντίστασης με επιβάρυνση (π.χ. η ταλάντευση μιας ρακέτας του τένις ή ενός ροπάλου του μπίτζμπολ) που θα μπορούσαν να δημιουργήσουν νευρομυϊκό ίχνος μνήμης στον εγκέφαλο το οποίο μπορεί ο αθλητής να το ανακαλέσει όταν το χρειαστεί. Για παράδειγμα, ένας παίκτης του μπίτζμπολ μπορεί να εξασκηθεί στο τρέξιμο γύρω από τις βάσεις, ένας αθλητής ακοντίου με τραυματισμό ώμου μπορεί να εξασκηθεί στις ασκήσεις επανατοποθέτησης με χρήση ειδικής μπάρας που προσομοιάζει το βάρος ακοντίου. Ομοίως ένας παίκτης καλαθοσφαίρισης μπορεί να ασκήσει lay-ups, περιμετρικές βολές και στα αμυντικά γλιστρήματα (Laskowski et al., 1997), (Φουσεκής, 2015).

3.13 Νευρογνωσικά προγράμματα αποκατάστασης- Αποκατάσταση Νευρομυϊκού ελέγχου

Τα νευρογνωσικά προγράμματα (NCTE), τα οποία βασίζονται σε διαδικασίες κινητικής μάθησης, έχουν καλύτερα αποτελέσματα σε τραυματίες με SIS και σε τραυματίες με μειωμένο νευρομυϊκό έλεγχο, μειωμένη ιδιοδεκτικότητα στον ώμο, και σταθερότητα, σε σχέση με τα παραδοσιακά προγράμματα αποκατάστασης. Παρόμοια ευρήματα παρουσιάστηκαν και σε ασθενείς μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο που ακολούθησαν νευρογνωσική προσέγγιση, όπου αυξήθηκε η λειτουργικότητα του άνω άκρου και παρουσιάστηκαν βελτιώσεις στη μυϊκή δύναμη και απτική αισθητικότητα και κιναισθησία. Αυτά τα αποτελέσματα παράγονται από την κατάλληλη δημιουργία συνδέσεων μεταξύ της περιφέρειας και του Κ.Ν.Σ, οι οποίες είναι απαραίτητες για τον εξευγενισμό του προτύπου κίνησης. Ως εκ τούτου, το πρωτόκολλο αποκατάστασης αποκαθιστά την ιδιοδεκτικότητα και τον νευρομυϊκό έλεγχο, που

μεταφράζεται σε βελτιωμένη λειτουργία των ώμων και μείωση πόνου, με τα οφέλη να διατηρούνται για τουλάχιστον 24 εβδομάδες και αποτελεί μια ασφαλή και χρήσιμη τεχνική (Marzetti, Rabini, Piccinini, Piazzini, Vulpiani, Vetrano, Specchia, Ferriero, Bertolini & Saraceni, 2014; Salles, Martin-Casas, Girones, Dura, Lafuente & Perfetti, 2017), (Φουσέκης, 2015).

Τα προγράμματα γνωστικής αισθητικοκινητικής εκπαίδευσης αποτελούν μια προσέγγιση αποκατάστασης που βασίζεται στην διέγερση και τη βελτίωση των ανώτερων λειτουργιών του φλοιού όπως η προσοχή, η μνήμη και η γλώσσα, μέσω των οποίων οι τραυματίες αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον. Η αποκατάσταση επικεντρώνεται στην αισθητηριακή επανεκπαίδευση, η οποία είναι σημαντική για την εκτέλεση λεπτών κινητικών δεξιοτήτων. Πιο συγκεκριμένα ο θεραπευτής δίνει στον τραυματία μια εργασία-άσκηση ιδιοδεκτικότητας και κινητικού προβλήματος και ο τραυματίας χρησιμοποιώντας τις λειτουργίες των ανώτερων φλοιώδων κέντρων, οργανώνει την κινητική του συμπεριφορά. Το άτομο καλείται να διερευνήσει, να αναγνωρίσει και να διακρίνει τα χαρακτηριστικά αντικειμένων χωρίς την οπτική πληροφόρηση, μόνο με την αφή. Κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης αυτών των κατευθυνόμενων σωματοαισθητικών ασκήσεων, τα χωρικά χαρακτηριστικά των αντικειμένων που γίνονται αντιληπτά, ενσωματώνονται με υψηλότερες φλοιώδεις λειτουργίες σε μια διανοητική εκπροσώπηση του σχήματος του αντικειμένου (Myers et al. 1999).

Το πρόγραμμα αποκατάστασης πρέπει να βασίζεται στα στάδια κινητικής μάθησης, κάθε φορά που μια νέα δεξιότητα-άσκηση δίνεται στον τραυματία. Τα στάδια της κινητικής μάθησης είναι τα παρακάτω γνωσιακό στάδιο (cognitive stage), στάδιο προσαρμογής (associative stage), αυτόνομο στάδιο (autonomous stage) (Φουσέκης, 2015).

Στο γνωσιακό στάδιο το πρότυπο κίνησης είναι άκαμπτο, η ταχύτητα απόκρισης του αθλητή μικρή και βασίζεται στη βραχύχρονη μνήμη. Το στάδιο προσαρμογής χαρακτηρίζεται από ταχύτερες κινήσεις και ο τραυματίας ξεκινά την κωδικοποίηση των κινήσεων. Ενώ στο αυτόματο

στάδιο, οι κινήσεις γίνονται αυτόματα καθώς τα κινητικά πρότυπα έχουν εγκατασταθεί στα ανώτερα εγκεφαλικά κέντρα και μένουν ανεπηρέαστα σε μεταβαλλόμενες συνθήκες, συνθήκες απόσπασης προσοχής (Φουσέκης, 2015).

Επίσης οι προτιμήσεις μάθησης του τραυματία είναι καθοριστικός παράγοντας του προγράμματος νευρογνωσιακής αποκατάστασης. Έτσι υπάρχει ο οπτικός, ο ακουστικός, ο γραπτός, ο κιναισθητικός και ο μεικτός τύπος σύμφωνα με την κλίμακα VARK και αναλόγως χρησιμοποιούνται και τα αντίστοιχα μέσα: εικόνες, προγράμματα virtual reality, συσκευή βιοανατροφοδότησης, λεκτική επιβράβευση, ήχοι έναρξης-λήξης της άσκησης, μουσικά μέσα, φυλλάδια, γραπτές οδηγίες, πολυαισθητηριακές πλατφόρμες αντίστοιχα (Φουσέκης, 2015).

Ο τραυματίας θα πρέπει να εκτελεί και ταυτόχρονα να αισθάνεται την κίνηση και ο θεραπευτής να τον διορθώνει στο τέλος. Παρόλο που ο απαραίτητος όγκος προπόνησης-επαναλήψεις για την πρόκληση αναδιοργάνωσης δεν έχει αποσαφηνιστεί, εκτιμάται ότι 60 επαναλήψεις για μια άσκηση μέσα σε ένα διάστημα 10-15 λεπτών προκειμένου να αποφευχθεί ο παράγοντας της κόπωσης ο οποίος όπως αναφέρθηκε λειτουργεί ανασταλτικά, είναι αρκετές (Φουσέκης, 2015). Στην έρευνά τους οι Carpellino et al. δείχνουν ότι μια νευρογνωστική προσέγγιση αποκατάστασης είναι μια αποτελεσματική στρατηγική αποκατάστασης που προσφέρει άμεσα και μακροχρόνια οφέλη (Myers et al. 1999).

3.13α Σύγχρονες μέθοδοι κινητικής μάθησης-βελτίωσης νευρομυϊκού ελέγχου

- ▶ Εξεζητημένες τεχνικές κινητικής μάθησης και κινητικού ελέγχου έρχονται να αντικαταστήσουν τις παραδοσιακές θεραπείες που μπορεί να

είναι κουραστικές και να μειώνουν τα κίνητρα των ασθενών-τραυματιών (Gomez, Llirens, Alcaniz & Colomer, 2011). Στις σύγχρονες μεθόδους κινητικής μάθησης συγκαταλέγονται η νοερή εξάσκηση (motor imagery), οι ασκήσεις καθρεπτισμού, τα βιντεοπαιχνίδια, virtual reality, neuroprothesis exercises, BCI (Brain Computer Interface), EMG Biofeedback.

- ▶ Ως αναφορά στο graded motor imagery, το αρχικό στάδιο περιλαμβάνει τη νοερή εξάσκηση, προβάλλοντας εικόνες άκρων στον τραυματία και ζητώντας του να κρίνει εάν αφορά δεξί ή αριστερό άκρο. Αυτό ενεργοποιεί επιλεκτικά τον προκινητικό φλοιό και τις περιοχές του κινητικού φλοιού. Το δεύτερο στάδιο περιλαμβάνει φανταστικές κινήσεις οι οποίες έχουν δείξει ότι ενεργοποιούν περιοχές του κινητικού φλοιού παρόμοιες με αυτές που ενεργοποιούνται κατά την πραγματική εκτέλεση της κίνησης. Σύμφωνα με τους Leifert-Fiebach, Welfringer, Rabinsky & Brandt (2013), η νοερή ενεργοποίηση του αριστερού χεριού μειώνει την σοβαρότητα της χρόνιας παραμέλησης, και βελτιώνει σημαντικά την ικανότητα κιναισθητικής νοερής εξάσκησης (εικ.3.13δ). Αυτά τα ευρήματα ήταν σταθερά για μια περίοδο πάνω από 3 μήνες, υποδεικνύοντας μακροπρόθεσμα αποτελέσματα προπόνησης. Το τελικό στάδιο περιλαμβάνει τη θεραπεία mirror therapy-ασκήσεις καθρεπτισμού όπου ο τραυματίας τοποθετεί το προσβεβλημένο άκρο μέσα στο κουτί-καθρέπτη και παρακολουθεί τις κινήσεις του μη προσβεβλημένου άκρου στον καθρέπτη αποκτώντας την ψευδαίσθηση ενός προσβεβλημένου άκρου που κινείται χωρίς πόνο. Αυτή η διαδικασία ενεργοποιεί τον κινητικό φλοιό και παρέχει οπτική προσαγωγό πληροφόρηση στο φλοιό ότι οι κινήσεις συμβαίνουν χωρίς παρεμπόδιση (εικ.3.13 β,γ) (Bowering, O'Connell, Tabor, Catley, Leake, Moseley, & Stanton, 2013).

Από την άλλη πλευρά οι Ramos-Murguialday et al., (2011) παρατήρησαν ότι η νοερή εξάσκηση (MI) δεν προκάλεσε σημαντική αλλαγή δραστηριοποίησης στον εγκέφαλο σε αντίθεση με την MI εφαρμοζόμενη συνδυαστικά με παθητική κίνηση και ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας. Επίσης η νευρομυϊκή ηλεκτρική διέγερση (NMES) που

έχει αναπτυχθεί για την αποκατάσταση των κινήσεων των άκρων χρησιμοποιώντας τις μυϊκές ίνες που έχουν απομείνει, διεγείρει τα νευρικά δίκτυα στον εγκέφαλο ως ενεργητικές ή παθητικές κινήσεις, προκαλώντας προσαγωγή κινητικά μοτίβα και βοηθώντας στην κατάταξη της νοεράς εξάσκησης (Vidaurre, Pascual, Ramos-Murguialday, Lorenz, Blankertz, Birbaumer, & Müller, 2013).

Οι νευροπροθέσεις είναι βοηθητικές συσκευές που είναι ικανές να αντικαταστήσουν μια κατεστραμμένη κινητική λειτουργία που προκαλείται από ένα τραυματισμό στις άνω μούρες του Ν.Μ. ή από γενετικές νευρομυϊκές/ νευροεκφυλιστικές ασθένειες. Οι νευροπροθέσεις των άκρων επιτρέπουν σε άτομα με σοβαρές κινητικές δυσκολίες να ελέγξουν την διέγερση από τα εμφυτευμένα μυοηλεκτρόδια καταγραφής για να πραγματοποιήσουν άνοιγμα και κλείσιμο του χεριού, κάμψη, έκταση του αγκώνα και ωμική σταθεροποίηση και να ανακτήσουν ικανότητες αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον με αποτέλεσμα να έχουν θετική επίδραση στην ποιότητα της ζωής τους. Μια καινοτομία ως αναφορά στα άτομα χωρίς εκούσιο μυϊκό έλεγχο αποτελούν τα BCI (Brain-computer Interfaces), συστήματα που στοχεύουν στο να παρέχουν έλεγχο μέσω μιας εφαρμογής υπολογιστή ή μιας νευροπρόθεσης με τη βοήθεια μόνο της εγκεφαλικής δραστηριότητας (Pascual, Velasco-Alvarez, Muller & Vidaurre, 2012).

Σύμφωνα με τους Grimm, Walter, Spüler, Naros, Rosenstiel, & Gharabaghi, (2016) η ιδιοδεκτική ανατροφοδότηση ενισχύει την εγκεφαλική αυτορρύθμιση των ταλαντώσεων βήτα κυμάτων(beta-bands) σε αντίθεση με την οπτική ανατροφοδότηση μόνο, και αυτές οι ταλαντώσεις με την σειρά τους συσχετίζονται με την αύξηση στη φλοιονωτιαία διέγερση που ακολουθείται της BRI (Brain Robot Interface) προπόνησης.

Οι νευροπροσθετικές ασκήσεις που βασίζονται σε ρομποτική εγκεφαλική ανατροφοδότηση μπορούν να προκαλέσουν αλλαγές στη συνδεσιμότητα μεταξύ των κινητικών δικτύων του φλοιού και να προκαλέσουν αναδιοργάνωση των κινητικών συνδέσεων στο επίπεδο του

N.M κάτι το οποίο παρέχει καλύτερες προοπτικές αποκατάστασης. Σε αυτό το πείραμα, έγινε αναπαράσταση των αρθρικών γωνιών του εξωσκελετού μέσω VR άμεσα ενώ οι δυνάμεις λαβής ενισχύθηκαν στην εικονική πραγματικότητα στην οθόνη για την ανατροφοδότηση της φυσικής λειτουργίας των χεριών (εικ. 3.13α) (Grimm, Walter, Spüler, Naros, Rosenstiel, & Gharabaghi, 2016).

Προγράμματα αποκατάστασης που βασίζονται στα συστήματα εικονικής πραγματικότητας (virtual reality) παρέχουν διαδραστικά 3-D περιβάλλοντα και είναι πολύ αποτελεσματικά ειδικά σε νευρολογικούς ασθενείς. Μεταξύ των Sony Playstation II EyeToy, Nintendo Wii, and Microsoft Xbox 360 Kinect, το τελευταίο με την τελευταίας τεχνολογίας κάμερα μπορεί να αντιληφθεί το σώμα και τις κινήσεις των άκρων σε 3 διαστάσεις χωρίς να απαιτεί τηλεχειριστήριο ή ενεργό/παθητικό δείκτη. Στο πρόγραμμα αποκατάστασης VR χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα παιχνίδια Mouse Mayhem, Traffic Control, Balloon Buster, and Mathercising from Dr. Kawashima's Body and Brain Exercises package και απαιτούσαν ενεργητικές κινήσεις των άνω άκρων. Συγκεκριμένα οι ασθενείς εκτέλεσαν ενεργητική απαγωγή-προσαγωγή ώμων και κάμψη-έκταση αγκώνων. Τα αισθητηριακά ερεθίσματα σε διάφορα επίπεδα όπως ο γνωστικός σχεδιασμός της κινητικής δραστηριότητας και κίνησης οδηγούν σε μόνιμη κινητική, ανατομική, φυσιολογική και συμπεριφορική αναδιοργάνωση του Κ.Ν.Σ. Μέσω των VR εκτελούνται έντονες, επαναλαμβανόμενες, στοχευμένες κινήσεις (Ikbali, Mirzayev, Yemisci & Cosar, 2018).

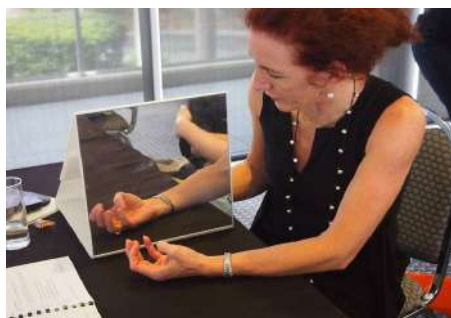
Ένα άλλο μέσο VR που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην αποκατάσταση των άνω άκρων και είναι προσιτό στο ευρύ κοινό αφορά το πρόγραμμα για smartphone και tablet καθώς είναι προσιτό και υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης του προγράμματος για οικιακή χρήση (εικ.3.13ε) (Choi & Paik, 2018).

Με το συνδυασμό νευροπρόθεσης με BMI (Brain Motor Interface) που είναι βασμένα στη μυϊκή και φλοιώδη δραστηριότητα, τον εξωσκελετό και την NMES μπορεί να επιτευχθεί προπόνηση ανατροφοδότησης μέσω

εικονικού περιβάλλοντος σε μια άσκηση επιλογής δυαδικού στόχου . Αυτά παρουσιάζονται στις παρακάτω εικόνες (εικ. 3.13 η-ι). Στην πρώτη συνεδρία (επάνω εικόνα) ζητήθηκε από τον χρήστη να μετακινήσει ένα εικονικό άκρο σε μια οθόνη που μιμείται την επιλογή δυο στόχων (αριστερά/δεξιά) και η δοκιμασία θεωρούταν επιτυχής εάν ο χρήστης μπορούσε να κρατήσει το τόξο μεταξύ των ορίων που απεικονίζονται με την κόκκινη γραμμή για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (εικόνες 3.13η). Στην δεύτερη συνεδρία (κάτω εικόνα), χρησιμοποιήθηκε η συσκευή αντιστάθμισης βαρύτητας, Hocoma ArmeoSpring και η οποία παρέχει 1 βαθμό ελευθερίας. Η πράσινη γραμμή απεικονίζει την τροχιά της νευροπρόθεσης. Η πρώτη δοκιμασία της νοερής εξάσκησης έδειξε ότι μια επιτυχία εκτέλεσης σε ποσοστό 80% είναι επιθυμητή καθώς είναι καλός δείκτης επιτυχίας της δεύτερης δοκιμασίας.



Εικόνα 3.13α Ολοκληρωμένη νευροπρόθεση με ανατροφοδότηση μέσω εικονικού περιβάλλοντος (Grimm et al., 2016)

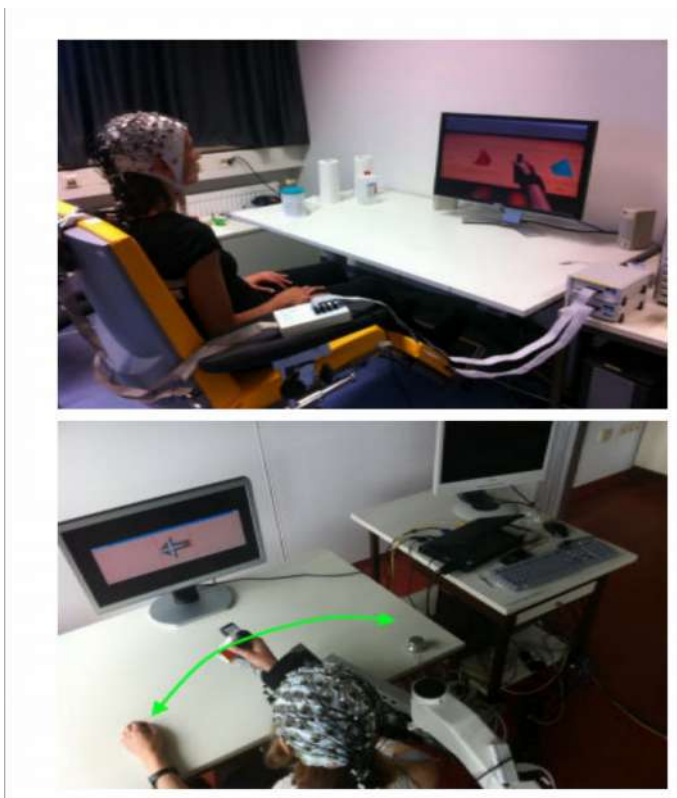


Εικόνα 3.13β



Εικόνα 3.13γ

Εικόνες 3.13β,γ *Mirror therapy-ασκήσεις καθρεπτισμού* [motor imagery - Bing](#)



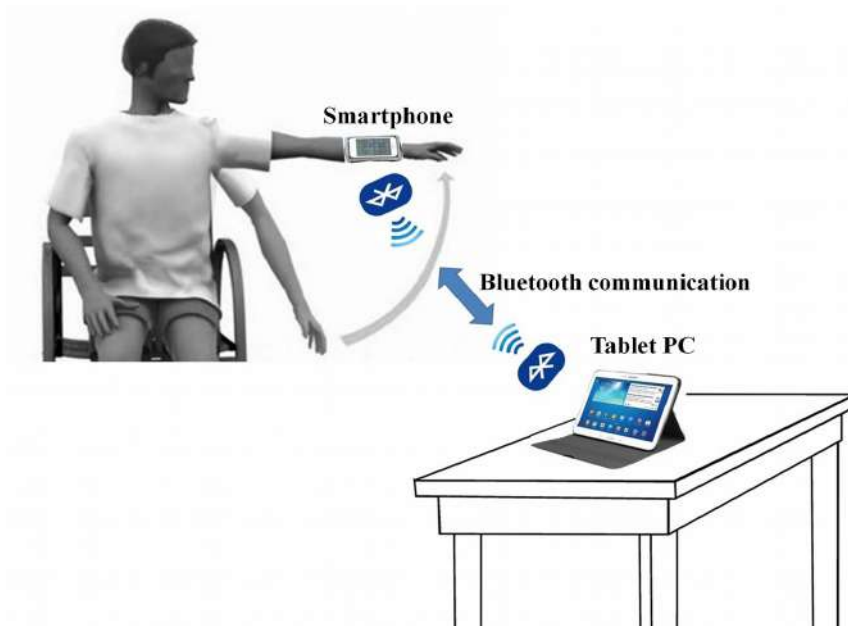
Εικόνα 3.13η-θ *Νευροπρόθεση άνω άκρου με BCI*
(Pascual, et al., 2012)

















Εικόνα 3.13ι Σκρίνσοτ από την ανατροφοδότηση στην 1^η συνεδρία
(Pascual, et al., 2012)



Εικόνα 3.13δ Νοερή εξάσκηση- Motor imaginery
(Leifert-Fiebach, et al., 2013)



Εικόνα 3.13ε *Mobile Game-based Virtual Reality Program*
(Choi & Paik, 2018)

Game contents	Game applications		
Honey Pot Guard 			
Protect the Bunny 			
Put Out Fire 			
Flower Splash 			

Εικόνα 3.13ζ *Mobile Game-based Virtual Reality Program-Περιεχόμενα παιχνιδιών*
(Choi & Paik, 2018)

3.14 Παράμετροι προοδευτικότητας προγράμματος νευρομυϊκού ελέγχου

Στο πρόγραμμα αποκατάστασης θα πρέπει να εφαρμοστούν οι αρχές της προοδευτικότητας και της τυχαιοποίησης αναλόγως με το στάδιο κινητικής μάθησης που βρίσκεται. Επομένως σύμφωνα με την πρώτη αρχή, στα πρώτα στάδια της μάθησης θα πρέπει να δίνεται έμφαση στο μεγάλο αριθμό των επαναλήψεων ώστε να εγκατασταθούν τα κινητικά πρότυπα και έπειτα να εισάγεται η επόμενη άσκηση. Στο στάδιο αυτοματοποίησης αφού έχουν εγκατασταθεί τα κινητικά πρότυπα, θα εισαχθεί η εναλλαγή των ασκήσεων για περαιτέρω βελτίωση. Ένα παράδειγμα είναι σε αθλήτη με ρήξη υπερακανθίου, σε μια συνεδρία θα γίνουν ασκήσεις διατάραξης της ισορροπίας σε όρθια θέση αρχικά και με τα δυο άνω άκρα, με ανοιχτά μάτια, προοδευτικά αυξάνοντας τη δυσκολία, με το ένα άνω άκρο και στη συνέχεια με κλειστά μάτια. Η τυχαιοποίηση μπορεί να αφορά εκτός από τις παραμέτρους μέσα στην ίδια την συνεδρία, την τυχαιοποίηση της ώρας και της ημέρας της συνεδρίας μέσα σε ένα χρονικό διάστημα (Φουσέκης, 2015).

Κάποιοι άλλοι σημαντικοί παράγοντες προοδευτικότητας του προγράμματος αφορούν τη συμμετοχή όλης της κινητικής αλυσίδας ή όχι σε μια άσκηση, τη συμμετοχή της τραυματισμένης άρθρωσης ή μιας δευτερεύουσας, το εύρος τροχιάς της κίνησης, καθώς όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, στις ακραίες θέσεις τροχιάς κίνησης ενεργοποιούνται περισσότερο οι αρθρικοί υποδοχείς, ενώ σε μέση τροχιά οι μυοτενόντιοι υποδοχείς και η ταχύτητα διεξαγωγής των ασκήσεων, που μπορεί να μεταβάλλεται από γρήγορη σε αργή και το αντίστροφο και επηρεάζει και το είδος των υποδοχέων που ενεργοποιούνται. Η επιφάνεια στήριξης που μπορεί να είναι διπλή ή μονή, και το είδος της επιφάνειας που μπορεί να μεταβληθεί από σταθερό σε ασταθές, αποτελούν σημαντικούς παράγοντες προοδευτικότητας (Φουσέκης, 2015), (Wilk & Macrina, 2013). Επίσης η δόνηση μπορεί να αποτελέσει έναν ακόμα παράγοντα

ιδιοδεκτικότητας σε προχωρημένα στάδια αποκατάστασης καθώς πολλοί υποδοχείς έχουν ευαισθησία στη δόνηση (εικόνα 3.14). Για παράδειγμα σε έναν αθλητή baseball μπορούν να δοθούν λειτουργικές ασκήσεις στον ώμο με ένα bodyblade σε διαγώνια πατέντα κίνησης σε συνδυασμό με το κάτω άκρο. Η χρήση πατέντων pnf είναι απαραίτητη για την αποτελεσματική επιστροφή του αθλητή στις δραστηριότητες του (Φουσέκης, 2015). Στη συνέχεια της παρούσας εργασίας σε επόμενο κεφάλαιο θα γίνει εκτενής αναφορά στον ορισμό, την φιλοσοφία, τη μέθοδο, τις αρχές και τεχνικές της P.N.F. και τη σημασία της στην ενσωμάτωση σε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης.

Μια άλλη σημαντική παράμετρος στην αποκατάσταση είναι η ενεργοποίηση των δερματικών υποδοχέων που με τη σειρά τους συμβάλλουν στην προσαγωγό πληροφόρηση και στο μηχανισμό του νευρομυϊκού ελέγχου. Οι γνώμες δίστανται ως αναφορά στη συμβολή neoprene ή περιόδου στη βελτίωσης ιδιοδεκτικότητας, η χρήση τους φαίνεται ότι βοηθούν στην ιδιοδεκτικότητα τόσο στο άνω άκρο όσο και στο κάτω, ειδικά σε άτομα με τραυματισμό και μειωμένη λειτουργικότητα. (Φουσέκης 2015). Για την επίδραση του kinesiotape στην ιδιοδεκτικότητα θα γίνει αναφορά σε παρακάτω ενότητα της παρούσας πτυχιακής.

Σύμφωνα με τα παραπάνω ένα παράδειγμα προοδευτικότητας του προγράμματος αποκατάστασης παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες του (εικόνα 3.14.1α-γ). Σε έναν αθλητή με αστάθεια ώμου αποτέλεσμα ρήξης του υπερακανθίου θα ζητηθεί στα πρώτα στάδια αποκατάστασης κίνηση μόνο στην γληνοβραχιόνια άρθρωση που επιτυγχάνεται με την καλή σταθεροποίηση του κορμού και της ωμοπλάτης που θα εξασφαλίσει η κάμψη ώμου από ύπτια θέση για παράδειγμα. Στη συνέχεια του προγράμματος θα δοθεί κίνηση πάλι μόνο στη γληνοβραχιόνια αλλά αυτή τη φορά ο έλεγχος της σταθερότητας της ωμοπλάτης και του κορμού θα γίνει από τον ίδιο τον αθλητή, όπως συμβαίνει στην κάμψη ώμου από καθιστή θέση. Στην τελική φάση του προγράμματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν πατέντα pnf όπως για παράδειγμα το πατέντο κάμψης –

απαγωγής άνω άκρου με λάστιχο, ενώ ο αθλητής είναι σε ύπτια θέση, με τον κορμό του επάνω σε μπάλα, μια θέση που προσομοιάζει τις απαιτήσεις του αθλήματος του και θα βοηθήσει τη λειτουργική επανένταξη του στο άθλημα (Φουσέκης 2015).

Η αιθουσαία και οπτική πληροφόρηση μπορούν να αποτελέσουν παράγοντες προοδευτικότητας και αύξησης δυσκολίας των ασκήσεων επανεκπαίδευσης νευρομυϊκού ελέγχου καθώς ενισχύουν την προσαγωγή πληροφόρηση. Οι ασκήσεις μπορούν να γίνονται μπροστά από καθρέπτη για την ενίσχυση της οπτικής πληροφόρησης, ώστε να υπάρχει βίο-ανατροφοδότηση, και στη συνέχεια για αύξηση δυσκολίας να γίνονται χωρίς οπτική πληροφόρηση. Στο στάδιο αυτοματισμού, τα οπτικά ερεθίσματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να δυσχεραίνουν την άσκηση με την απόσπαση προσοχής. Η διάσπαση προσοχής θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε δραστηριότητα που απαιτεί καλό συγχρονισμό χεριού-ματιού, όπως για παράδειγμα το πέταγμα μπάλας. Τον ίδιο σκοπό μπορεί να εξυπηρετήσει και η χρήση ήχων αυξάνοντας την δυσκολία των ασκήσεων ειδικά σε αθλήματα που η παρουσία κοινού και θορύβου είναι καθοριστικής σημασίας. Ακόμα η διατάραξη της ισορροπίας με τη βοήθεια εξοπλισμού και τα ειδικά πολυαισθητηριακά μηχανήματα με τη χρήση οπτικών και ακουστικών ερεθισμάτων συμβάλλουν στην ποικιλομορφία του προγράμματος (εικ. 3.14α) (Φουσέκης 2015).

Στους παράγοντες προοδευτικότητας του προγράμματος δεν θα πρέπει να παραληφθούν και τα συστήματα νευρομυϊκού ελέγχου, το σύστημα κλειστού κυκλώματος (feedback/closed loop) και το σύστημα ανοικτού κυκλώματος (feedforward-open loop). Για παράδειγμα, ένας αθλητής καλαθοσφαίρισης που προπονείται στις ελεύθερες βολές, μπορεί στην αρχή να εκτελέσει τις βολές χωρίς την παρεμβολή άλλου ανεξέλεγκτου παράγοντα (σύστημα κλειστού κυκλώματος) (εικ. 3.14.2α) και αργότερα με την παρεμβολή του θεραπευτή ή της στάσης του πάνω σε ασταθή επιφάνεια, παράγοντες που του διαταράσσουν την ισορροπία (σύστημα ανοικτού κυκλώματος) (εικ 3.14.2β,γ) (Φουσέκης, 2015).

Σύμφωνα με έρευνες, ένα προοδευτικό πρόγραμμα ασκήσεων νευρομυϊκού ελέγχου μπορεί να συμβάλει εκτός από την καλύτερη λειτουργικότητα του τραυματισμένου μέλους, και στη πρόληψη των τραυματισμών σε αθλητές (Φουσέκης, 2015).



Εικόνα 3.14 Χρήση δοκού με δόνηση (Body Blade)
(Φουσέκης 2015)



Εικόνα 3.14α Πολυαισθητηριακό μηχάνημα (SMART ProTrainer)
(Φουσέκης 2015)



Εικόνα 3.14.1 (α-γ) Ασκήσεις νευρομυϊκού ελέγχου ωμικής ζώνης- άνω άκρου με προοδευτική αυξανόμενη φόρτιση
(Φουσέκης, 2015)



Εικόνα 3.14.2α-γ Διαφοροποίηση ασκήσεων ελεύθερων βολών για ενεργοποίηση του κλειστού (α) και ανοικτού κυκλώματος (β) (Φουσέκης, 2015)

3.15 Συμβολή εφαρμογής kinesiotape και περιόδου στην ιδιοδεκτικότητα

Τα ευρήματα αποκαλύπτουν ότι η εφαρμογή kinesiotape έχει μια στατιστικά σημαντική επίδραση στη μείωση των λαθών στην αίσθηση της αρθρικής επανατοποθέτησης στο εύρος κίνησης της κάμψης και έξω στροφής και σύμφωνα με τους Voight et al. (1996) και στην κόπωση. Όσο μεγαλύτερη είναι η κίνηση σε μια άρθρωση, τόσο μεγαλύτερη η συμβολή του kinesiotape στη βελτίωση της αίσθησης της αρθρικής επανατοποθέτησης. Η ιδιοδεκτικότητα και η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης βελτιώθηκαν σημαντικά σε γωνίες κοντά στο τέλος εύρους κίνησης. Η τάση από την εφαρμογή των λωρίδων του tape, αυξάνει την τάση στους υποκείμενους μυς, διεγείρει τους δερματικούς μηχανοϋποδοχείς, και επομένως επηρεάζει την αρθρική ιδιοδεκτικότητα. Η συνεχής διατμητική δύναμη που παράγεται από την εφαρμογή ΚΤ στο δέρμα, επιφέρει αυξημένη μυϊκή ενεργοποίηση και επομένως, αυξημένη ενεργοποίηση των γ-κινητικών νευρώνων και της ευαισθητοποίησης της μυϊκής ατράκτου ([Aarseth et al., 2015](#)).

Αυτά τα αποτελέσματα προτείνουν ότι υπάρχει μια σχέση μεταξύ της αποτελεσματικότητας του kinesiotape στην ιδιοδεκτικότητα και του ROM ([Aarseth et al., 2015](#)). Αυτοί οι δυο παράγοντες δείχνουν ότι μπορεί να παίζουν έναν σημαντικό ρόλο στο να διευκολύνουν έναν αθλητή να

επιστρέφει στο παιχνίδι μετά από έναν αρθρικό τραυματισμό ή ακόμα και ως μέσο πρόληψης τραυματισμού καθώς εάν το kinesiotape μπορεί να βελτιώσει την αρθρική ιδιοδεκτικότητα, αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα τη βελτίωση της αρθρικής σταθερότητας και ως εκ τούτου την μείωση των τραυματισμών ([Aarseth](#) et al., 2015; Burfeind & Chimera, 2015).

Επίσης η περίδεση επιτρέπει τη σωστή μηχανική των μελών του σώματος κατά τη διάρκεια των κινήσεων και επομένως παρέχει σταθερή ροή κίνησης και αυξάνει τον νευρομυϊκό έλεγχο. Έχει επισημανθεί σε προηγούμενα κεφάλαια η σημασία της σταθερότητας στις κινήσεις της ωμοπλάτης στο σύστημα του ώμου. Οι Lin et al. στην έρευνά τους βρήκαν ότι η ωμοπλατιαία περίδεση αυξάνει την ωμοπλατιαία ενεργοποίηση και την ιδιοδεκτική ανατροφοδότηση (Kaya, Yosmaoglu & Doral, 2018).

Η εφαρμογή του tape γίνεται με την τοποθέτηση 3 λωρίδων, μια λωρίδα σε σχήμα ‘Υ’ και δυο λωρίδες σε σχήμα ‘I’. Όταν τοποθετείται η ‘Υ’ λωρίδα γύρω από το άνω άκρο, τοποθετείται το χέρι σε περίπου 45° κάμψης για το πρόσθιο τμήμα της λωρίδας και 45° υπερέκτασης για το οπίσθιο τμήμα της λωρίδας, ενώ οι υπόλοιπες δυο ‘I’ λωρίδες εφαρμόστηκαν με το χέρι στην ουδέτερη θέση (στην πλευρά του συμμετέχοντος) (εικ. 3.15) ([Aarseth](#) et al., 2015).

Ωστόσο απαιτείται περισσότερη έρευνα για να εκτιμηθεί αν αυτά τα αποτελέσματα αντιστοιχούν σε αθλητές που συμμετέχουν σε αθλήματα που περιέχουν κινήσεις πάνω από το κεφάλι ή άτομα με παθολογικές καταστάσεις ώμου. Επίσης χρειάζονται περαιτέρω μελλοντικές έρευνες για τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα της εφαρμογής kinesiotape (Burfeind & Chimera, 2015).



Εικόνα 3.15 Εφαρμογή kinesiotope στην άρθρωση του ώμου
([Aarseth et al., 2015](#))

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV: ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΗ ΝΕΥΡΟΜΥΙΚΗ ΔΙΕΥΚΟΛΥΝΣΗ –PNF (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation)

4.1 Ορισμός

Είναι η μέθοδος που προωθεί την ενεργοποίηση του νευρομυϊκού μηχανισμού μέσω της ευαισθητοποίησης των ιδιοδεκτικών υποδοχέων και η οποία αναπτύχθηκε από τους Kabat και Knott το 1968. Κατατάσσεται στη μεγάλη κατηγορία των νευροαναπτυξιακών ή νευροφυσιολογικών μεθόδων αποκατάστασης/επανεκπαίδευσης (Νούση, 2005).

Τα τρία βασικά μοντέλα κινητικού ελέγχου είναι το ιεραρχικό μοντέλο, το συστηματικό μοντέλο και το αντανακλαστικό μοντέλο, στο οποίο και βασίστηκε η ανάπτυξη της PNF (Νούση, 2005).

Ο κύριος συντελεστής του αντανακλαστικού μοντέλου είναι το αντανακλαστικό τόξο του όποιου το σκεπτικό είναι ερέθισμα-απάντηση. Συγκεκριμένα δημιουργείται ένα ερέθισμα στον υποδοχέα, το οποίο μεταβιβάζεται μέσω προσαγωγών ιών στον κεντρικό νευρώνα και από εκεί μέσω απαγωγών ιών δίνεται η εντολή και εκτελείται η κινητική απάντηση. Ο αντανακλαστικός έλεγχος της κίνησης αφορά κυρίως νωτιαία και υπερνωτιαία επίπεδα του ΚΝΣ . Το αντανακλαστικό μοντέλο του κινητικού ελέγχου λειτουργεί ως ένα κλειστό κύκλωμα όπου η αισθητική επαναπληροφόρηση είναι μείζονος σημασίας για την ικανότητα λειτουργικής κίνησης και η αντίληψη της κίνησης θα αποθηκευτεί κεντρικά ως ένας τύπος κινητικού προγράμματος και η οποία όταν αλλοιωθεί μετά από βλάβη θα διαφοροποιηθεί από τις αισθητικοκινητικές πληροφορίες (Νούση, 2005).

4.2 <<Φιλοσοφία>> PNF

Τα πρότυπα που υπαγορεύουν τις κινήσεις της Ι.Ν.Δ. είναι βασισμένα σε αρχέγονα βασικά γενετικά αναπτυξιακά πρότυπα και αποδίδουν τα πλέον εξειδικευμένα νευρομυϊκά πρότυπα. Σύμφωνα με το αξίωμα του Beevor, ο εγκέφαλος δεν γνωρίζει τη μεμονωμένη μυϊκή δράση, παρά μόνο την λειτουργική κίνηση. Αυτό το αξίωμα επιβεβαιώνεται στην παρατήρηση και ανάλυση των περισσότερων αθλητικών δραστηριοτήτων που συνίστανται από ποικιλία λειτουργικών κινήσεων κατά τη διάρκεια της συγχρονισμένης κίνησης και όχι από τη δράση μεμονωμένων μυών (Gontijo, Neves, Pereira, Santos, 2012)

Οι τεχνικές PNF δεν αφορούν μόνο όσους πάσχουν από νευρολογικά προβλήματα, αλλά μπορούν να συσχετιστούν με τις περισσότερες αποτελεσματικές αθλητικές κινήσεις (Peteraitis & Smedes, 2020). Η ευαισθησία των αισθητικών υποδοχέων θα κατευθύνει τον ασκούμενο στα στοιχειά κίνησης και με τη σειρά της η κίνηση θα διεγείρει περαιτέρω αισθητικούς υποδοχείς με αποτέλεσμα συγχρονισμένη και κατευθυνόμενη κίνηση (Gontijo et al., 2012). Ενεργητικές επαναλαμβανόμενες κινήσεις συμβάλλουν στη μεγιστοποίηση της αισθητηριακής εισροής μέσω των απτικών υποδοχέων με την σύλληψη αισθητηριακά πλούσιων αντικειμένων και ιδιοδεκτικών ερεθισμάτων, ένα συνδυασμό εσωτερικής και εξωτερικής συγκέντρωσης προσοχής μέσω του αυτοελέγχου μάθησης. Η ενεργοποίηση του νευρικού συστήματος είναι αποτελεσματικότερη με την χρήση πατέντων pnf σε αντίθεση με τις αξονικές κινήσεις όπως επίσης αυξάνεται και η ενεργοποίηση των ωμοπλατιαίων μυών σε αντίθεση με την ενεργητική συστολή (Peteraitis & Smedes, 2020).

Η μέθοδος που εφαρμόζεται κατά την εφαρμογή της τεχνικής, είναι το φαινόμενο της αντανάκλασης. Ο θεραπευτής δεν ξεκινά τη θεραπεία από το τμήμα του σώματος που πάσχει αλλά καθοδηγεί τον τραυματία σε άλλο υγιές τμήμα και εκμεταλλευόμενος το φαινόμενο της αντανάκλασης να ενεργοποιήσει το πάσχον, που βρίσκεται σε λανθάνουσα κατάσταση. Το

φαινόμενο αυτό νευροφυσιολογικά βασίζεται στην αρχή της εξάπλωσης μιας απάντησης που συμβαίνει όταν ένα ισχυρό ερέθισμα αυξάνεται σε σχέση με τη δύναμη και τη συχνότητά του, από ένα ισχυρό σημείο σε ένα αδύναμο (Gontijo et al., 2012).

4.3 Βασικές Αρχές της μεθόδου PNF

Όσα περισσότερα ερεθίσματα δέχεται ένας τραυματίας τόσες απαντήσεις εκτελεί, «more input-more output». Οι βασικές αρχές της μέθοδο σύμφωνα με την περιγραφή των Voss et al (1985) είναι: τα πατέντα της κίνησης, τα απτικά ερεθίσματα (λαβές), η μηχανική του θεραπευτή, τα λεκτικά ερεθίσματα, τα οπτικά ερέθισμα, η αντίσταση, η διάταση, η προσέγγιση, η έλξη και η υπερχείλιση (Νούση, 2005).

Εάν εξεταστούν και αναλυθούν οι κινήσεις της καθημερινής ζωής αλλά και αυτές στον αθλητισμό θα παρατηρηθεί ότι δεν εκτελούνται σε ευθεία γραμμή κάτι το οποίο μπορεί να δικαιολογηθεί από το σπειροειδή και στροφικό σχήμα των οστών, των συνδέσμων και των μυών του σώματος. Επομένως τα πατέντα P.N.F δεν θα μπορούσαν παρά να ακολουθήσουν αυτόν τον διαγώνιο και σπειροειδή χαρακτήρα, διευκολύνοντας την μυϊκή σύσπαση και την υπερχείλιση ώσεων προς τους συνεργούς μυς. Τα πρότυπα PNF όπως περιγράφονται από τους Knott & Voss, διαθέτουν τρία συστατικά κινητικά στοιχεία: κάμψη-έκταση, απαγωγή-προσαγωγή και έσω-έξω στροφή και από αυτά προκύπτουν τα εξής τέσσερα πατέντα: η κάμψη-απαγωγή-έξω στροφή, η έκταση-προσαγωγή-έσω στροφή, η κάμψη-προσαγωγή-έξω στροφή και η έκταση-απαγωγή-έσω στροφή του ώμου (Νούση, 2005).

Τα παραπάνω πατέντα P.N.F μπορεί να εκτελεστούν παθητικά, με υποβοηθούμενα, ενεργητικά ή ενεργητικά με αντίσταση. Η παθητική εφαρμόζεται για αξιολόγηση του εύρους κίνησης της άρθρωσης από τον θεραπευτή αλλά και την εκμάθηση του πατέντου από τον τραυματία (Νούση, 2005).

Ως αναφορά στις λαβές και τα απτικά ερεθίσματα, η ελμινθοειδή λαβή αποτελεί την χαρακτηριστική λαβή στην PNF και ευαισθητοποιεί τους απτικούς υποδοχείς και τους υποδοχείς πίεσης. Οι απτικοί υποδοχείς του δέρματος διακρίνονται στους βραδείας εκπόλωσης και στους ταχείας εκπόλωσης. Στους υποδοχείς βραδείας εκπόλωσης όπως στους Meissner και Merkel απαιτείται μια αργή και σταθερή λαβή ώστε το ερέθισμα να διαρκέσει για λίγο χρόνο-sec για να είναι ικανό να προκαλέσει εκπόλωση και εν συνεχεία να μεταδοθεί το δυναμικό ενέργειας. Στους υποδοχείς αυτού του τύπου η μετάδοση του δυναμικού ενέργειας συνεχίζει και μετά την απομάκρυνση του ερεθίσματος. Η εφαρμογή της ελμινθοειδούς λαβής γίνεται ακριβώς επάνω στις μυϊκές ομάδες που στοχεύει να ενεργοποιήσει ο θεραπευτής με το συγκεκριμένο πατέντο και θα πρέπει να διευκολύνει την κίνηση προς την κατάλληλη κατεύθυνση. Η εφαρμογή πίεσης σ' ένα μυ προάγει την ικανότητα του για σύσπαση. Το σημείο που εφαρμόζεται η πίεση σ' αυτή την περίπτωση είναι οι μετακαρπιοφαλαγγικές αρθρώσεις του χεριού. Η πίεση δεν θα πρέπει να προκαλεί πόνο, θα πρέπει να διευκολύνει την κίνηση, και να ελέγχει την στροφή (Νούση, 2005).

Ως αναφορά στα λεκτικά ερεθίσματα, οι λεκτικές εντολές πρέπει να είναι σαφείς και απλές και να συνοδεύονται από παύση. Οι εντολές που χρησιμοποιούνται συχνότερα είναι: «Σπρώξε», «Τράβηξε» όταν επιδιώκεται ισοτονική συστολή, «Κράτα» για ισομετρική συστολή και «Χαλάρωσε» (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).

Τα οπτικά ερεθίσματα βοηθούν τον εγκέφαλο να αποθηκεύει κινητικά πρότυπα που θα χρησιμοποιήσει μελλοντικά, επομένως δίνεται προτροπή στον τραυματία για συνεχή παρακολούθηση της κίνησης του χεριού του (Νούση, 2005.)

Η διατήρηση των αρχών της μηχανικής από τον θεραπευτή είναι πολύ σημαντική. Το σώμα του θεραπευτή πρέπει να βρίσκεται μέσα στη διαγώνια κίνησης του τραυματία. Η αντίσταση δεν πρέπει να παρέχεται από τα χέρια αλλά από το σώμα του θεραπευτή, ο οποίος χρησιμοποιώντας το βάρος του σώματος του μπορεί να εφαρμόσει αντίσταση για αρκετό χρονικό

διάστημα χωρίς να επέρχεται κόπωση (Νούση, 2005) (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007). Όπως αναφέρθηκε παραπάνω για την εφαρμογή πίεσης έτσι και η εφαρμογή αντίστασης θα πρέπει να διευκολύνει την εκτέλεση του κινητικού προτύπου και όχι να το αναχαιτίζει. Η εφαρμογή της αντίστασης είναι διαφορετική κατά τη διάρκεια του εύρους τροχιάς της κίνησης και είναι ανάλογη του τραυματία, της δύναμης του κλπ. Υποστηρίζεται από τους θεραπευτές της PNF ότι όσο αυξάνεται η εφαρμογή της αντίστασης, αυξάνεται και η παραγωγή αντανάκλασης-υπερχείλισης ώσεων (more resistance-more irradiation). Επομένως η αντίσταση προάγει και αυξάνει τη νευρομυϊκή συναρμογή. Κατά τις μειομετρικές και πλειομετρικές συστολές, το μέγεθος της αντίστασης θα πρέπει να είναι τέτοιο ώστε το αποτέλεσμα να είναι η παραγωγή μιας ομαλής, ολοκληρωμένης, ελεγχόμενης κίνησης από τον τραυματία. Αντίθετα στην ισομετρική συστολή η αντίσταση θα πρέπει να είναι τόση ώστε να μην παράγεται κίνηση (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).

Η προσέγγιση, δηλαδή η συμπίεση-συμπλησίασμα των αρθρικών επιφανειών, ενεργοποιεί τους αρθρικούς υποδοχείς προκαλεί αύξηση της μυϊκής συστολής, αντανάκλαστικών μυϊκών συσπάσεων για την διατήρηση της θέσης και της στάσης του σώματος που διαταράσσεται από την προσέγγιση. Η προσέγγιση προάγει τη διευκόλυνση της αντίστασης της αίσθησης της κίνησης και της θέσης του μέλους στο χώρο. Η λεκτική οδηγία του θεραπευτή είναι «κράτα» και προηγείται της συμπίεσης των αρθρώσεων. Η προσέγγιση εφαρμόζεται στο τέλος της κίνησης και μόνο σε κινήσεις που καταλήγουν με έκταση αγκώνα. Σε αυτό το σημείο ο θεραπευτής μετακινεί τον κέντρο βάρους του στο πίσω πόδι αλλάζοντας ταυτόχρονα λαβές (Νούση, 2005).

Η έλξη είναι η επιμήκυνση ενός άκρου. Σύμφωνα με τους Knott and Voss (1985) τα θεραπευτικά αποτελέσματα της έλξης οφείλονται στην διέγερση των αρθρικών υποδοχέων των αρθρώσεων που εφαρμόζεται. Η έλξη διατηρείται σ' όλο το εύρος της τροχιάς ή στο τρωτό σημείο και η εφαρμογή της γίνεται στις κερκιδικές και ωλένιες αποφύσεις. Επίσης

εφαρμόζεται σε κινήσεις που αντιστέκονται στην ελκτική δύναμη της βαρύτητας όπως είναι οι κινήσεις κάμψης και συνδυάζεται με την κατάλληλη αντίσταση (Νούση, 2005).

Σύμφωνα με τον Sherrigton (1947) η υπερχειλίση ώσεων, αναπόσπαστο κομμάτι της P.N.F., ορίζεται η αντανακλαστική δραστηριότητα, η οποία αυξάνεται όσο αυξάνεται η ένταση και η διάρκεια του ερεθίσματος που την προκαλεί. Μπορεί να γίνει μέσω της κατάλληλης εφαρμοσμένης αντίστασης όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, *more resistance-more irradiation*, με αποτέλεσμα την διάχυση νευρικών ώσεων από ένα μέλος του κορμού στο άλλο (Νούση, 2005).

4.5 Τεχνικές PNF

Μέσω της διευκόλυνσης, αναστολής, χαλάρωσης και ενδυνάμωσης μυϊκών ομάδων, οι τεχνικές της PNF προάγουν λειτουργική κίνηση. Ο θεραπευτής ανάλογα με το αποτέλεσμα που θέλει να πετύχει μπορεί εφαρμόσει μειομετρικές, πλειομετρικές και ισομετρικές συσπάσεις σε συνδυασμό με κατάλληλη αντίσταση, οπτικά, λεκτικά και απτικά ερεθίσματα (Νούση, 2005).

Οι τεχνικές αυτές είναι:

1) Ρυθμική Αρχή

Η τεχνική της ρυθμικής αρχής αφορά τους αγωνιστές μυς, εφαρμόζεται σε όλο το εύρος της κίνησης και περιλαμβάνει τέσσερις φάσεις, την παθητική, την υποβοηθούμενη, την υπό αντίσταση και την ενεργητική κίνηση της κύριας αγωνιστικής μυϊκής ομάδας του πατέντου που εκτελείται. Η συνειδητή χαλάρωση του άκρου του τραυματία προηγείται της υποβοηθούμενης κίνησης, και η επιστροφή στην αρχική θέση γίνεται

παθητικά. Η ρυθμική αρχή προάγει την νευρομυϊκή συναρμογή και είναι πολύ χρήσιμη σε άτομα που έχει χαθεί η αίσθηση της θέσης της κίνησης (Νούση, 2005).

2) Συνδυασμός Ισοτονικών

Και αυτή η τεχνική απευθύνεται στις αγωνιστικές μυϊκές ομάδες και χαρακτηρίζεται από την εναλλαγή πλειομετρικών, μειομετρικών και ισομετρικών συσπάσεων τους χωρίς καθόλου παύση-χαλάρωση στα μεσοδιαστήματα. Στο αρχικό εύρος μπορεί να εκτελέσει μια μειομετρική συστολή ο τραυματίας, στο μέσο της τροχιάς να αλλάξει ο τύπος μυϊκής κίνησης και να εφαρμοστεί και ισομετρική συστολή και στο τελικό εύρος να εκτελέσει ο τραυματίας πλειομετρική συστολή. Η αντίσταση που θα εφαρμοστεί στη μειομετρική και πλειομετρική συστολή και η ενίσχυση της με την εφαρμογή ισομετρικής συστολής θα δημιουργήσει υπερχείλιση ώσεων προς τα αδύναμα τμήματα. Η τεχνική του συνδυασμού ισοτονικών μπορεί να εφαρμοστεί σε άτομα με έλλειψη νευρομυϊκής συναρμογής (Νούση, 2005).

3) Δυναμική αντίστροφη Ανταγωνιστών

Μια άλλη τεχνική που χρησιμοποιεί την αρχή της υπερχείλισης ώσεων είναι η παρακάτω. Η τεχνική αυτή απευθύνεται στο ανταγωνιστικό πατέντο και χρησιμοποιεί αρχικά το δυνατό τμήμα για να επιφέρει υπερχείλιση ώσεων στο αδύναμο. Εκτελούνται ενεργητικές μειομετρικές συσπάσεις από μια κατεύθυνση στην άλλη χωρίς να μεσολαβεί παύση ή χαλάρωση (Νούση, 2005).

4) Αντίστροφη σταθεροποίηση

Στην αντίστροφη σταθεροποίηση εφαρμόζονται γρήγορες διαδοχικές ισοτονικές συσπάσεις με χρήση αντίστασης στο αγωνιστικό και ανταγωνιστικό πατέντο, το οποίο κινείται από θέση πλήρους επιμήκυνσης σε θέση πλήρους βράχυνσης. Ο θεραπευτής με εναλλαγή στις λαβές του εφαρμόζει ισομετρική σύσπαση στο αγωνιστικό και ανταγωνιστικό πατέντο. Η τεχνική αυτή ενδείκνυται σε άτομα με μειωμένη σταθερότητα (Νούση, 2005).

5) Ρυθμική Σταθεροποίηση

Η τεχνική της ρυθμικής σταθεροποίησης περιλαμβάνει διαδοχικές ισομετρικές συσπάσεις ανταγωνιστικού και αγωνιστικού πατέντου με μηδενική κίνηση και χωρίς χαλάρωση μεταξύ των ισομετρικών συσπάσεων. Η τεχνική συνήθως αρχίζει με ισομετρική σύσπαση της ισχυρής μυϊκής ομάδας. Η αντίσταση εφαρμόζεται αργά έτσι ώστε ο τραυματίας να προλάβει να αναπτύξει την κατάλληλη μυϊκή δύναμη. Όταν νιώσει ότι ο τραυματίας έχει ανταποκριθεί πλήρως ο θεραπευτής αλλάζει αρχικά την περιφερική του λαβή και εφαρμόζει αντίσταση αργά προς το ανταγωνιστικό πατέντα και ύστερα και την κεντρική του λαβή για να προβάλλει μεγαλύτερη αντίσταση στην ανταγωνιστική κίνηση και να ενισχύσει τη δύναμη της ισομετρικής σύσπασης. Η ρυθμική σταθεροποίηση χρησιμοποιείται για τη βελτίωση της σταθερότητας και του νευρομυϊκού ελέγχου γύρω από μια άρθρωση. Αυτή η τεχνική είναι χρήσιμη για την αποκατάσταση της ισορροπίας στα ζεύγη δυνάμεων (Νούση, 2005).

6) Σύσπαση-Χαλάρωση

Ο θεραπευτής με ενεργητική ή παθητική κίνηση φέρει το άκρο στο σημείο της τροχιάς κίνησης του αγωνιστικού πατέντου, όπου το εύρος κίνησης είναι περιορισμένο. Πραγματοποιείται ισοτονική κίνηση προς το ανταγωνιστικό πατέντο, που ακολουθείται από ισομετρικό κράτημα για 5'' και στη συνέχεια χαλάρωση. Στη συνέχεια το άκρο κινείται προς το αγωνιστικό πατέντο στο νεοαποκτηθέν εύρος κίνησης πάλι με τον ίδιο τρόπο, παθητικά ή ενεργητικά (Νούση, 2005).

7) Κράτα-Χαλάρωση

Η διαφορά αυτής της τεχνικής από την παραπάνω έγκειται στο ότι στην τεχνική κράτα-χαλάρωση οι συσπάσεις που εφαρμόζονται είναι ισομετρικές. Αφού κινηθεί το άκρο του σώματος ενεργητικά ή παθητικά στο εύρος κίνησης του αγωνιστικού πατέντου που είναι περιορισμένο, ζητείται ισομετρική σύσπαση των μυών του ανταγωνιστικού σχήματος. Ο τραυματίας πρέπει να «κρατήσει» την σύσπαση για 5 δευτέρα και ύστερα να χαλαρώσει. Το άκρο κινείται προς το αγωνιστικό πατέντο στο νεοαποκτηθέν εύρος κίνησης παθητικά ή ενεργητικά (Νούση, 2005).

8) Επαναλαμβανομένη διάταση

Το άκρο τοποθετείται σε θέση επιμήκυνσης και εφαρμόζεται από τον θεραπευτή μια επιπλέον επιμήκυνση-διάταση, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την έκλυση του αντανακλαστικού τάσης και κατά συνέπεια την διευκόλυνση της κίνησης (Νούση, 2005).

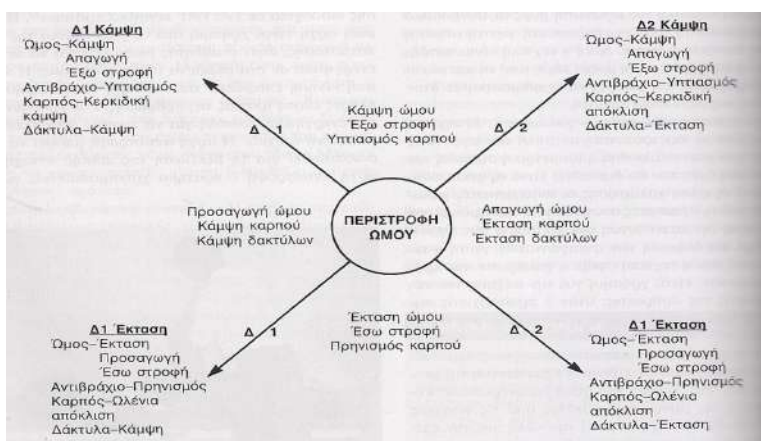
4.6 Κινητικά πρότυπα PNF

Οι τεχνικές οι οποίες αναφέρθηκαν μπορούν να εφαρμοστούν σε οποιοδήποτε από τα κινητικά πρότυπα της P.N.F και έχουν σχεδιαστεί για να ενισχύσουν την απάντηση των νευρομυϊκών μηχανισμών, διεγείροντας τους υποδοχείς διάτασης που βρίσκονται στις μονάδες μυών/τενόντων (Borsa et al., 1994).

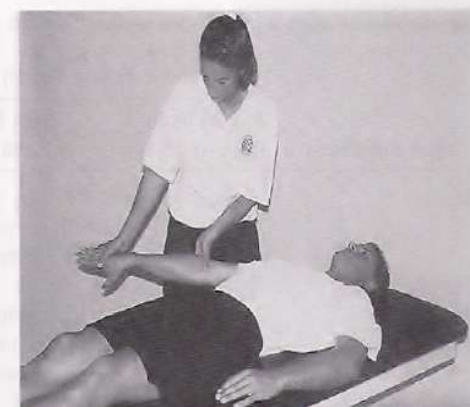
Η αρχική θέση του προτύπου άσκησης είναι με τις μυϊκές ομάδες σε θέση επιμήκυνσης ή διάτασης. Η μυϊκή ομάδα στη συνέχεια συστέλλεται και κινεί το τμήμα του σώματος στο εύρος της κίνησης προς τη θέση βράχυνσης (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007 ; Νούση, 2005), (Borsa et al., 1994).

Τα άνω και κάτω άκρα διαθέτουν δυο ξεχωριστά πρότυπα διαγώνιας κίνησης για κάθε τμήμα του σώματος, τα οποία αναφέρονται ως το διαγώνιο 1 (Δ1) και διαγώνιο 2 (Δ2) πρότυπο. Αυτά τα διαγώνια πρότυπα υποδιαιρούνται στο Δ1 προς κάμψη, στο Δ1 προς έκταση, στο Δ2 προς κάμψη και στο Δ2 προς έκταση. Η εικόνα 4.6 παρέχει τη διαγραμματική αναπαράσταση των PNF προτύπων για το άνω άκρο (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).

Οι εικόνες 4.6α έως 4.6θ δείχνουν τις αρχικές και τις τελικές θέσεις για κάθε ένα από τα διαγώνια πρότυπα στο άνω άκρο.



Εικόνα 4.6 Πρότυπα PNF για το άνω άκρο
(Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007)



Εικόνα 4.6α Πρότυπο κίνησης του άνω άκρου προς κάμψη 1^ο πατέντο Δ1 Αρχική θέση
(Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007)



Εικόνα 4.6β Πρότυπο κίνησης του άνω άκρου προς κάμψη 1^ο πατέντο Δ1 Τελική θέση



Εικόνα 4.6γ Πρότυπο κίνησης του άνω άκρου προς έκταση 2^ο πατέντο Δ1 Αρχική θέση
(Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007)



Εικόνα 4.6δ Πρότυπο κίνησης του άνω άκρου προς έκταση 2^ο πατέντο Δ1 Τελική θέση



Εικόνα 4.6ε Πρότυπο κίνησης του άνω άκρου



Εικόνα 4.6ζ Πρότυπο κίνησης του άνω άκρου

προς κάμψη 1^ο πατέντο Δ2 Αρχική θέση
(Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007)

προς κάμψη 1^ο πατέντο Δ2 Τελική θέση



Εικόνα 4.6η Πρότυπο κίνησης του άνω άκρου προς έκταση 2^ο πατέντο Δ2 Αρχική θέση
(Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007)



Εικόνα 4.6θ Πρότυπο κίνησης του άνω άκρου προς έκταση 2^ο πατέντο Δ2 Τελική θέση

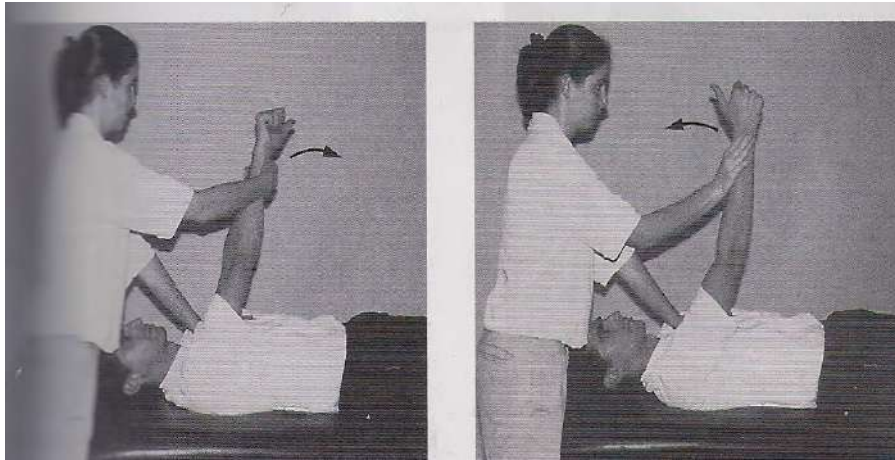
4.6.1 Εξειδικευμένες ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας με βάση τα πρότυπα και τις τεχνικές P.N.F

Σε μια έρευνα που έγινε στα πανεπιστήμια της Κορέας, αξιολογήθηκε η επίδραση των ιδιοδεκτικών νευρομυϊκών τεχνικών διευκόλυνσης και των απλών ασκήσεων στη μείωση του πόνου και την αιματική ροή στα αγγεία σε τραυματίες με ρήξη υπερακανθίου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μετά από 12 εβδομάδες εκτέλεσης ασκήσεων P.N.F χρησιμοποιώντας τις τεχνικές της P.N.F στα πατέντα της, αυξήθηκε κατά 71% η ταχύτητα αιματικής ροής και μειώθηκε ο πόνος κατά 16%. Ως εκ τούτου, η θεραπεία P.N.F είναι πιο αποτελεσματική για την αποκατάσταση της μυϊκής λειτουργίας στους τραυματίες και αποτελεί μια σημαντική θεραπεία για την βελτίωση της ευλυγισίας, σταθερότητας και δύναμης και του νευρομυϊκού ελέγχου στον υπερακάνθιο (Kim et al., 2015).

Στις παρακάτω εικόνες, εφαρμόζονται κάποιες εξειδικευμένες ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας-P.N.F και συγκεκριμένα η τεχνική της ρυθμικής σταθεροποίησης που περιγράφηκε και παραπάνω. Στην εικόνα 4.6.1α, ο αθλητής εκτελεί μια ισομετρική συστολή για να διατηρήσει τη θέση που του έχει ζητηθεί από τον θεραπευτή μέσα στο εύρος τροχιάς της άρθρωσης

και στην εικόνα 4.6.1β, προσπαθεί να διατηρήσει πάλι την ισομετρική συστολή αφού όμως ο θεραπευτής έχει μεταβάλλει την κατεύθυνση αυτής της αντίστασης (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).

Οι αθλητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν ελαστικούς ιμάντες ή συσκευές Bodyblade μέσω ενός κινητικού προτύπου-πατέντου P.N.F. Στην εικόνα 4.6.1γ, η αθλήτρια προσπαθεί να εκτελέσει το πατέντο του άνω άκρου προς έκταση, Δ2 κρατώντας ταυτόχρονα ένα παλλόμενο Bodyblade. Στην εικόνα 4.6.1δ ο αθλητής εκτελεί το ίδιο πατέντο χρησιμοποιώντας έναν ελαστικό ιμάντα και στην εικόνα 4.6.1ε εκτελεί το πατέντο κάμψης, απαγωγής, έξω στροφής πάλι με ελαστικό ιμάντα. Για μεγαλύτερη δυσκολία, οι τεχνικές P.N.F, μπορούν να εκτελεστούν με την εφαρμογή αντίστασης από δυο διαφορετικά μέσα ταυτόχρονα. Το παρακάτω παράδειγμα αφορά την τεχνική της ρυθμικής σταθεροποίησης όπου ο αθλητής εκτελεί ισομετρική συστολή σε μια θέση μέσα στο εύρος τροχιάς άρθρωσης ενάντια στην εφαρμογή αντίστασης από τον ελαστικό ιμάντα και τον θεραπευτή (εικ. 4.6.1.ε). Σε προχωρημένα στάδια οι τεχνικές της P.N.F μπορούν να εκτελεστούν σε ένα πλαίσιο λειτουργικών ασκήσεων εξατομίκευσης ανάλογα με το άθλημα. Ένα τέτοιο παράδειγμα, παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα (εικ.4.6.1ζ) και αφορά αθλήτρια αντισφαίρισης. Μια αντίσταση μπορεί να προσφερθεί από έναν ελαστικό ιμάντα κατά τη διάρκεια εξάσκησης της σε χτυπήματα πάνω από το επίπεδο του κεφαλιού (Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007).



α

β

Εικόνα 4.6.1α,β Ρυθμική συστολή με τη χρήση Δ1 ή Δ2 προτύπου
(Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007)



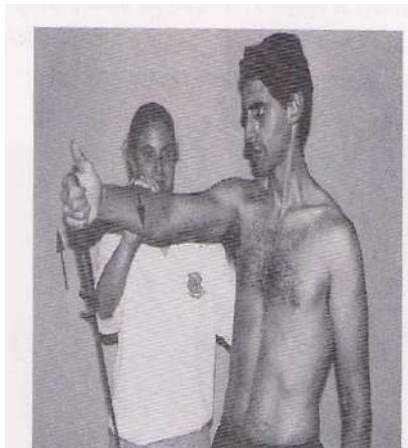
Εικόνα 4.6.1γ PNF με τη χρήση
Bodyblade
(Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007)



Εικόνα 4.6.1 δ Πατέντο έκτασης,
προσαγωγής, έσω στροφής
(Αθανασόπουλος & Κατσουλάκης, 2007)



Εικόνα 4.6.1ε Πατέντο κάμψης, απαγωγής, έξω στροφής (Lephart et al., 1994)



Εικόνα 4.6.1ζ Ρυθμική σταθεροποίηση με αντίσταση από ιμάντα και από το θεραπευτή (Αθανασόπουλος & Κατσουνάκης, 2007)



Εικόνα 4.6.1η Άσκηση λειτουργικής προόδου (Αθανασόπουλος & Κατσουνάκης, 2007)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε έναν τραυματισμό, όπως είναι η ρήξη του υπερακανθίου, που εξετάστηκε στην παρούσα ανασκόπηση, ανεξαρτήτως του μηχανισμού της κάκωσης, δημιουργείται αναδιοργάνωση στο Κ.Ν.Σ. Οποιαδήποτε βλάβη στους ιδιοδεκτικούς υποδοχείς έχει δυσμενή επίδραση στη νευρομυϊκή αρθρική σταθερότητα, η οποία με τη σειρά της συμβάλλει σε ένα φαύλο κύκλο επαναλαμβανόμενων τραυματισμών και μειωμένης λειτουργικότητας της άρθρωσης.

Καθώς κάθε «απώλεια πόνου» δεν ταυτίζεται απαραίτητα με θεραπεία, οι δραστηριότητες νευρομυϊκού ελέγχου στοχεύουν να συμπληρώσουν τα παραδοσιακά πρωτόκολλα αποκατάστασης του ώμου που στοχεύουν στην αντιμετώπιση του πόνου, της φλεγμονής και την επανάκτηση του αρχικού εύρους κίνησης της άρθρωσης και των μυοδυναμικών παραμέτρων. Η ιδιοδεκτικότητα στον ώμο είναι σημαντική για τη λειτουργία τόσο του ώμου όσο και του χεριού.

Οι όροι "έλλειμμα ιδιοδεκτικότητας", "ιδιοδεκτική εκπαίδευση", και "ιδιοδεκτική αποκατάσταση" συναντώνται όλο και περισσότερο στην αθλητική ιατρική και βιβλιογραφία.

Το αντικείμενο της αποκατάστασης της ιδιοδεκτικότητας είναι να βελτιωθεί η γνωστική εκτίμηση της θέσης και της κίνησης της τραυματισμένης άρθρωσης καθώς και η αύξηση της συν-ενεργοποίησης των δυναμικών σταθεροποιών γύρω από την άρθρωση. Οι θεραπευτικές ασκήσεις βελτίωσης του νευρομυϊκού ελέγχου είναι οι ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας και κιναισθησίας, οι ασκήσεις δυναμικής σταθερότητας της άρθρωσης και οι ασκήσεις βελτίωσης της αντανακλαστικής νευρομυϊκής δραστηριότητας.

Κάποιοι παράγοντες επηρεάζουν ευμενώς ή δυσμενώς την ιδιοδεκτική λειτουργία. Οι ασκήσεις προθέρμανσης και η χειρουργική αποκατάσταση στην περιοχή του ώμου μπορεί να έχουν θετική επίδραση στην ιδιοδεκτικότητα, βελτιώνοντας την κιναισθησία της άρθρωσης. Αντίθετα η

μυϊκή κόπωση μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ιδιοδεκτικότητα, διακόπτοντας την ανατροφοδότηση και έχοντας δυσμενείς επιπτώσεις στις νευρομυϊκές προσαρμογές. Ο παράγοντας της ηλικίας επίσης επηρεάζει αρνητικά καθώς παρατηρείται μείωση ιδιοδεκτικής ευαισθησίας με την αύξηση της ηλικίας.

Η συμβολή της ιδιοδεκτικότητας δεν περιορίζεται μόνο στην αποκατάσταση της στατικής και δυναμικής ισορροπίας ενός αθλητή μετά από τραυματισμό αλλά και στην μείωση του κινδύνου επανατραυματισμού ή στην πρόληψη ενός ενδεχόμενου τραυματισμού. Επίσης η σημασία της ιδιοδεκτικότητας δεν πρέπει να τονιστεί μόνο στους αθλητές αλλά και στο γενικό πληθυσμό και ειδικά στους ηλικιωμένους, όπου μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των τραυματισμών λόγω πτώσεων καθώς χρησιμοποιούν περισσότερο τους ιδιοδεκτικούς μηχανισμούς για την διατήρηση της στατικής και δυναμικής τους θέσης σε σχέση με τους οπτικούς που παρουσιάζουν έλλειμα ερεθισμάτων.

Στην παρούσα ανασκόπηση αναφέρθηκαν και μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολλές μέθοδοι για την επανεκπαίδευση των ιδιοϋποδοχέων αλλά και για την αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας. Η αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας είναι χρήσιμη για την αναγνώριση των ελλειμμάτων της και επομένως τον σχεδιασμό του κατάλληλου εξατομικευμένου προγράμματος αποκατάστασης.

Τις σύγχρονες μεθόδους βελτίωσης κινητικής μάθησης-νευρομυϊκού ελέγχου αποτελούν εξεζητημένες τεχνικές όπως η νοερή εξάσκηση (motor imagery), το mirror therapy (ασκήσεις καθρεπτισμού) που αποτελεί το τελικό στάδιο της graded motor imagery και ενεργοποιεί τον κινητικό φλοιό. Σύμφωνα με έρευνες η νοερή ενεργοποίηση του αριστερού χεριού μπορεί να μειώσει την σοβαρότητα της χρόνιας παραμέλησης, και να βελτιώσει σημαντικά την ικανότητα κιναισθητικής νοερής εξάσκησης. Αυτά τα ευρήματα ήταν σταθερά για μια περίοδο πάνω από 3 μήνες, υποδεικνύοντας μακροπρόθεσμα αποτελέσματα προπόνησης. Η νευρομυϊκή ηλεκτρική διέγερση (NMES) μπορεί να υποβοηθήσει τη νοερή

εξάσκηση. Οι νευροπροθέσεις είναι βοηθητικές συσκευές και μπορούν να αποκαταστήσουν τις κατεστραμμένες κινητικές λειτουργίες που προκαλούνται από τραυματισμό και μπορούν συνδυαστικά με την καινοτομία των BCI (brain-computer Interfaces) να παρέχουν έλεγχο με τη βοήθεια της εγκεφαλικής δραστηριότητας. Τέλος οι νευροπροσθετικές ασκήσεις βασιζόμενες σε ρομποτική εγκεφαλική ανατροφοδότηση μπορούν να προκαλέσουν αναδιοργάνωση των κινητικών συνδέσεων του Ν.Μ. ενισχύοντας την αποκατάσταση. Προγράμματα αποκατάστασης που βασίζονται στα συστήματα VR παρέχουν ρεαλιστικά 3-D περιβάλλοντα και είναι πολύ αποτελεσματικά καθώς τα αισθητηριακά ερεθίσματα σε διάφορα επίπεδα όπως ο γνωστικός σχεδιασμός της κινητικής δραστηριότητας οδηγούν σε ολική αναδιοργάνωση του Κ.Ν.Σ. Ένα τέτοιο πρόγραμμα που είναι προσιτό στο ευρύ κοινό αφορά το πρόγραμμα smartphone-tablet (Ikbal et al., 2018; Bowering et al., 2013; Grimm et al., 2016 ; Leifert-Fiebach, et al., 2013; Pascual et al., 2012, Vidaurr et al., 2013).

Η πλήρης αποκατάσταση επέρχεται όταν ο αθλητής, σε ένα πιο προχωρημένο στάδιο, μπορεί να εκτελέσει λειτουργικές κινήσεις σχετικές με το άθλημά του στο μέγιστο, με απουσία πόνου ή λειτουργικής απώλειας. Με αυτόν τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα στον αθλητή να εξασκήσει αυτές τις δραστηριότητες σε συνθήκες προσομοίωσης απολύτως ελεγχόμενα.

Ένας σημαντικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι η διάρκεια της συνολικής παρέμβασης της προπόνησης. Όσο μεγαλύτερης διάρκειας είναι οι παρεμβάσεις, τόσο μεγαλύτερα τα οφέλη που παράγουν. Επομένως όταν η διάρκεια προπόνησης είναι 6 εβδομάδες ή και περισσότερο, έχει μεγαλύτερες βελτιώσεις στην ιδιοδεκτικότητα ή την κινητική λειτουργία παρόλο το γεγονός ότι η σωματοαισθητική διέγερση έχει άμεσες βελτιώσεις μέσα σε μια συνεδρία ή με λίγες ώρες παρέμβασης (Aman et al., 2015). Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι ότι οι ασκήσεις ενδυνάμωσης θα πρέπει να περιλαμβάνουν ασκήσεις ΑΚΑ, πολυαρθρικές, με συμμετοχή μεγάλων μυϊκών ομάδων και να είναι υψηλής έντασης, σε αντίθεση περίπτωση δεν

θα έχουν καμία επίδραση στην βελτίωση της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης (Lin & Karduna, 2016).

Παρόλο που η σημασία της ιδιοδεκτικότητας στην πρόληψη και αποκατάσταση τραυματισμών παραμένει σταθερή, χρήζει περαιτέρω εμπειριστατωμένης έρευνας. Αυτή αφορά στις παραμέτρους της άσκησης (συχνότητα, ένταση, κλπ.), στις μεθόδους επανεκπαίδευσης της ιδιοδεκτικότητας στον ώμο και συγκεκριμένα μετά από ρήξη υπερακανθίου μυ, την αποτελεσματικότητα των πρωτοκόλλων ρομποτικής αποκατάστασης και της μεθόδου pnf σε άτομα με διαταραχές ιδιοδεκτικότητας. Απαιτείται περισσότερη έρευνα για να εκτιμηθεί αν αυτά τα αποτελέσματα αντιστοιχούν σε αθλητές που συμμετέχουν σε αθλήματα που περιέχουν κινήσεις overhead ή άτομα με παθολογικές καταστάσεις ώμου. Όπως επίσης απαιτείται μεγαλύτερος αριθμός συμμετεχόντων ως αναφορά στις εξεζητημένες τεχνικές όπως το motor imagery, το mirror therapy, VR, BCI, NMES αλλά και την εφαρμογή τους εκτός από νευρολογικούς ασθενείς και σε άτομα με τραυματισμούς στην περιοχή του ώμου και συγκεκριμένα μετά από τραυματισμό του υπερακανθίου μυ που συναντάται συχνά.

Λόγω της δυσκολίας παρακολούθησης για μεγάλα χρονικά διαστήματα δεν μπορούμε να ελέγξουμε τα μακροπρόθεσμα οφέλη της προπόνησης ιδιοδεκτικότητας και της εφαρμογής kinesiotape. Επιπροσθέτως, οι βιβλιογραφικές αναφορές ως αναφορά στην πλειομετρική προπόνηση και κατ' επέκταση τη συμβολή της στην ιδιοδεκτικότητα στα άνω άκρα είναι περιορισμένες και η πλειοψηφία των ερευνών αφορά αγύμναστους αθλητές.

Όλα τα παραπάνω καθιστούν ελλιπή την γνώση στην διαγνωστική φαρέτρα ειδικοτήτων που σχετίζονται με την αποκατάσταση τραυματισμών αθλουμένων κυρίως αλλά και μη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Ελληνική βιβλιογραφία:

Αθανασόπουλος, Σ. & Κατσουνάκης Δ.Κ. (2007). Τεχνικές αποκατάστασης αθλητικών κακώσεων. Αθήνα: Παρισιάνου

Ανωγιάκης, Γ. (2016). Φυσιολογία ΙΙ-Ενότητα 1: Το Νευρικό Σύστημα. Ανακτήθηκε Ιανουάριο, 30, 2020, από <https://opencourses.gr/opencourse.xhtml?sessionId=B6A5DBB42705FBA60C1600D96AA6BDB1?id=15419&ln=el>

Γιόφτσος, Γ. & Μυστιδής, Ι. (2002). Φυσικοθεραπευτική Αξιολόγηση. Λαμία: Σημειώσεις ΤΕΙ Λαμίας

Γουδέβενος, Γ., Σαρατσιώτης, Ι. & Οικονομοπούλου, Α. (2020). Manipulation-Χειρισμοί στην αποκατάσταση παθήσεων και κακώσεων της σπονδυλικής στήλης και των αρθρώσεων (Evidence based έρευνες). Ανακτήθηκε Ιανουάριος 2, 2021, από http://www.iatrikionline.gr/Ortho_50/6.pdf

Ευθυμιόπουλος, Σ. (2015). Ανάπτυξη και δομή νευρικού συστήματος. Ανακτήθηκε Ιανουάριο 22, 2021, από <https://slideplayer.gr/slide/11237361/>

Καραμπάση, Α. (2005). Σημειώσεις Ορθοπαιδικής. Πάτρα: Τ.Ε.Ι Πάτρας

Κατρίτση, Ε. Δ. & Κελέκη, Α. Δ. (2010). Στοιχεία ανατομίας. Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου

Κατσουνάκης, Κ. (2017). Νευρολογική Αποκατάσταση, Βελτιστοποίηση των κινητικών επιδόσεων. Αθήνα: Παρισιάνου

Κούρτης, Ι. & Σεφερλής, Ι. (2016). Η Σημασία των Ασκήσεων Δυναμικής και Στατικής Σταθεροποίησης στην Αποκατάσταση του Ωμοβραχιόνιου Ρυθμού (Πτυχιακή εργασία). Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας, Αίγιο

Κωστόπουλος, Γ. (2019). Νωτιαία αντανακλαστικά και υπερνωτιαίος έλεγχος των κινήσεων. Ανακτήθηκε Νοέμβριο 15, 2019, από <https://docplayer.gr/42355467-G-kostopoylos.html>

Μακρυγιάννη, Δ. (2014). Βιολογική μηχανική – Εργονομία. Ανακτήθηκε Ιανουάριο 15, 2020, από ocp.teiath.gr

Μπενέκα, Α., Μάλλιου, Π., Πάφης, Γ., Μάλλιου, Β. & Κούτρα, Χ. (2015). Θεραπευτική άσκηση. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών. Ανακτήθηκε 30 Ιανουαρίου, 2021 από <https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/366/1/KEF.5.pdf>

Μπίλλη, Ευδοκία. (2007). ΕΙΔΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗΣ-Τεχνικές κινητοποίησης ωμικής ζώνης. Ανακτήθηκε Νοέμβριος 15, 2020 από https://eclass.pat.teiwest.gr/eclass/modules/document/file.php/616142/%CE%9A%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%AF%CE%B7%CF%83%CE%B7%20%CE%91%CE%93%CE%9A%CE%A9%CE%9D%CE%91%20_%CF%83%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%AF%CE%BF%CF%85%20%CE%95%CE%A4%CE%9A_.pdf

Νούση, Σ. (2005). Ειδικές Τεχνικές και Μέθοδοι Νευρομυϊκής επανεκπαίδευσης, σημειώσεις θεωρίας. Πάτρα: Α.Τ.Ε.Ι Πάτρας

Ρήγας, Π. (2009-2010). Εργαστήριο Φυσιολογίας ΙΙ-Συμπληρωματικά φυλλάδια διδασκαλίας. Ανακτήθηκε Μάρτιος 20, 2020, από <http://www.teiath.gr/userfiles/akanellou/phys2%20fyll1%20kns.pdf>

Σάτκα, Γ. & Σπυριδόπουλος, Κ. (2003). Θεραπευτικές Ασκήσεις. Βασικές Αρχές και Τεχνικές. Αθήνα:Σιώκης

Σιδηροπούλου, Κ. (2015). Το Σωματοαισθητικό σύστημα. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Ανακτήθηκε Ιανουάριος 15, 2020, από https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/4834/1/ch_6.pdf και https://www.csd.uoc.gr/~hy590-21/pdfs/00_master_document_sidiropoulou_final-KOY.pdf

Σύρμος, Ν. Χ. (2016). Νευρικό σύστημα-Βασικές έννοιες. Ανακτήθηκε Μάρτιος 10, 2020, από <https://docplayer.gr/179230197-Mathimata-anatomias-neyriko-systima-basikes-ennoies.html>

Ταβανιάτου, Π. (2018). Μοντελοποίηση και προσομοίωση μαλακών ιστών μυοσκελετικών μοντέλων (Διπλωματική εργασία). Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα

Τσίγκανος, Γ. (2007). Αθλητικοί τραυματισμοί. Πρόληψη και αποκατάσταση. Αθήνα: Τελέθριον

Φουσέκης, Κ. (2007). Συμπληρωματικές σημειώσεις Κινησιοθεραπείας. Αίγιο: Τμήμα Φυσικοθεραπείας Αιγίου

Φουσέκης, Κ. (2015). Εφαρμοσμένη Αθλητική Φυσικοθεραπεία. Αθήνα: Broken Hill Publishers

Χατζηευθυμίου, Α. (2017). Σωματική Αισθητικότητα, Αφή, Πόνος και Θερμοκρασία, Ιατρική Σχολή. Αναρτήθηκε Μάρτιος 12, 2020 από <https://docplayer.gr/50908833-Somatiki-aisthitikotita-afi-ponos-thermokrasia-a-hatzieythymiou-an-kathigitria-iatrikis-fysiologias-martios-2017.html>

αγγλική βιβλιογραφία:

Βιβλία

Ciullo, V. J. (1996). Shoulder Injuries In Sport: Evaluation, Treatment, & Rehabilitation. U.S.A: Human Kin

Kaya, D., Yosmaoglu, B. & Doral, N. M. (2018). Proprioception in orthopaedics, Sports Medicine and Rehabilitation. Turkey: OMICS Group

Prentice, W. (2003). Rehabilitation Techniques in Sports Medicine. North Carolina: McGraw-Hill Companies

Wilk, E. K., Reinold, M. M. & Andrews, R. J. (2009). The Athlete's Shoulder. U.S.A: Churchill Livingstone

Επιστημονικά άρθρα

Aarseth, L., Suprak, D., Chalmers, D., Lyon, L. & Dahlquist, D. (2015). Kinesio Tape and Shoulder-Joint Position Sense. Journal of Athletic Training, 8, pp. 785–791. doi: 10.4085/1062-6050-50.7.03

Aman, E. J., Elangovan, N., Yeh, I-L. & Konczak, J. (2015). The effectiveness of proprioceptive training for improving motor function: a systematic review. Frontiers in Human Neuroscience, 8,

pp. 1-18. doi: 10.3389/fnhum.2014.01075

Ashton-Miller, J., Fry, K. D. & Huston, J. L. (2001). Can proprioception really be improved by exercises? *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 9, pp.128–136. doi: 10.1007/s001670100208

Basbaum A. & Fields, H. (1984). Endogenous pain control systems: brainstem spinal pathways and endorphin circuitry. *Annual Review of Neuroscience*, University of California at San Francisco, 7, pp. 309-38

Borsa, A. P., Lephart, M. S., Kocher S. M. & Lephart, P. S. (1994). Functional assessment and rehabilitation of shoulder proprioception for glenohumeral instability. *Journal of Sports Rehabilitation*, 3, pp. 84-104

Bowering, K. J., O'Connell, N. E., Tabor, A., Catley, M. J., Leake, H. B., Moseley, G. L., & Stanton, T. R. (2013). The Effects of Graded Motor Imagery and Its Components on Chronic Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The Journal of Pain*, 1, pp. 3–13. doi:10.1016/j.jpain.2012.09.007

Burfeind, M. S. & Chimera, N. (2015). Randomized control trial investigating the effects of kinesiology tape on shoulder Proprioception. *Journal of Sport Rehabilitation*, 24, pp. 405 – 412

Choi, Y.-H., & Paik, N.-J. (2018). Mobile Game-based Virtual Reality Program for Upper Extremity Stroke Rehabilitation. *Journal of Visualized Experiments*, 13, pp. 1-8. doi:10.3791/56241

Clark, N. C. Roijezon, U. & Treleaven, J. (2015). Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: Clinical assessment and intervention. *Manual Therapy*, 3, pp. 378-387. doi: [10.1016/j.math.2015.01.009](https://doi.org/10.1016/j.math.2015.01.009)

Costello, T. J. (2012). The effects of cryotherapy on proprioception, indices of muscle damage and on intramuscular, skin and core temperature (Διδακτορική Διατριβή). Department of Physical Education and Sports Sciences, University of Limerick, Limerick.

Davies J. G. & Dickoff-Hoffman, S. (1993). Neuromuscular Testing and Rehabilitation of the Shoulder Complex. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 2, pp. 449-458.

Dilek, B., Akalin, E. & Gulbahar, S. (2015). Efficacy of proprioceptive exercises in patients with subacromial impingement syndrome: A single-blinded randomized controlled study. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, pp. 1-14. DOI:

10.1097/PHM.0000000000000327

Ettinger, L., Kanduna, A. & Shapiro, M. (2017). Subacromial anesthetics increase proprioceptive deficit in the shoulder and elbow in patients with subacromial impingement syndrome. *Clinical Medicine Insights: Arthritis and Musculoskeletal Disorders*, 10, pp. 1-7. doi: 10.1177/1179544117713196

Forwell, A. L. & Carnahan, H. (1996). Proprioception during manual aiming in individuals with shoulder instability and controls. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 2, pp. 111-119.

Fyhr, C., Gustavsson, L., Wassinger, C. & Sole, G. (2014). The effects of shoulder injury on kinaesthesia: A systematic review and meta-analysis. *Manual Therapy*, pp. 1-10. doi:[10.1016/j.math.2014.08.006](https://doi.org/10.1016/j.math.2014.08.006)

Goble, J. & Brown, S. (2010). Upper Limb Asymmetries in the Perception of Proprioceptively Determined Dynamic Position Sense. [Journal of Experimental Psychology Human Perception & Performance](https://doi.org/10.1037/a0018392), 3, pp. 768-775. doi: 10.1037/a0018392

Gil-Gómez, J.-A., Lloréns, R., Alcañiz, M., & Colomer, C. (2011). Effectiveness of a Wii balance board-based system (eBaViR) for balance rehabilitation: a pilot randomized clinical trial in patients with acquired brain injury. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 1, pp. 1-9. doi:10.1186/1743-0003-8-30

Gontijo, L., Neves, C., Pereira, P. & Santos, A., (2012). Evaluation of Strength and Irradiated Movement Pattern Resulting from trunk motions of the proprioceptive neuromuscular facilitation. *Rehabilitation Research and Practice*, pp 1-6. doi: 10.1155/2012/281937

Grimm, F., Walter, A., Spüler, M., Naros, G., Rosenstiel, W., & Gharabaghi, A. (2016). Hybrid Neuroprosthesis for the Upper Limb: Combining Brain-Controlled Neuromuscular Stimulation with a Multi-Joint Arm Exoskeleton. *Frontiers in Neuroscience*, 10, pp.1-11. doi:10.3389/fnins.2016.00367

Gumina, S., Camerota, F., Celletti, C., Venditto, T. & Candela, V. (2018). The effects of rotator cuff tear on shoulder proprioception. *International Orthopaedics*, 8, pp. 229-235. doi: [10.1007/s00264-018-4150-1](https://doi.org/10.1007/s00264-018-4150-1)

Hill, J. (2009). Utilization of joint mobilization techniques to treat

adhesive capsulitis of the shoulder. Ανακτήθηκε Μάρτιο 12, 2020, από <http://www.cyberpt.com/shoulderjointmobilizationfrozenshoulder.asp>

Ikbali Afsar, S., Mirzayev, I., Umit Yemisci, O., & Cosar Saracgil, S. N. (2018). Virtual Reality in Upper Extremity Rehabilitation of Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. Pp. 1-6. doi:10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.08.007

Inverarity, L. (2019). An overview of Proprioception. Ανακτήθηκε Μάρτιο 23, 2020, από <https://www.verywellhealth.com/proprioception-2696141>

Irrgang, J. J., Whitney, L. S. & Harner, D. C. (1992). Nonoperative treatment of rotator cuff injuries in throwing athletes. *Journal of Sport Rehabilitation*, 3, pp. 197-222

Kapreli, E., Athanasopoulos, S., Gliatis, J., Papathanasiou, M., Peeters, R., Strimpakos, N., Hecke, P.V., Gulialmos A. & Sunaert, S. (2009). Anterior Cruciate Ligament Deficiency Causes Brain Plasticity. *The American Journal of Sports Medicine*, 12, pp. 2419-2426. doi:10.1177/0363546509343201

Kim, J. J., Lee, S. Y. & Ha, K. (2015). The effects of exercise using PNF in patients with a supraspinatus muscle tear. *Journal of Physical Therapy Science*, 8, pp. 2443-6. doi: 10.1589/jpts.27.2443

Landreau, P., Lubiowski, P., Zumstein, M. & Laver, L. (2018). Shoulder injuries in handball. *Handball Sports Medicine*, pp. 177-195. doi: 10.1007/978-3-662-55892-8_14

Laskowski, R. E., Newcomer-Aney K. & Smith, J. (1997). Refining rehabilitation with proprioception training: expediting return to play. *The Physician And Sportsmedicine*, 10, pp. 89-102. doi:10.3810/psm.1997.10.1476

Lee, R. D. & Choi, Y-E. (2020). Effects of Handgrip Exercise on the Shoulder Muscle Activation and Cross-Sectional Area of the Supraspinatus Muscle in Rotator Cuff Repair. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, 1, pp 55-63

Leifert-Fiebach, Welfringer, Babinsky & Brandt. (2013). Motor imagery training in patients with chronic neglect: A pilot study. *NeuroRehabilitation*, 32 pp. 43–58. doi:10.3233/NRE-130822

[Lephart](#), M. S., [Warner](#), J.P J., [Borsa](#), A. P. & Freddie, H. (1994). Proprioception of the shoulder joint in healthy, unstable, and surgically

repaired shoulders. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 6, pp. 371-380. doi: 10.1016/S1058-2746(09)80022-0

Lindsay, M. A., Suprak N. D., Chalmers, R. G., Lyon, L. & Dahlquist, T. D. (2015). Kinesio tape and shoulder-joint position sense. *Journal of Athletic Training*, 8, pp. 785–791. doi: 10.4085/1062-6050-50.7.03

Lin, Y. L. & Karduna, A. (2016). Exercises focusing on rotator cuff And scapular muscles do not improve shoulder joint position sense in healthy subjects. *Human Movement Science*, pp. 248–257. doi: 10.1016/j.humov.2016.06.016

Liu Lih, T. Y. (1998). The effectiveness of proprioceptive training in The ACL reconstructed knee (Διδακτορική Διατριβή). The university of British Columbia, Columbia.

Lubiatowski, P., Ogradowicz, P. & Wojtaszek, M. & Romanowski, L. (2018). Bilateral shoulder proprioception deficit in unilateral anterior shoulder instability. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 3, pp. 1-9. DOI: [10.1016/j.jse.2018.08.034](https://doi.org/10.1016/j.jse.2018.08.034)

Marzetti, E., Rabini, A., Piccinini, G., Piazzini, D. B, Vulpiani, M. C, Vetrano, M., Specchia, A., Ferriero, G., Bertolini, C. & Saraceni, M. V. (2014). Neurocognitive therapeutic exercise improves pain and function in patients with shoulder impingement syndrome: A single-blind randomized controlled clinical trial. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 3, pp. 1-10.

Minshull, C., Eston, R. G., Bailey, A. & Gleeson, N. (2013). The differential effects of PNF versus passive stretch conditioning on neuromuscular performance. *European Journal of Sport Science*, pp. 1-9. doi: 10.1080/17461391.2013.799716

Moradi, M., Hadadnehad, M. & Letafatkar, A. (2018). The Effect of rotator cuff muscles exercises on range of motion, proprioception and electrical activity in male volleyball players with shoulder joint internal rotation deficit. *Journal of Human, Enviroment and Health Promotion*, 1, pp. 13-9.

Murray, L. (2018). Shoulder proprioception exercises. Retrieved Decmber 26, 2020, from <https://pdf4pro.com/view/shoulder-proprioeption-exercises-royal-surrey-county-46fd18.html>

Myers, B. J., Guskiewicz, M. K., Schneider, A. R. & Prentice, E. W. (1999). Proprioception and neuromuscular control of the shoulder

after muscle fatigue. *Journal Of Athletic Training*, 4, pp. 362-367.

Neer, C.S. (1983). Impingement Lesions. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 4, pp. 70-77

Pascual, J., Velasco-Alvarez, F., Muller, K., & Vidaurre, C. (2012). First study towards linear control of an upper-limb neuroprosthesis with an EEG-based Brain-Computer Interface. 2012 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Pp. 3269-3273 doi:10.1109/embc.2012.6346663

Peteraitis, T. & Smedes, F. (2020). Scapula motor control training with Proprioceptive Neuromuscular Facilitation in chronic subacromial impingement syndrome: A case report. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, 24, pp. 165-171

Phillips, A. D. (2017). Supraspinatus contribution and proprioceptive behavior at the shoulder (Διδακτορική Διατριβή). Department of Human Physiology and the Graduate School of the University of Oregon, Oregon.

Pochini, A. C., Ejnisman, B., Alves, M. T., Uyeda, L. F., Nouailhetas, V. L., A., Han, W. S., Cohen, M. & Albertoni, M. W. (2010). Overuse of Training Increases Mechanoreceptors in Supraspinatus Tendon of Rats SHR. *Journal of Orthopaedic Research.*, 11, pp. 1771–1774. doi: 10.1002/jor.21320.

Proske, U. (2015). The role of muscle proprioceptors in human limb position sense: a hypothesis. *Journal of Anatomy*, 2, pp. 178—183. doi: [10.1111/joa.12289](https://doi.org/10.1111/joa.12289)

Ribeiro, F. & Oliveira, J. (2011). Factors Influencing Proprioception: What do They Reveal?. Klika, V., *Biomechanics in Application*, (pp. 323-405), Prague.

Salles, L., Martin-Casas, P., Girones, X., Dura, J. M., Lafuente, V. J. & Perfetti, C. (2017). A neurocognitive approach for recovering upper extremity movement following subacute stroke: a randomized controlled pilot study. *Journal Of Physical Therapy Science*, 4, pp. 665-672. doi: 10.1589/jpts.29.665

Salles, J. I., Velasques, B., Cossich, V., Nicoliche, E., Ribeiro, P., Vinicius, M. A. & Motta, G. (2015). Strength training and shoulder proprioception. *Journal of Athletic Training*, 3, pp. 277–280. doi: 10.4085/1062-6050-49.3.84

- Shaffer, S. W. & Harrison, A. L. (2007). Aging of the somatosensory system: a translational perspective. *Physical Therapy*, 2, pp. 193-207. doi: 10.2522/ptj.20060083
- Sokundi, O. G., Muhwhati, L. & Robinson, P. (2014). A Randomized controlled trials on the effects of Acupuncture and Proprioceptive Neuromuscular facilitation (PNF) on supraspinatus tendinitis. *Journal of Dental and Medical Sciences*, 11, p.p. 63-69.
- Stone, A. J., Partin, B. N., Lueken, S. J., Timm, E. K. & Ryan, J. E. (1994). Upper Extremity Proprioceptive Training. *Journal of Athletic Training*, 1, pp. 1-18.
- Taylor, H.H. & Murphy, B. (2008). Altered sensorimotor integration with cervical spine manipulation. *Journal of Manipulative Physiological Therapeutics*, 2, pp. 115-26. doi: 10.1016/j.jmpt.2007.12.011
- Thompson, K.R., Mikesky, A.E., Bahamonde, R.E. & Burr, D.B. (2003). Effects of physical training on proprioception in older women. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, 3, pp. 223-231.
- Tuğcu, I., Fatih, T., Yılmaz, B., Taşkaynatan, M., Göktepe, S., Möhür, H., Yazıcıoğlu, K. & Özgül A. (2012). The Gulhane Anterior Cruciate Ligament Rehabilitation Protocol Following Anterior Cruciate Ligamen Reconstruction Surgery. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, pp.117-122. doi: 10.4274/tftr.69345
- Valdes, A. B., Khoshnam, M., Neva, L. J. & Menon, C. (2019). Robot-aided upper-limb proprioceptive training in three-dimensional space. 16th International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR) pp. 121-126. Canada: IEEE
- Vines, A. (2012). Rehabilitation after shoulder dislocation, information for patients. Ανακτήθηκε Ιανουαρίου 2, 2021, από [https://www.nhs.uk/conditions/dislocated-shoulder/Documents/100419shoulder\[1\].pdf](https://www.nhs.uk/conditions/dislocated-shoulder/Documents/100419shoulder[1].pdf)
- Vidaurre, C., Pascual, J., Ramos-Murguialday, A., Lorenz, R., Blankertz, B., Birbaumer, N., & Müller, K.-R. (2013). Neuromuscular electrical stimulation induced brain patterns to decode motor imagery. *Clinical Neurophysiology*, 9, pp. 1824–1834. doi:10.1016/j.clinph.2013.03.009

Voight, I. M., Hardin, A. J., Blackburn, A. T., Tippett, S. & Canne, C. G. (2018). The Effects of Muscle Fatigue on and the Relationship of Arm dominance to shoulder proprioception. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 6, pp. 348-52. doi: 10.2519/jospt.1996.23.6.348

Wilk, K. E. & Macrina L. (2013). Nonoperative and Postoperative Rehabilitation for Glenohumeral Instability. *Clinics in Sports Medicine*, 4, pp. 865-914. doi:10.1016/j.csm.2013.07.017

Witherspoon J. W., Smirnova I. V. & Terence M. E. (2014). Neuroanatomical distribution of mechanoreceptors in the human cadaveric shoulder capsule and labrum, *Journal of Anatomy*, 3, pp. 337-345. doi: 10.1111/joa.12215

Wonan, K., Hyunjeong, J. & Iisub, J. (2015). Comparison of supraspinatus cross-sectional areas according to shoulder abduction angles. *Journal of Physical Therapy Science*, 2, pp. 539-541. doi: [10.1589/jpts.27.539](https://doi.org/10.1589/jpts.27.539)

