



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ

ΜΟΡΙΑΚΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ

ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΣΗ ΣΤΗΝ ΦΥΣΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ - ΧΕΙΡΟΘΕΡΑΠΕΙΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

<< ΝΕΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΤΗ ΤΕΝΟΝΤΟΠΑΘΕΙΑ ΣΤΡΟΦΙΚΟΥ ΠΕΤΑΛΟΥ - ΑΠΟ ΤΗ

ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΣΤΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ >>

ΌΝΟΜΑ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ

ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΥ ΜΑΤΣΑΝΗΣ

ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΚΟΥΤΣΙΛΙΕΡΗΣ ΜΙΧΑΛΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΛΗ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΠΑΠΑΔΕΛΗΣ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ, ΟΡΘΟΠΕΔΙΚΟΣ ΧΕΙΡΟΥΡΓΟΣ

ΦΙΛΙΠΠΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΑΘΗΝΑ

ΑΠΡΙΛΙΟΣ, 2022

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Η τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου αποτελεί την πρώτη πιο συχνή αιτία πόνου στον ώμο και την τρίτη πιο συχνή αιτία μυοσκελετικού πόνου μετά την οσφυαλγία και τον πόνο στο γόνατο (Urwin et al., 1998). Ορίζεται ως μια πολύπλοκη, πολυπαραγοντική και επώδυνη κατάσταση στη περιοχή των στροφών του πετάλου του ώμου και χαρακτηρίζεται από πόνο, μειωμένη λειτουργικότητα αλλά και μειωμένη αντοχή στην άσκηση.

Σκοπός: Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση των σημαντικότερων πτυχών της τενοντοπάθειας στροφικού πετάλου η οποία θα περιλαμβάνει την εξακρίβωση του μηχανισμού παθοφυσιολογίας, τις πιο έγκυρες και αξιόπιστες κλινικές δοκιμασίες αξιολόγησης, την πιο αποτελεσματική θεραπευτική προσέγγιση αλλά και τις παραμέτρους συνταγογράφησης θεραπευτικής άσκησης. Με αυτόν τον τρόπο οι επαγγελματίες υγείας θα είναι σε θέση να εφαρμόσουν μια ολοκληρωμένη προσέγγιση αντιμετώπισης ασθενών με τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου με τις πιο σύγχρονες και αποτελεσματικές παρεμβάσεις.

Μεθοδολογία: Πραγματοποιήθηκε μια ολοκληρωμένη αναζήτηση ερευνών σε 4 ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων: *Pubmed*, *ScienceDirect*, *EMBASE* και *Cochrane Library Databases*. Οι έρευνες που μελετήθηκαν ήταν στην αγγλική γλώσσα με όριο χρονολογικής περιόδου 10 ετών. Η αναζήτηση συμπεριέλαβε τις λέξεις κλειδιά: "shoulder impingement syndrome", "rotator cuff", "exercise therapy", "strength training", "isometric contraction", "isotonic contraction", "eccentric contraction". Ο αλγόριθμος αναζήτησης είχε απόλυτη συνάφεια με το ερευνητικό ερώτημα, ήταν σύμφωνα με τη λογική αναζήτησης Boolean και περιελάμβανε την εξής στρατηγική: ("shoulder impingement syndrome"[MeSH Terms] OR "rotator cuff"[MeSH Terms]) AND ("exercise therapy" OR "strength training" OR "isometric contraction" OR "isotonic contraction" OR "eccentric contraction").

Αποτελέσματα: Από τις 6 μελέτες που αναλύθηκαν φάνηκε πως η προοδευτική φόρτιση του τένοντα αλλά και η αερόβια άσκηση υψηλής έντασης οδηγεί σε καλύτερα αποτελέσματα στα επίπεδα πόνου και λειτουργικότητας νεοαγγείωσης και αντοχής τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα.

Συμπεράσματα: Η συνταγογράφηση θεραπευτικής άσκησης με προοδευτική αύξηση φορτίου, όγκου, αντίστασης αλλά και η αερόβια άσκηση υψηλής έντασης οδηγεί σε καλύτερα κλινικά αποτελέσματα στα επίπεδα πόνου και λειτουργικότητας σε διάστημα από 6 εβδομάδες έως και 6 μήνες. Η προοδευτική αύξηση των παραμέτρων της άσκησης φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματική σε σχέση με μη προοδευτική άσκηση. Επιπροσθέτως ο μεγαλύτερος όγκος και ένταση συμβάλει στη μείωση πάχους του τένοντα και της νεοαγγείωσης. Τέλος η αερόβια άσκηση υψηλής έντασης (HIIT) αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη θεραπευτική παρέμβαση η οποία συμβάλλει στην αύξηση ροής αίματος και στην βελτίωση αντοχής του τένοντα σε σχέση με την συμβατική θεραπευτική άσκηση.

Λέξεις Κλειδιά: "shoulder impingement", "rotator cuff", "exercise therapy", "strength training", "isometric contraction", "isotonic contraction", "eccentric contraction".

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. Εισαγωγή	7
1.1 Επιδημιολογία	7
1.2 Μέγεθος Σημαντικότητα του προβλήματος	7
1.3 Σκοπός	8
2. Γενικό Μέρος	8
2.1 Ανατομία ωμικής ζώνης	8
2.2 Κινησιολογία	19
3. Τένοντας	19
3.1 Ρόλος Τένοντα	21
3.2 Δομή Τένοντα	21
4. Τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου	25
4.1 Ορισμός	25
4.2 Αιτιολογικοί Παράγοντες	25
4.3 Παθοφυσιολογία	29
4.4 Αξιολόγηση	34
4.5 Θεραπεία	43
5. Μεθοδολογία	49
5.1 Στρατηγική Αναζήτησης	49
5.2 Κριτήρια Εισαγωγής	49
5.3 Κριτήρια Απόρριψης	49
5.4 Τελική Διαλογή	50
6. Αποτελέσματα	52
7. Συζήτηση	63
8. Συμπέρασμα	68
Βιβλιογραφία	70

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 (Σύνδεσμοι Γληνοβραχιόνιας Άρθρωσης)-----	14
Πίνακας 2 (Μύες Ωμοπλατοθωρακικής – Στροφικού πετάλου)-	17
Πίνακας 3 (Νεύρωση Βασικών μυών) -----	18
Πίνακας 4 (Κινηματική Γληνοβραχιόνιας Άρθρωσης)-----	21
Πίνακας 5 (Αναλυτικός Πίνακας Άρθρων)-----	60

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 (Άρθρωση ωμικής ζώνης)-----	10
Εικόνα 1.1 (Οστό της κλείδας)-----	10
Εικόνα 1.2 (Οπίσθια και πρόσθια όψη της ωμοπλάτης) -----	11
Εικόνα 1.3 (Πρόσθια και ανώτερη όψη του βραχιόνιου οστού) 11	
Εικόνα 1.4 (Πρόσθια όψη οστού του στέρνου) -----	12
Εικόνα 2 (Ιεραρχική δομή τένοντα) -----	24
Εικόνα 3 (Παρουσία φλεγμονής σε στάδια τενοντοπάθειας)----	33
Εικόνα 4 (Παρουσία φλεγμονωδών δεικτών) -----	34
Εικόνα 5 (Δοκιμασία Lift off) -----	37
Εικόνα 6 (Δοκιμασία Belly Press)-----	37
Εικόνα 7 (Δοκιμασία Bear Hug)-----	38
Εικόνα 8 (Δοκιμασία Belly of)-----	38
Εικόνα 9 (External Rotation Lag Sign)-----	38
Εικόνα 10 (Δοκιμασία Jobe) -----	39
Εικόνα 11 (Δοκιμασία Drop arm)-----	39
Εικόνα 12 (Δοκιμασία Neer)-----	40
Εικόνα 13(Δοκιμασία Hawkins)-----	40
Εικόνα 14 (Δοκιμασία Hornblower) -----	40
Εικόνα 15 (MRI πλήρους ρήξης υπερακανθίου) -----	40
Εικόνα 16 (Υπερηχογράφημα πλήρους ρήξης τένοντα) -----	43

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΩΝ

ΚΝΣ: Κεντρικό νευρικό σύστημα

BMI: Body mass index

CD14: Cluster of differentiation 14

CD206: Cluster of Differentiation 206

CD45: Lymphocyte common antigen 45

CD68: Cluster of Differentiation 68

COX-2: Cyclooxygenase-2

CRP: C-reactive protein

DEFB1: Defensin Beta 1

ECM: Extracellular matrix

ESRRB: Estrogen Related Receptor Beta

FGF10: Fibroblast Growth Factor 10

FGF3: Fibroblast Growth Factor 3

H2O2: Hydrogen peroxide

IFM: Interfascicular matrix

IL-1: Interleukin-1

IL-6 : Interleukin-6

JNK: c-Jun N-terminal kinase

LR: Likelihood Ratio

MMP-1: Metalloproteinases-1

MMP-13: Metalloproteinases -13

MMP-8: Metalloproteinases-8

MMPs: Matrix metalloproteinases

NF-κB: Nuclear factor-κB

ROS: Reactive oxygen species

SAP30BP: SAP30 Binding Protein

SASH1: SAM and SH3 domain-containing protein 1

SPADI: Shoulder Pain and Disability Index

STAT-6: Signal Transducer And Activator Of Transcription 6

TIMPs: Tissue inhibitors of metalloproteinases

TNFα: Tumor necrosis factor alpha

1. Εισαγωγή

1.1 Επιδημιολογία

Η τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου αποτελεί την πρώτη πιο συχνή αιτία πόνου στον ώμο και την τρίτη πιο συχνή αιτία μυοσκελετικού πόνου μετά την οσφυαλγία και τον πόνο στο γόνατο(Urwin et al.,1998).Εκτιμάται πως περίπου το 2-10% του πληθυσμού με πόνο στον ώμο επισκέπτεται κάθε χρόνο πρωτοβάθμια δομή υγείας και η συχνότητα εμφάνισης νέων περιπτώσεων στροφικού πετάλου ανέρχεται στα 87 άτομα ανά 100.000 πληθυσμό ανά έτος(Linsell et al.,2006,White et al.,2014).Εμφανίζεται πιο συχνά στις γυναίκες σε σχέση με τους άνδρες με πιο τη συχνή ηλικία εμφάνισης να κυμαίνεται μεταξύ 55-59 έτη(White et al.,2014).Τέλος στον εργασιακό τομέα πλήττονται περισσότερο τα άτομα που ασχολούνται με χειρωνακτικές εργασίες, ενώ δεύτερα έρχονται τα άτομα που εργάζονται στον τομέα των πωλήσεων(Mikkil et al.,2021).

1.2 Μέγεθος Σημαντικότητα του προβλήματος

Οι μυοσκελετικές διαταραχές αποτελούν συχνό φαινόμενο στις βιομηχανικές χώρες καθώς περιλαμβάνουν χειρωνακτικές εργασίες που προκαλούν σημαντικό βαθμό καταπόνησης οδηγώντας σε τραυματισμούς(Bernard et al.,1997, Buckle et al.,2002). Στην Ευρωπαϊκή Ένωση το κόστος της θεραπείας και η απώλεια παραγωγικότητας υπολογίζεται στο 0,5-2% του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος(Woolf et al.,2001,Luime et al.,2004).Στο Ηνωμένο Βασίλειο κατά το έτος 2008–2009 χάθηκαν περίπου 3,75 εκατομμύρια εργάσιμες ημέρες ετησίως εξαιτίας των μυοσκελετικών προβλημάτων ενώ στις Ηνωμένες Πολιτείες κατά το έτος 2000 το άμεσο κόστος για τη θεραπεία δυσλειτουργιών του ώμου ανήλθε στα 7 δισεκατομμύρια δολάρια.(Meislin et al.,2005,Takavek et al.,2012).

Η τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου είναι ιδιαίτερα συχνή στον εργασιακό πληθυσμό, επιβαρύνοντας με υψηλό κόστος τόσο τον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης αλλά και τα ασφαλιστικά ταμεία αποζημίωσης των εργαζομένων (Mikkil et al.,2021).

Σύμφωνα με την έρευνα των Mikkil et al.,2021 ο μέσος ατομικός αριθμός χαμένων εργάσιμων ημερών σε άτομα πλήρους απασχόλησης με διάγνωση στροφικού πετάλου ανήλθε στις 27 σε διάστημα 6 μηνών και ο συνολικός αριθμός απώλειας εργάσιμων ημερών

σε 33 άτομα στις 1781 ημέρες. Από αυτές, 851 ημέρες οφείλονταν σε αναρρωτική άδεια, 647 ημέρες σε χαμένες θέσεις εργασίας και 283 ημέρες σε μειωμένο ωράριο εργασίας. Αυτός ο αριθμός άλλαξε σε ασθενείς που υποβλήθηκαν σε χειρουργική επέμβαση καθώς ήταν 3 φορές μεγαλύτερος ανά ασθενή σε σχέση με τους ασθενείς που ακολούθησαν συντηρητική θεραπεία. Συνοπτικά, η απώλεια εργάσιμων ημερών φαίνεται να αποτελεί ανησυχία τόσο με τη χειρουργική θεραπεία όσο και με τη συντηρητική θεραπεία.

1.3 Σκοπός

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση των σημαντικότερων πτυχών της τενοντοπάθειας στροφικού πετάλου η οποία θα περιλαμβάνει την εξακρίβωση του μηχανισμού παθοφυσιολογίας, τις πιο έγκυρες και αξιόπιστες κλινικές δοκιμασίες αξιολόγησης, την πιο αποτελεσματική θεραπευτική προσέγγιση αλλά και τις παραμέτρους συνταγογράφησης θεραπευτικής άσκησης. Με αυτόν τον τρόπο οι επαγγελματίες υγείας θα είναι σε θέση να εφαρμόσουν μια ολοκληρωμένη προσέγγιση αντιμετώπισης ασθενών με τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου με τις πιο σύγχρονες και αποτελεσματικές παρεμβάσεις.

2. Γενικό Μέρος

2.1 Ανατομία ωμικής ζώνης

Οστά ωμικής ζώνης

Η ωμική ζώνη αποτελείται από το βραχιόνιο οστό, την ωμοπλάτη, την κλείδα και το στέρνο (Εικόνα 1). Η κλείδα είναι ένα οστό στροφικού σχήματος η οποία εντοπίζεται εγκάρσια. Ο άξονας της κλείδας είναι κυρτός στην πρόσθια επιφάνειά του, κυρτός στο μεσαίο επίπεδο και κοίλος πλευρικά (εικόνα 1.1). Οι λειτουργίες της κλείδας περιλαμβάνουν την σταθεροποίηση του άνω άκρου αιωρούμενο στον αξονικό σκελετό, τη προστασία των νεύρων και των αιμοφόρων αγγείων, την αύξηση της κινητικότητας του ώμου και τη μετάδοση της μυϊκής δύναμης στην ωμοπλάτη (Sevi et al., 2020).

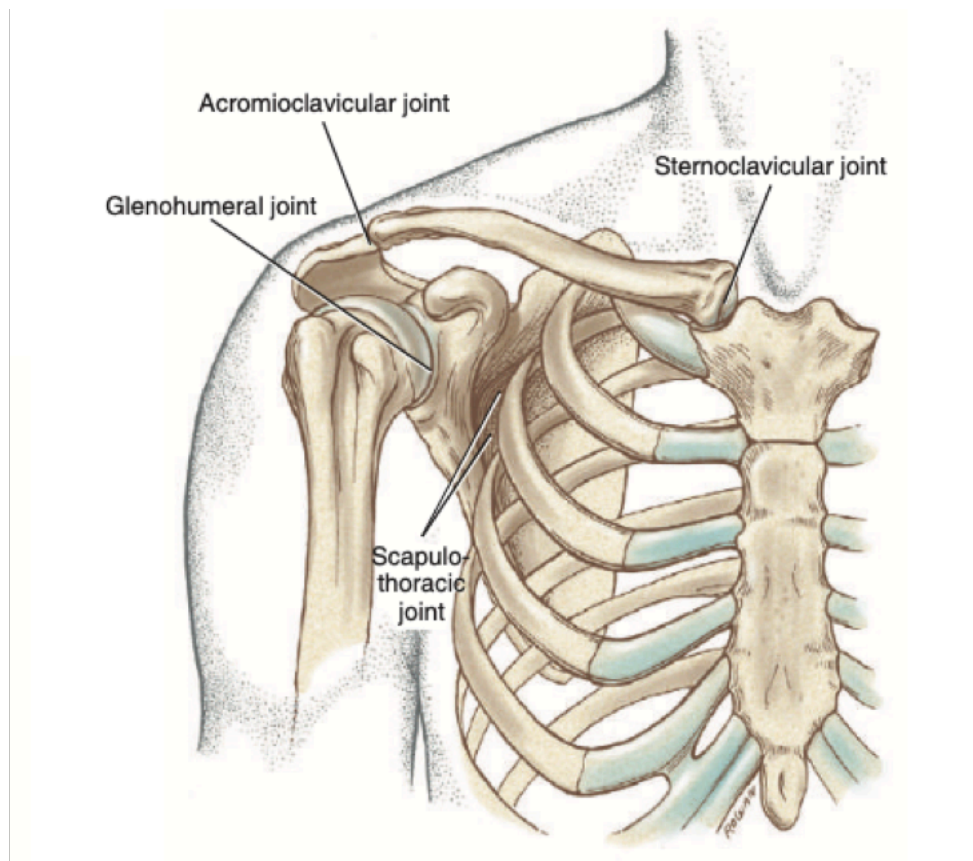
Η ωμοπλάτη είναι ένα τριγωνικό οστό το οποίο έχει τρία όρια το έσω, πλάγιο και άνω. Η λειτουργία της ωμοπλάτης επιτρέπει στο άνω άκρο να κινείται στα διάφορα επίπεδα. Περιλαμβάνει τον κοίλο γληνοειδή βόθρο ο οποίος αρθρώνεται με την κεφαλή του βραχιονίου (γληνοβραχιόνια άρθρωση) ενώ έχει κλίση 5 μοιρών προς τα πάνω σε σχέση με

το έσω όριο της ωμοπλάτης. Το ινοχόνδρινο χείλος που περιβάλλει τον βόθρο αυξάνει το βάθος του για καλύτερη σταθεροποίηση του βραχιονίου. Η ωμοπλάτη είναι τοποθετημένη στην οπίσθια και πλάγια επιφάνεια του θώρακα σε ουδέτερη θέση και το επίπεδο της είναι προσανατολισμένο περίπου 30 με 45 μοίρες στο μετωπιαίο επίπεδο (Sevi et al., 2020).

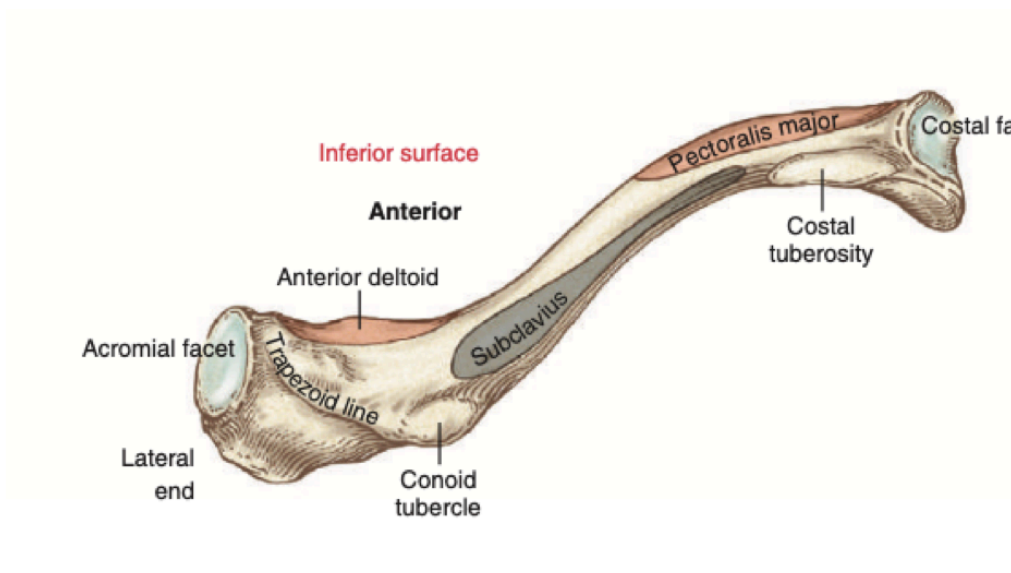
Η οπίσθια επιφάνεια της ωμοπλάτης διαχωρίζεται σε έναν υπερακάνθιο βόθρο και έναν υπακάνθιο βόθρο (Εικόνα 1.2). Περιέχει την κορακοειδή απόφυση η οποία έχει σχήμα ράμφους προβάλλοντας από την πρόσθια επιφάνεια του άνω άκρου της ωμοπλάτης ενώ παρέχει θέσεις προσκόλλησης για μύες και συνδέσμους (Neuman et al., 2010). Στο άνω και πλευρικό επίπεδο της ωμοπλάτης εντοπίζεται το ακρώμιο. Το ακρώμιο λειτουργεί ως στέγη πάνω από την κεφαλή του βραχιονίου. Περιέχει μια αρθρική όψη για την κλείδα η οποία εντοπίζεται στην πρόσθια όψη της έσω επιφάνειάς του (Oatis et al., 2009).

Το βραχιόνιο οστό αποτελείται από την κεφαλή, τον ανατομικό λαιμό, τον χειρουργικό λαιμό και τον άξονα (Εικόνα 1.3). Η κεφαλή του βραχιονίου αποτελεί το κυρτό στοιχείο του οστού η οποία αναστρέφεται 30 μοίρες σε σχέση με το άνω βραχιόνιο με σκοπό να διατηρηθεί στο επίπεδο της ωμοπλάτης (Neuman et al., 2010). Επίσης το βραχιόνιο οστό περιλαμβάνει τη δικεφαλική αύλακα στην οποία καταφύεται ο τένοντας της μακράς κεφαλής του δικέφαλου και ο πλατύς ραχιαίος μυς, ενώ οι αιχμηρές κορυφές στις πρόσθιες πλευρές των φυματίων περιέχουν τις προσκολλήσεις των μείζονων μυών. Το δελτοειδές φύμα, βρίσκεται περιφερικά και πρόσθια στο κάτω άκρο της δικεφαλικής αύλακας στο οποίο προσκολλάται ο δελτοειδής μυς (Sevi et al., 2020).

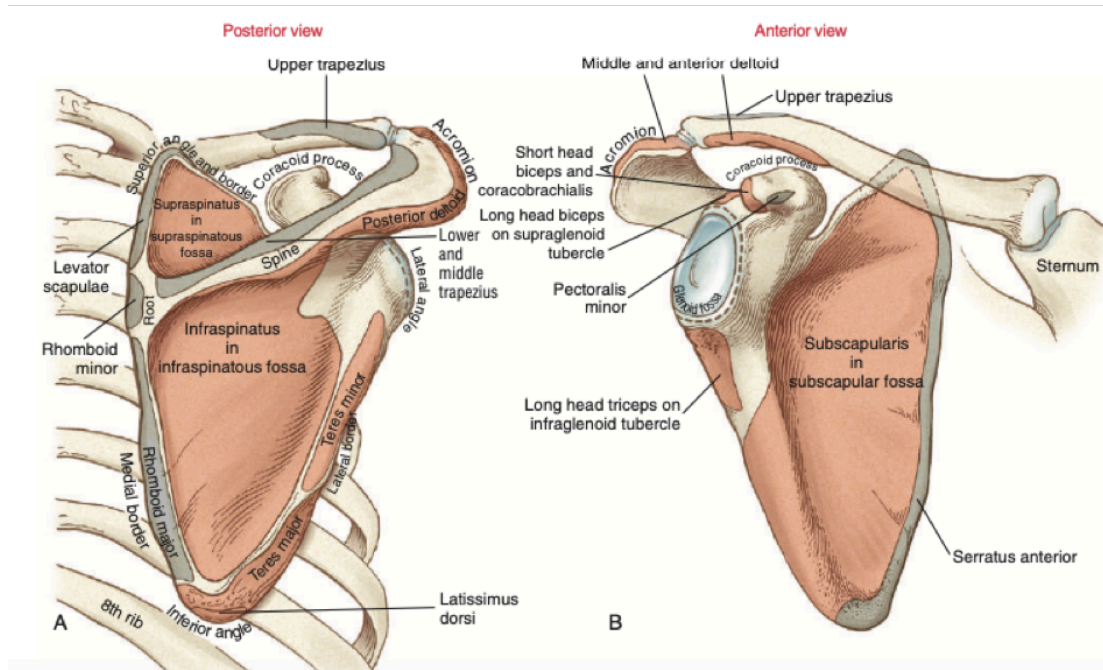
Το στέρνο αποτελείται από τη λαβή, το σώμα και την ξιφοειδή απόφυση (Εικόνα 1.4). Η λαβή διαθέτει ένα ζεύγος κλειδικής μοίρας σε σχήμα ωοειδούς, οι οποίες αρθρώνονται με τις κλείδες (Neuman et al., 2010).



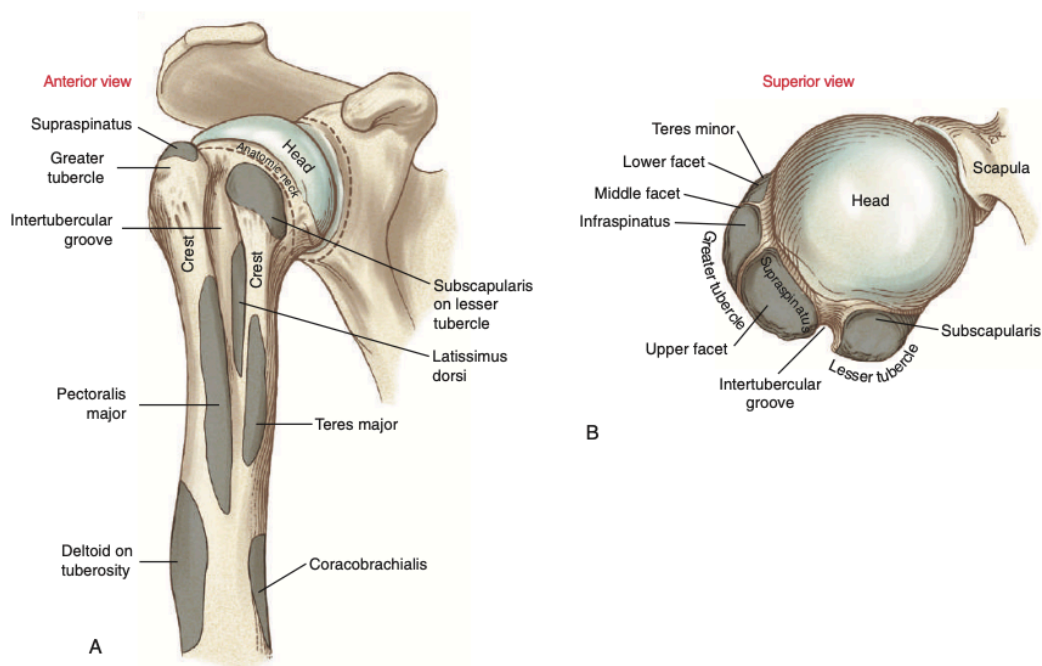
Εικόνα 1: Άρθρωση ωμικής ζώνης(Neuman et al.,2010).



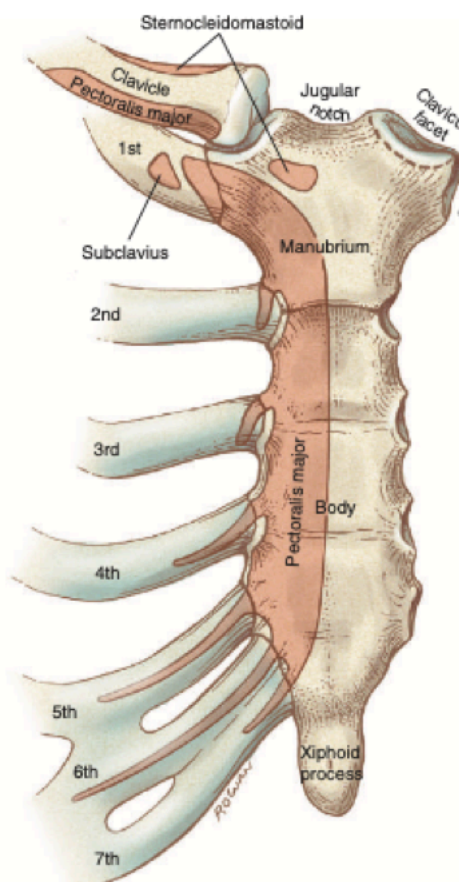
Εικόνα 1.1: Οστό της κλείδας(Neuman et al.,2010).



Εικόνα 1.2:Οπίσθια και πρόσθια όψη της ωμοπλάτης(Neuman et al.,2010).



Εικόνα 1.3:Πρόσθια και ανώτερη όψη του βραχιόνιου οστού(Neuman et al.,2010).



Εικόνα 1.4: Πρόσθια όψη οστού του στέρνου(Neuman et al.,2010).

Αρθρώσεις ωμικής ζώνης

Η κίνηση του ώμου περιλαμβάνει κυρίως αλληλεξαρτώμενες κινήσεις μεταξύ της στερνοκλειδικής, της γληνοβραχιόνιας, της ακρωμιοκλειδικής και της ωμοπλάτης. Η στερνοκλειδική άρθρωση είναι μια τριαξονική άρθρωση που συνήθως περιγράφεται ως σφαιρική άρθρωση ή σέλα. Είναι η μόνη άρθρωση που συνδέει τα στοιχεία της άρθρωσης του ώμου με τον αξονικό σκελετό. Περιλαμβάνει το έσω άκρο της κλείδας, την κλειδική μοίρα του στέρνου και το άνω όριο του πρώτου πλευρικού χόνδρου(Neuman et al.,2010).

Η στερνοκλειδική άρθρωση περιβάλλεται από θύλακα που ενισχύεται από πρόσθιο και οπίσθιο στερνοκλειδικό σύνδεσμο.Επίσης ο μεσοκλείδιος σύνδεσμος συνδέει τη δεξιά και την αριστερή κλείδα για τον περιορισμό της άνω, κάτω και πλάγιας κίνησής της.Ο κοστοκλειδικός σύνδεσμος είναι μια ισχυρή δομή που εκτείνεται από τον χόνδρο της πρώτης πλευράς έως τον πλευρικό αυλό στην κάτω επιφάνεια της κλείδας. Ο σύνδεσμος έχει δύο ευδιάκριτες δέσμες ινών που εκτείνονται κάθετα μεταξύ τους. Η διασταύρωση των ινών

βοηθά στη σταθεροποίηση της άρθρωσης μέσω όλων των κινήσεων, εκτός από την καθοδική κίνηση της κλείδας. Ακόμη περιλαμβάνει τον αρθρικό δίσκο με σκοπό την απορρόφηση των κραδασμών αυξάνοντας την περιοχή επαφής της άρθρωσης και περιορίζοντας την έσω κίνηση της κλείδας. Τέλος ο πλευρικός χόνδρος περιορίζει την κατώτερη κίνηση της κλείδας (Neuman et al., 2010).

Η ακρωμιοκλειδική άρθρωση είναι η άρθρωση μεταξύ του πλάγιου άκρου της κλείδας και του ακρωμίου της ωμοπλάτης. Περιβάλλεται από θύλακα που ενισχύεται άμεσα από τον άνω και κάτω σύνδεσμο. Ο άνω σύνδεσμος ενισχύεται μέσω προσκολλήσεων από τον δελτοειδή και τον τραπεζοειδή. Ο κορακοκλειδικός σύνδεσμος αποτελείται τον τραπεζοειδή και τον κωνοειδή σύνδεσμο. Και οι δύο έχουν παρόμοιο μήκος, επιφάνεια διατομής, ακαμψία και αντοχή σε εφελκυσμό. Ως σύνολο, ολόκληρος ο σύνδεσμος είναι ισχυρότερος και απορροφά περισσότερη ενέργεια στο σημείο της ρήξης από τους περισσότερους άλλους συνδέσμους του ώμου (Neuman et al., 2010).

Η γληνοβραχιόνια άρθρωση σχηματίζεται μεταξύ της μεγάλης κυρτής κεφαλής του βραχιονίου και της κοιλότητας της ωμογλήνης. Λειτουργεί σε συνδυασμό με την κινούμενη ωμοπλάτη με σκοπό να παράγει ένα εκτεταμένο εύρος κίνησης του ώμου. Η άρθρωση περιβάλλεται από θύλακα με σκοπό να απομονώνει την κοιλότητα της άρθρωσης από τους περισσότερους εγγύς ιστούς. Η κεφαλή του βραχιονίου και ο γληνοειδής βόθρος περιβάλλονται με αρθρικό χόνδρο. Ο εσωτερικός όγκος του θύλακα είναι περίπου διπλάσιος από το μέγεθος της κεφαλής του βραχιονίου παρέχοντας εκτεταμένη κινητικότητα στην άρθρωση. Ο θύλακας της άρθρωσης είναι ενισχύεται από παχύτερους εξωτερικούς συνδέσμους (Neuman et al., 2010).

Οι σύνδεσμοι της άρθρωσης αποτελούνται από σύνθετες ζώνες ινών κολλαγόνου, χωρισμένες σε ανώτερες, μεσαίες και κάτω ζώνες (Πίνακας 1). Ο άνω γληνοβραχιόνιος σύνδεσμος εκφύεται κοντά στο υπεργληνοειδές φύμα, ακριβώς μπροστά από τη μακρά κεφαλή του δικεφάλου και έρχεται σε τάση σε πλήρη προσαγωγή ωμικής ζώνης. Κατά τη διάρκεια που έρχεται σε τάση αποτρέπει την κεφαλή να ολισθήσει σε κατώτερο και πρόσθιο-οπίσθιο επίπεδο. Ο μεσαίος γληνοβραχιόνιος σύνδεσμος έχει εκφύεται στις άνω και μεσαίες όψεις του πρόσθιου χείλους του γληνοειδούς βόθρου. Αυτός ο σύνδεσμος σταθεροποιεί την

γληνοβραχιόνια άρθρωση σε 45 έως 60 μοίρες απαγωγής ενώ αποτρέπει την πρόσθια ολίσθηση της κεφαλής σε θέση έξω στροφής.Ο κάτω γληνοβραχιόνιος σύνδεσμος εκφύεται στο πρόσθιο-κάτω χείλος του γληνοειδούς βόθρου(Neuman et al.,2010).

Έχει τρία ξεχωριστά μέρη την πρόσθια ταινία, την οπίσθια ταινία και ένα φύλλο ιστού που συνδέει αυτές τις ζώνες, γνωστό ως μασχαλιαία θήκη και έρχεται σε πλήρη τάση σε 90 μοίρες απαγωγής της ωμικής ζώνης.Από τη θέση απαγωγής η πρόσθια και οπίσθια ταινία έρχονται σε τάση σε θέσεις εξωτερικής και εσωτερικής στροφής(Neuman et al.,2010).

Η πρόσθια ταινία είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς αποτελεί τον κύριο σύνδεσμο ο οποίος αποτρέπει την πρόσθια μετατόπιση της κεφαλής του βραχιονίου, τόσο από θέση απαγωγής όσο και σε ουδέτερη θέση(Neuman et al.,2010).Η γληνοβραχιόνια άρθρωση ενισχύεται επίσης από τον κορακοειδή σύνδεσμο.Αυτός ο σύνδεσμος εκτείνεται από το πλάγιο όριο της κορακοειδής απόφυσης μέχρι την πρόσθια πλευρά του μεγαλύτερου φύματος του βραχιονίου.Ο κορακοειδής σύνδεσμος έρχεται σε τάση σε θέση της προσαγωγής ενώ από την ίδια θέση αποτρέπει την κατώτερη μετατόπιση και την έξω στροφή της κεφαλής του βραχιονίου(Neuman et al.,2010).

Πίνακας 1

Σύνδεσμοι Γληνοβραχιόνιας Άρθρωσης		
Σύνδεσμος	Προσάρτηση	Βασική κίνηση που προκαλεί τάση
Άνω Γληνοβραχιόνιος Σύνδεσμος	Ανατομικός αυχέννας, πάνω από το ελάχισον φύμα.	Προσαγωγή.
Μέσος Γληνοβραχιόνιος Σύνδεσμος	Κατά μήκος της πρόσθιας όψης του ανατομικού αυχέννα.Αναμειγνύεται επίσης με τον υποπλάτιο τένοντα.	Εξωτερική περιστροφή από 45-60 μοίρες απαγωγής.
Κάτω Γληνοβραχιόνιος Σύνδεσμος	Στα πρόσθια-κάτω και οπίσθια-κάτω περιθώρια του ανατομικού αυχέννα.	Μασχαλιαία σακούλα: 90 μοίρες απαγωγής, σε συνδυασμό με πρόσθιο-οπίσθιο και κάτω μετατοπίσεις. Πρόσθια ζώνη: 90 μοίρες απαγωγής και εξωτερική περιστροφή.Πρόσθια μετατόπιση κεφαλής του βραχιονίου.

(Neuman et al.,2010)

Ωμοβραχιόνιος ρυθμός

Η άνω στροφή της ωμοπλάτης κατά τη διάρκεια της πλήρους απαγωγής της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης αποτελούν ένα από τα βασικά συστατικά της κινηματικής της ωμικής ζώνης. Για να επιτευχθεί η συνολική κίνηση περιλαμβάνει συνδυασμένη κίνηση από την στερνοκλειδική και την ακρωμιοκλειδική άρθρωση. Η απαγωγή της ωμικής ζώνης μέχρι τις 120 μοίρες πραγματοποιείται από την κίνηση της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης. Ωστόσο για να πραγματοποιηθεί η μέγιστη απαγωγή στις 180 μοίρες απαιτείται άνω στροφή της ωμοπλάτης στις 60 μοίρες με ταυτόχρονη ανύψωση στερνοκλειδικής άρθρωσης και άνω στροφή ακρωμιοκλειδικής άρθρωσης. Κατά τη διάρκεια της απαγωγής η κλείδα εκτελεί οπίσθια στροφή και οπίσθια ολίσθηση ενώ η ωμοπλάτη εκτελεί οπίσθια κλίση και έξω στροφή. Τέλος η γληνοβραχιόνια άρθρωση εκτελεί έξω στροφή κατά τη διάρκεια της απαγωγής (Neuman et al.,2010).

Μύες Ωμικής ζώνης

Οι περισσότεροι μύες της ωμικής ζώνης ανήκουν σε μία από τις δύο λειτουργικές κατηγορίες τους σταθεροποιητές ή τους κινητοποιούς. Οι σταθεροποιητές είναι οι μύες που προέρχονται από τη σπονδυλική στήλη, τις πλευρές και το κρανίο και εισέρχονται στην ωμοπλάτη και την κλείδα. Οι κινητοποιοί αποτελούνται από μύες που προέρχονται από την ωμοπλάτη και την κλείδα και εισέρχονται στο βραχιόνιο ή στο αντιβράχιο (Neuman et al.,2010).

Μύες ωμοπλάτης

Οι μύες της ωμοπλάτης κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τη δράση τους σε μύες που προκαλούν ανάσπαση – κατάσπαση ωμοπλάτης, απαγωγούς – προσαγωγούς, άνω στροφείς – κάτω στροφείς (Πίνακας 3). Η ανάσπαση ωμοπλάτης πραγματοποιείται από τον άνω τραπεζοειδή, τον ανεκκτήρα και σε μικρότερο βαθμό από τον ρομβοειδή. Η κατάσπαση ωμοπλάτης πραγματοποιείται από τον κάτω τραπεζοειδή, τον πλατύ ραχιαίο, τον ελάσσονα θωρακικό και τον υποκλείδιο μυ. Ο μικρός υποκλείδιος μυς δρα έμμεσα στην ωμοπλάτη μέσω της κάτω έλξης του στην κλείδα με σκοπό τη σταθεροποίηση της στερνοκλειδικής

άρθρωσης. Ο κάτω τραπεζοειδής και ο ελάσσων θωρακικός δρουν απευθείας στην ωμοπλάτη ενώ ο πλατύς ραχιαίος, πιέζει την ωμική ζώνη έμμεσα μέσω έλξης του βραχιονίου(Neuman et al.,2010).

Ο πρόσθιος οδοντωτός είναι ο κύριος απαγωγός μυς της ωμοπλατοθωρακικής άρθρωσης. Τα άτομα με αδυναμία σε αυτό τον μυ έχουν δυσκολία στην εκτέλεση κινήσεων πρόσθιας ώθησης.Κανένας άλλος μυς δεν μπορεί να παρέχει επαρκώς αυτό το αποτέλεσμα απαγωγής στην ωμοπλάτη.Η προσαγωγή της ωμοπλάτης πραγματοποιείται πρωτίστως από τον μέσο τραπεζοειδή και από τον ρομβοειδή και κάτω τραπεζοειδή οι οποίοι έχουν δευτερεύοντα ρόλο(Neuman et al.,2010).

Η άνω στροφή της ωμοπλάτης αποτελεί ένα βασικό συστατικό της ανύψωσης του βραχίονα. Οι κύριοι στροφείς μύες ο πρόσθιος οδοντωτός και ο άνω και κάτω τραπεζοειδής. Οι 3 αυτοί μύες σχηματίζουν ένα ζεύγος δύναμης για να περιστρέφουν αποτελεσματικά προς τα πάνω την ωμοπλάτη. Η μηχανική αυτού του ζεύγους προϋποθέτει ότι η δύναμη καθενός από τους τρεις μυς δρα ταυτόχρονα.Η κάτω στροφή πραγματοποιείται από τον ρομβοειδή και τον ελάσσον θωρακικό.Τέλος οι κάτω στροφείς περιλαμβάνουν τον ελάσσον θωρακικό και τον ρομβοειδή(Neuman et al.,2010).

Μύες γληνοβραχιόνιας άρθρωσης

Η ανύψωση του βραχίονα εκτελείται από μύες που συνήθως ανήκουν σε τρεις ομάδες στους μύες που ανυψώνουν το βραχιόνιο οστό, τους μύες της ωμοπλάτης που ελέγχουν την άνω στροφή της ωμοπλάτης άρθρωσης και τους μύες στροφικού πετάλου που ελέγχουν τη δυναμική σταθερότητα της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης(Πίνακας 3).Η κάμψη του βραχιονίου πραγματοποιείται κυρίως από τον πρόσθιο δελτοειδή, τον κορακοβραχιόνιο και τη μακριά κεφαλή του δικέφαλου βραχιονίου.Οι εκτείνοντες μύες του βραχιονίου είναι ο οπίσθιος δελτοειδής,ο μείζον στρογγύλος,ο πλατύς ραχιαίος, η μακρά κεφαλή του τρικέφαλου βραχιονίου και η στερνοπλευρική κεφαλή του μείζονα θωρακικού(Neuman et al.,2010).

Οι ίδιοι μύες είναι υπεύθυνοι για την προσαγωγή ισχίου. Από αυτούς τους μύες, ο πλατύς ραχιαίος, ο μείζον στρογγύλος και οι μείζονες θωρακικοί παράγουν τις μεγαλύτερες ροπές για τις συνδυασμένες κινήσεις προσαγωγής και έκτασης. Οι κύριοι μύες που περιστρέφουν

εσωτερικά την γληνοβραχιόνια άρθρωση είναι ο υποπλάτιος, ο πρόσθιος δελτοειδής, ο μείζονος θωρακικός, ο πλατύς ραχιαίος και ο μείζον στρογγύλος(Neuman et al.,2010).

Οι κύριοι μύες που συμβάλουν στην έξω στροφή της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης είναι ο υπακάνθιος, η ελάσσον στρογγύλος και ο οπίσθιος δελτοειδής.Οι έσω στροφείς παράγουν μεγαλύτερη μυϊκή δύναμη από του έξω στροφείς οι οποίοι παράγουν τη μικρότερη μυϊκή δύναμη από οποιαδήποτε άλλη μυϊκή ομάδα του ώμου(Neuman et al.,2010).

Μύες στροφικού πετάλου

Οι μύες της ομάδας του στροφικού πετάλου περιλαμβάνουν τον υποπλάτιο, τον υπερακάνθιο, τον υπακάνθιο και τον ελάσσων στρογγύλο(Πίνακας 3). Αυτοί οι μύες παρουσιάζουν σημαντική δραστηριότητα κυρίως για τη παροχή της δυναμικής σταθερότητας της άρθρωσης. Ένας σημαντικός ρόλος των μυών του στροφικού πετάλου είναι να αντισταθμίσει τη φυσική χαλαρότητα και την τάση για αστάθεια της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης(Neuman et al.,2010).

Πίνακας 2

Μύες Ωμοπλατοθωρακικής Άρθρωσης	
Κινήσεις Ωμοπλάτης	Βασικοί Μύες
Ανάσπαση	Άνω τραπεζοειδής,ανεκκτήρας,ρομβοειδής
Κατάσπαση	Κάτω τραπεζοειδής, πλατύς ραχιαίος, ελάσσων θωρακικός, υποκλείδιος
Απαγωγή	Πρόσθιος οδοντωτός
Προσαγωγή	Μέσος τραπεζοειδής,ρομβοειδής,κάτω τραπεζοειδής
Άνω στροφή	Πρόσθιος οδοντωτός,άνω τραπεζοειδής, κάτω τραπεζοειδής
Κάτω στροφή	Ελάσσων θωρακικός, ρομβοειδής
Μύες στροφικού πετάλου	
Βασικοί Μύες	Λειτουργική κίνηση
Υπερακάνθιος	Σταθεροποιεί τη κεφαλή του βραχιονίου στις ανώτερες κινήσεις,συμπιέζει σταθερά την κεφαλή στην ωμογλήνη,δημιουργεί ένα διαχωριστικό πάνω από την κεφαλή του βραχιονίου με σκοπό τον περιορισμό της υπερβολικής ανώτερης μετατόπισης του βραχιονίου.

Υπακάνθιος,Υποπλάτιος,Ελάσσων Στρογγύλος	Ασκούν καθοδική δύναμη στη κεφαλή του βραχιονίου, στρέφουν εξωτερικά τη κεφαλή του βραχιονίου
---------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------

(Neuman et al.,2010)

Νεύρωση Μυών

Το άνω άκρο δέχεται πρωτίστως τη νεύρωση του μέσω του βραχιονίου πλέγματος από τις νευρικές ρίζες C5 έως T1. Οι νευρικές ρίζες C5 και C6 νευρώνουν το άνω τμήμα, η C7 το μεσαίο τμήμα και οι C8 με T1 το κατώτερο τμήμα. Τα τμήματα των νευρών κινούνται σε μικρή απόσταση πριν σχηματίσουν πρόσθιες ή οπίσθιες υποδιαίρέσεις. Οι υποδιαίρέσεις στη συνέχεια οργανώνονται σε τρία κορδόνια (πλευρικά, οπίσθια και έσω), τα οποία στη συνέχεια διακλαδίζονται σε κερκιδικό, μέσο και ωλένιο νεύρο. Οι πρωτεύουσες νευρικές ρίζες που τροφοδοτούν τους μύες του άνω άκρου αναφέρονται στον πίνακα 4 (Neuman et al.,2010).

Πίνακας 3

Νεύρα που ρέουν από το βραχιόνιο πλέγμα και νευρώνουν βασικούς μύες			
Νεύρο	Συσχέτιση με το βραχιόνιο πλέγμα	Βασικές Νευρικές Ρίζες	Μύες που τροφοδοτούν
Μασχαλιαίο	Οπίσθιο δευτερεύον στέλεχος	C5, C6	Δελτοειδής και ελάσσων στρογγύλος
Θωρακοραχιαίο νεύρο (Μέσος υποπλάτιος)	Οπίσθιο δευτερεύον στέλεχος	C6,C7,C8	Πλατύς ραχιαίος
Άνω υποπλάτιο	Οπίσθιο δευτερεύον στέλεχος	C5,C6	Ανώτερες ίνες του υποπλάτιου
Κάτω υποπλάτιο	Οπίσθιο δευτερεύον στέλεχος	C5, C6	Κατώτερες ίνες του υποπλάτιου και ελάσσων στρογγύλος
Κάτω Θωρακικό	Έξω στέλεχος	C5,C6,C7	Μείζον θωρακικός
Μέσο Θωρακικό	Έσω στέλεχος	C8,T1	Μείζον θωρακικός (στερνική μοίρα) και ελάσσων θωρακικός
Υποπλάτιο	Άνω πρωτεύον στέλεχος	C5, C6	Υπερακάνθιος και υπακάνθιος
Υποκλείδιο	Άνω πρωτεύον στέλεχος	C5, C6	Υποκλείδιος
Ραχιαίο ωμοπλάτιο νεύρο	5η αυχενική νευρική ρίζα	C5	Ρομβοειδής και ανελκτήρας
Μακρύ θωρακικό	Κοντά στα πρωτεύοντα στέλεχη	C5,C6,C7	Πρόσθιος Οδοντωτός

(Neuman et al.,2010)

2.2 Κινησιολογία

Οστεοκινηματική - Αρθροκινηματική

Η οστεοκινηματική της κλείδας περιλαμβάνει μια περιστροφή και στους τρεις βαθμούς ελευθερίας όπου κάθε βαθμός ελευθερίας συνδέεται με ένα από τα τρία βασικά επίπεδα κίνησης το οβελιαίο, το μετωπιαίο και οριζόντιο. Οι κινήσεις της κλείδας περιλαμβάνουν ανάσπαση – κατάσπαση, πρόσθια ολίσθηση – οπισθιολίσθηση και οπίσθια στροφή. Πρωταρχικός στόχος αυτών των κινήσεων είναι να τοποθετηθεί η ωμοπλάτη σε μια βέλτιστη θέση ώστε να δέχεται την κεφαλή του βραχιονίου. Η ανάσπαση και η κατάσπαση της κλείδας πραγματοποιούνται περίπου παράλληλα με το μετωπιαίο επίπεδο, γύρω από έναν σχεδόν πρόσθιο-οπίσθιο άξονα περιστροφής. Η ανάσπαση ανέρχεται στις 45 μοίρες και η κατάσπαση στις 10 μοίρες (Neuman et al.,2010).

Κατά την ανάσπαση της κλείδας η κυρτή αρθρική της επιφάνεια κυλά προς τα πάνω και ταυτόχρονα ολισθαίνει προς τα κάτω στη κλειδική μοίρας του στέρνου. Στην κατάσπαση της κλείδας η κυρτή επιφάνειά της ολισθαίνει προς τα κάτω και η κοίλη ολισθαίνει προς τα πάνω. Η προσθιολίσθηση – οπισθιολίσθηση της κλείδας συμβαίνουν σχεδόν παράλληλα με το οριζόντιο επίπεδο, γύρω από έναν κατακόρυφο άξονα περιστροφής. Έχουν αναφερθεί το πολύ 15 έως 30 μοίρες κίνησης προς κάθε κατεύθυνση. Κατά την πρόσθια ολίσθηση κοίλη επιφάνεια της κλείδας κυλά και ολισθαίνει και κυλάει πρόσθια σε σχέση με το στέρνο. Στην οπίσθια ολίσθηση συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο με την πρόσθια ολίσθηση (Neuman et al.,2010).

Η αρθροκινηματική της οπίσθιας στροφής της κλείδας περιλαμβάνει μια περιστροφή του στερνικού άκρου της κλείδας σε σχέση με την πλάγια επιφάνεια του αρθρικού δίσκου και ανέρχεται στις 20 με 35 μοίρες. Η περιστροφή της κλείδας συνδέεται με τη συνολική κινηματική της απαγωγής ή της κάμψης του ώμου και δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί ανεξάρτητα από αυτές τις κινήσεις (Neuman et al.,2010).

Η κίνηση της ωμοπλάτης περιλαμβάνει την ανάσπαση όπου η ωμοπλάτη γλιστράει προς τα πάνω σε σχέση με τον θώρακα, την κατάσπαση όπου από ανυψωμένη θέση, η ωμοπλάτη

γλιστράει κατώτερα στον θώρακα, την απαγωγή κατά την οποία το έσω όριο της ωμοπλάτης ολισθαίνει πρόσθιοπλάγια στον θώρακα μακριά από τη μέση γραμμή, την προσαγωγή όπου το έσω όριο της ωμοπλάτης ολισθαίνει προς τα πίσω και μέσα στον θώρακα προς τη μέση γραμμή(Oatis et al.,2009).

Ακόμη εντοπίζεται η άνω στροφή όπου η κάτω γωνία της ωμοπλάτης περιστρέφεται σε ανώτερη και πλάγια κατεύθυνση και η κάτω στροφή της ωμοπλάτης όπου η κάτω γωνία της ωμοπλάτης ακολουθεί μια κάτω και μέση κατεύθυνση.Οι εσωτερικές και οι εξωτερικές περιστροφές της ωμοπλάτης συμβαίνουν γύρω από έναν κατακόρυφο άξονα. Η έσω στροφή κατευθύνει το έξω χείλος της ωμοπλάτης πιο πρόσθια και η έξω στροφή κατευθύνει το έξω χείλος πιο οπίσθια.Τέλος η πρόσθια κλίση μετακινεί το άνω τμήμα της ωμοπλάτης προς τα εμπρός ενώ η κάτω γωνία της ωμοπλάτης προς τα πίσω. Η οπίσθια κλίση πραγματοποιεί ακριβώς το αντίθετο(Oatis et al.,2009).Η κίνηση του βραχιονίου περιλαμβάνει την κάμψη και έκταση, απαγωγή και προσαγωγή και εσωτερική και εξωτερική περιστροφή(Πίνακας 2). Συχνά, μια τέταρτη κίνηση ορίζεται στην άρθρωση η οποία ονομάζεται οριζόντια προσαγωγή και απαγωγή. Η απαγωγή και η προσαγωγή ορίζονται ως η περιστροφή του βραχιονίου οστού στο μετωπιαίο επίπεδο γύρω από έναν άξονα.Η μέση τιμή της απαγωγής σε ένα άτομο ανέρχεται στις 180 μοίρες. Η αρθροκινηματική της απαγωγής περιλαμβάνει την κυρτή κεφαλή του βραχιονίου οστού που κυλά προς τα πάνω ενώ ταυτόχρονα γλιστράει προς τα κάτω. Η προσαγωγή είναι παρόμοια με την απαγωγή, αλλά εμφανίζεται σε αντίστροφη κατεύθυνση(Neuman et al.,2010).

Η κάμψη και η έκταση στο βραχιόνιο οστό ορίζονται ως μια περιστροφή του βραχιονίου εντός του σχεδόν οβελιαίου επιπέδου γύρω από έναν σχεδόν έσω-πλάγιο άξονα περιστροφής. Η οστεοκινηματική περιλαμβάνει μια περιστρεφόμενη κίνηση της κεφαλής του βραχιονίου γύρω από την ωμογλήνη.Η κάμψη μέχρι τις 120 μοίρες περιλαμβάνει τη κίνηση του βραχιονίου ενώ η κάμψη του ώμου μέχρι τις 180 μοίρες περιλαμβάνει μια τη βοήθεια της άνω στροφής της ωμοπλάτης. Η πλήρης έκταση του ώμου πραγματοποιείται σε περίπου 65 μοίρες ενεργητικά και 80 μοίρες παθητικά(Neuman et al.,2010).

Η εσωτερική και εξωτερική στροφή ορίζεται ως η αξονική περιστροφή του βραχιονίου στο οριζόντιο επίπεδο. Η αρθροκινηματική της εξωτερικής στροφής περιλαμβάνει την κεφαλή

του βραχιονίου να κυλάει προς τα πίσω και με ταυτόχρονη ολίσθηση προς τα εμπρός. Η αρθροκινηματική για την εσωτερική περιστροφή είναι παρόμοια με αντίθετη κατεύθυνση (Neuman et al., 2010).

Πίνακας 4

Κινηματική της Γληνοβραχιόνιας Άρθρωσης		
Οστεοκινηματική	Άξονας Περιστροφής	Αρθροκινηματική
Απαγωγή και προσαγωγή	Κοντά στο μετωπιαίο επίπεδο και κοντά στον πρόσθιο-οπίσθιο κάθετο άξονα περιστροφής	Κύλιση και ολίσθηση κατά μήκος του διαμήκου άξονα
Εσωτερική και εξωτερική περιστροφή	Οριζόντιο επίπεδο/κάθετος άξονας περιστροφής	Κύλιση και ολίσθηση κατά μήκος του εγκάρσιου άξονα
Κάμψη -έκταση, εσωτερική-εξωτερική περιστροφή (σε 90 μοίρες απαγωγής)	Κοντά στο οβελιαίο επίπεδο και κοντά στον έσω-έξω άξονα περιστροφής	Κυρίως περιστροφή μεταξύ της κεφαλής του βραχιονίου και της ωμογλήνης

(Neuman et al., 2010)

3. Τένοντας

3.1 Ρόλος Τένοντα

Οι τένοντες είναι ινώδεις, πυκνές, ανατομικές δομές μαλακών ιστών που παρεμβάλλονται μεταξύ των μυών και των οστών συμβάλλοντας στην αποτελεσματική μεταφορά δύναμης μέσω της μυϊκής σύσπασης από το μυ στο οστό δρώντας τόσο στην καθοδήγηση της κίνησης όσο και στη σταθεροποίηση του σκελετού (Kannus et al., 2000, Brianne et al., 2013).

Επιπλέον, είναι σε θέση να απορροφούν εξωτερικές δυνάμεις προκειμένου να περιορίσουν τις μυϊκές υπερφορτίσεις. Ακόμη οι τένοντες περιέχουν ιδιοδεκτικές ιδιότητες συμβάλλοντας στις προσαρμογές της στάσης (Kannus et al., 2000, Brianne et al., 2013, Loiacono et al., 2019).

3.2 Δομή Τένοντα

Ο τένοντας αποτελεί ένα οργανωμένο δίκτυο ινιδίων κολλαγόνου το οποίο διατάσσεται ιεραρχικά σε διάφορα επίπεδα αυξανόμενης πολυπλοκότητας (Εικόνα 2). Ως προς τη δομή του περιλαμβάνει τα μόρια κολλαγόνου, πεπτίδια τα οποία αποτελούν τα μικρότερα δομικά στοιχεία και την κύρια οντότητα του τένοντα (Buschmann et al., 2017). Αυτά με την σειρά τους

σχηματίζουν το τροποκολλαγόνο το οποίο αποτελείται από την ένωση τριών μορίων κολλαγόνου. Έπειτα 5 μόρια τροποκολλαγόνου ενώνονται μεταξύ τους τα οποία συνθέτουν το μικροϊνίδιο(επίσης αναφέρεται ως πενταϊνίδιο) όπου συνδέονται μεταξύ τους με ομοιοπολικούς δεσμούς για τη σύνθεση ινιδίων τα οποία έχουν διαμέτρους που κυμαίνονται από περίπου 10 έως 500 nm(Brienne et al.,2013,Loiacono et al.,2019). Τα ινίδια ομαδοποιούνται σε ίνες όπου με τη σειρά τους οι ίνες κατηγοριοποιούνται σε πρωτεύουσες δέσμες ή υποδεσμίδες οι οποίες συναρμολογούνται στην επόμενη ανώτερη ιεραρχική δομή, τη δευτερεύουσα δέσμη. Οι δευτερεύουσες δέσμες ενώνονται μεταξύ τους συνθέτοντας τις δεσμίδες και το σύνολο των δεσμίδων, συγκροτούν τη μεγαλύτερη υπομονάδα του τένοντα τις τριτογενείς δέσμες το σύνολο των οποίων αποτελεί τον τένοντα.Οι τρεις ιεραρχικές ομάδες ινών περιβάλλονται από ένα διαμέρισμα συνδετικού ιστού το οποίο ονομάζεται μεσοδεσμική μήτρα (IFM) ή ενδοτένοντας.Το IFM περιβάλλει τις δέσμες ξεχωριστά ενώ η συνολική επιφάνεια του τένοντα καλύπτεται από τον επιτένοντα, περίβλημα συνδετικού ιστού συνεχές με το IFM(Nourissat et al.,2013,Thorpe et al.,2016,Buschmann et al.,2017).

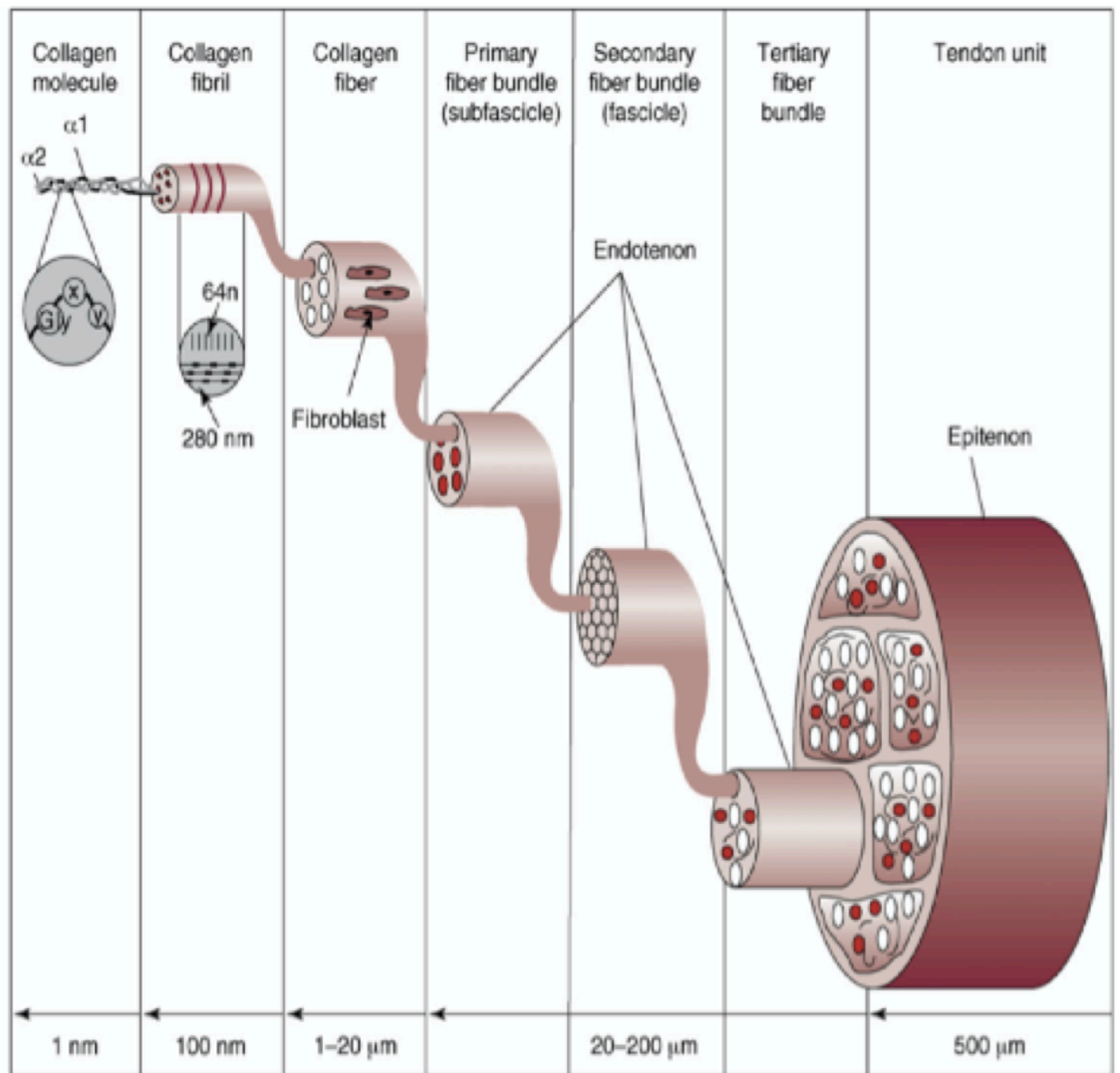
Οι τένοντες περιλαμβάνουν σε ποσοστό 55-70 % νερό ενώ το υπόλοιπο 30-45 % αποτελείται από ξηρή μάζα(Taye et al.,2019). Είναι πλούσιοι σε κολλαγόνα, με το πιο άφθονο συστατικό του τένοντα να είναι το κολλαγόνο τύπου I, το οποίο αποτελεί το βασικό συστατικό της ξηρής μάζας του τένοντα καθώς καταλαμβάνει περίπου το 60 - 85%(Wang et al.,2006,Taye et al.,2019).Το υπόλοιπο 5% αποτελείται από κολλαγόνα τύπου III και V ενώ το υπόλοιπο ποσοστό συμπληρώνουν διάφορες πρωτεΐνες(Loiacono et al.,2019).Στους φυσιολογικούς τένοντες, το κολλαγόνο τύπου III εντοπίζεται κυρίως στον ενδοτενόντα και τον επιτένοντα αλλά και σε γερασμένους τένοντες καθώς και στα σημεία εισαγωγής τενόντων με υψηλή πίεση όπως ο υπερακάνθιος(Nourissat et al.,2013).

Μικροσκοπικά αποτελείται από το κυτταρικό τμήμα και από την εξωκυττάρια μήτρα. Το κυτταρικό τμήμα περιλαμβάνει 2 τύπους κυττάρων τους τενοντοβλάστες και τα τενοντοκύτταρα(Screen et al.,2015).Οι τενοντοβλάστες είναι ανώριμα κύτταρα με ατρακτοειδές σχήμα ενώ καθώς ωριμάζουν παίρνουν πιο επίμηκες σχήμα και μετατρέπονται σε τενοκύτταρα(Chavaunne et al.,2016,Loiacono et al.,2019).Αυτοί είναι οι δύο πιο συχνοί τύποι κυττάρων, καλύπτοντας το 90-95% των κυττάρων του τένοντα ενώ αντιπροσωπεύουν έναν συγκεκριμένο τύπο ινοβλαστών που βρίσκονται μεταξύ των ινών κολλαγόνου κατά

μήκος του μακρού άξονα του τένοντα. Το υπόλοιπο 5-10% των κυττάρων αποτελείται από χονδροκύτταρα, αρθρικά κύτταρα (εξωτερικό περίβλημα), τριχοειδικά ενδοθηλιακά κύτταρα και κύτταρα λείου μυός των αρτηριών (Nourissat et al., 2013).

Βασική λειτουργία των τενοντοβλαστών και των τενοντοκυττάρων είναι η παραγωγή εξωκυττάριας μήτρας (Chavaunne et al., 2016). Η εξωκυττάρια μήτρα (ECM) η οποία περιβάλλει τα τενοντοκύτταρα αποτελεί ένα μη κυτταρικό ινώδες δίκτυο κυρίως παράλληλων ευθυγραμμισμένων ινών κολλαγόνου. Αποτελείται από τρεις κύριες κατηγορίες βιομορίων τις δομικές πρωτεΐνες (κολλαγόνο και ελαστίνη), εξειδικευμένες πρωτεΐνες (π.χ. φμπριλλίνη και φμπρονεκτίνη) και πρωτεογλυκάνες (Loiacono et al., 2019). Η ECM αποτελεί συνολικά 30-45 % της ξηρής μάζας του τένοντα με το κολλαγόνο τύπου I να αποτελεί το κύριο και μεγαλύτερο μέρος της καθώς αποτελεί το 60-85% της συνολικής εξωκυττάριας μήτρας ενώ το υπόλοιπο μέρος αποτελείται από μικρές ποσότητες πρόσθετων κολλαγόνων, συγκεκριμένα των τύπων III και V αλλά και πρόσθετων πρωτεϊνών (Taye et al., 2019).

Η ECM έχει αρκετά στενές και αμφίδρομες συνδέσεις με τα τενοντοκύτταρα παρέχοντας ένα σύνολο διάφορων λειτουργικών ρόλων (Taye et al., 2019). Η κατάλληλη σύνθεση και οργάνωση της ECM επιτρέπει στον τένοντα να εκτελεί τη μηχανική του λειτουργία μεταφοράς δύναμης ενώ διασφαλίζει τη βιολογική λειτουργία του. Η ισορροπία μεταξύ ECM και τενοντοκυττάρων είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της ομοιόστασης καθώς οι μεταβολές στη σύνθεση και την αποικοδόμηση της ECM οδηγούν σε δομική φθορά και εκφυλισμό του τένοντα (Screen et al., 2016). Επομένως, η ECM είναι μια εξαιρετικά δυναμική οντότητα που υπόκειται συνεχώς σε ρυθμιζόμενη αναδιαμόρφωση, της οποίας η ακριβής ενορχήστρωση είναι κρίσιμη για τη διατήρηση της κανονικής λειτουργίας του τένοντα (Kannus et al., 2000).



TRENDS in Biotechnology

Εικόνα 2: Ιεραρχική δομή τένοντα(Liu et al.,2008).

4. Τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου

4.1 Ορισμός

Η τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου ορίζεται ως μια πολύπλοκη, πολυπαραγοντική και επώδυνη κατάσταση στη περιοχή των στροφένων του πετάλου του ώμου και χαρακτηρίζεται από πόνο, μειωμένη λειτουργικότητα αλλά και μειωμένη αντοχή στην άσκηση (Loiacono et al., 2019).

4.2 Αιτιολογικοί Παράγοντες

Διάφοροι παράγοντες έχουν συσχετιστεί με αυξημένα επίπεδα εμφάνισης τενοντοπάθειας στροφικού πετάλου. Η αιτιολογία της τενοντοπάθειας του στροφικού πετάλου είναι πολυπαραγοντική και οφείλεται σε ενδογενείς παράγοντες, εξωγενείς παράγοντες ή συνδυασμό και των δύο (Seitz et al., 2011).

Ως εξωγενείς παράγοντες ορίζονται όλες οι πιθανές αιτίες που προκαλούν αυξημένη ενδομυϊκή πίεση με αποτέλεσμα τον μηχανικό ερεθισμό των υπακρωμιακών και τενόντιων δομών οδηγώντας σε πρόκληση τραυματισμού του τενόντιου στροφικού πετάλου (Leong et al., 2019). Αρκετά στοιχεία υποστηρίζουν πως οι δραστηριότητες με την ωμική ζώνη σε θέση άνω των 90 μοιρών αποτελούν σημαντικό παράγοντα. Τέτοιας κατηγορίας δραστηριότητες συναντώνται συχνά στον εργατικό πληθυσμό που πραγματοποιεί χειρωνακτική εργασία. Επιπλέον άλλοι παράγοντες που συνδέονται με την χειρωνακτική εργασία και αυξάνουν τις πιθανότητες τραυματισμού περιλαμβάνουν τις επαναλαμβανόμενες βίαιες κινήσεις σε ακραίες θέσεις, την υψηλή συχνότητα εργασίας, τα αυξημένα φορτία εργασίας και τους κραδασμούς (Leong et al., 2019).

Η μορφολογία του ακρωμίου αποτελεί ακόμη έναν παράγοντα εμφάνισης τενοντοπάθειας στροφικού πετάλου. Η έρευνα των Morelli et al., 2018 έδειξε πως τα άτομα με ακρώμιο τύπου III έχουν τριπλάσιες πιθανότητες εμφάνισης τραυματισμού του τένοντα στροφικού πετάλου σε σχέση με τα άτομα που έχουν ακρώμιο τύπου I ή II καθώς επίσης και ένας μεγαλύτερος ακρωμιακός δείκτης συσχετίζεται με μεγαλύτερη πιθανότητα τραυματισμού και ρήξης στροφικού πετάλου. Η έρευνα των Changjiao et al., 2021 έδειξε πως το αυξημένο ακρωμιακό πλάτος και μήκος της ακρωμιακής οροφής του ώμου αλλά και μεγαλύτερη γωνία μεταξύ

γληνοειδούς βόθρου και κορυφής ακρωμίου έχουν αυξημένο κίνδυνο πρόσκρουσης με την κεφαλή του βραχονίου προκαλώντας τραυματισμό του τένοντα στροφικού πετάλου.

Το χαμηλότερο ύψος της ακρωμιοκλειδικής άρθρωσης αλλά και η ύπαρξη οστεοφύτων στη κάτω επιφάνεια της, αποτελούν επιπλέον παράγοντα αυξημένης πίεσης και τραυματισμού του τένοντα του στροφικού πετάλου. Σε αρκετές μελέτες υπήρξε συσχέτιση μεταξύ θωρακικής κύφωσης και υπακρωμιακής προστριβής, ωστόσο υπάρχουν αμφιλεγόμενα αποτελέσματα. Σύμφωνα με τους Hunter et al., 2019 η θωρακική κύφωση δείχνει μία συσχέτιση αλλά όχι αιτιολογία πρόκλησης τραυματισμού του τένοντα.

Συσχέτιση δεν υπάρχει επίσης μεταξύ δυσκινησίας ωμοπλάτης και πρόσκρουσης του τένοντα. Σε συστηματική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε δεν βρέθηκε πως η δυσκινησία ωμοπλάτης αποτελεί αιτιολογικό παράγοντα για πρόκληση τραυματισμού (Ratcliffe et al., 2015). Σε συστηματική ανασκόπηση των Barcia et al., 2021 βρέθηκε μειωμένη κίνηση στην ωμοπλάτη σε ασθενείς με πόνο στον ώμο, ωστόσο τίθεται υπό αμφισβήτηση για το εάν αποτελεί παθολογικό αίτιο (Barcia et al., 2021).

Οι ενδογενείς παράγοντες περιλαμβάνουν όλους τους βιολογικούς, μεταβολικούς, γονιδιακούς και τροποποιήσιμους παράγοντες οι οποίοι συνδέονται με την τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου. Η ηλικία αποτελεί έναν καθοριστικό παράγοντα καθώς τα άτομα ηλικίας μεταξύ 50 και 69 ετών να αποτελούν σημαντικό ενδογενή αιτιολογικό παράγοντα για τραυματισμό στον ώμο (Maher et al., 2017, Leong et al., 2019).

Ο τρόπος ζωής αποτελεί επίσης σημαντικό αιτιολογικό παράγοντα τενοντοπάθειας στροφικού πετάλου. Τα άτομα με παχυσαρκία ($BMI \geq 30.0$) και ειδικά με κοιλιακό βάρος, έχουν 2,35 παραπάνω πιθανότητες να εμφανίσουν τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου σε σχέση με τα άτομα που δεν είναι παχύσαρκα. Η παχυσαρκία έχει εντοπιστεί πως προκαλεί διεγερσιμότητα της CRP, αύξηση της έκφρασης ορισμένων προφλεγμονωδών κυταροκινών συμπεριλαμβανομένων της IL-1, IL-6 και TNF α , προκαλώντας υπερευαισθησία στον πόνο αλλά και παρατεταμένη φλεγμονή. Επιπλέον, επηρεάζει τη σύνθεση των αδιποκινών (π.χ. λεπτίνη, αδιπονεκτίνη και ρεζιστίνη), διαταράζοντας έτσι αρκετές μεταβολικές και ανοσολογικές δραστηριότητες, όπως την αντίσταση στην ινσουλίνη και τη φλεγμονή (Macchi

et al.,2020).Στα άτομα με παχυσαρκία βρέθηκαν μακροσκοπικές αλλαγές στον όπως μεγαλύτερο πάχος και χαμηλότερη ακαμψία.

Τα μεταβολικά νοσήματα επίσης, συνδέονται με αυξημένες πιθανότητες τραυματισμού.Πιο συγκεκριμένα τα άτομα με σακχαρώδη διαβήτη έχουν 2,11 φορές μεγαλύτερο κίνδυνο εμφάνισης παθολογίας στο στροφικό πέταλο σε σχέση με άτομα που δεν έχουν σακχαρώδη διαβήτη.Η υπεργλυκαιμία που σχετίζεται με τον διαβήτη μειώνει τη σύνθεση κολλαγόνου του τένοντα αλλά και την περιεκτικότητα των πρωτεϊνογλυκανών(Leong et al.,2019).Επίσης έχει εντοπιστεί συσχέτιση με χρόνια πόνο στα άτομα με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 1 στο ανδρικό φύλο αλλά όχι στο γυναικείο(Rehardt et al.,2010).Τα άτομα με διαβήτη παρουσιάζουν μειωμένη κινητικότητα της ωμικής ζώνης,μειωμένη μυική δύναμη και εκφυλισμό του τένοντα(Leong et al.,2019).Η αθηροσκλήρωση αποτελεί άλλον έναν παράγοντα για πόνο στον ώμο καθώς αναστέλλει τη θρέψη των δομών του ώμου με αποτέλεσμα να καθυστερεί η επούλωση.

Το κάπνισμα αποτελεί ακόμη μία κατηγορία τρόπου ζωής που επιδρά αρνητικά στην δομή του τένοντα του στροφικού πετάλου.Το κάπνισμα αυξάνει τα επίπεδα των προφλεγμονωδών κυταροκινών συμπεριλαμβανομένων των IL-1, IL-6 και TNFα με αποτέλεσμα να προκαλεί με υψηλότερο επιπολασμό συμπτωματικής νόσου,δυσλειτουργίας του ώμου, αυξημένα εκφυλισμού και ρήξης του τένοντα του στροφικού πετάλου(Rehardt et al.,2010,Bishop et al.,2015).Οι ψυχολογικοί παράγοντες όπως σε πολλές παθολογίες έτσι και στην τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου αποτελεί σημαντικό και κρίσιμο παράγοντα.Οι ψυχοκοινωνικοί παράγοντες επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό τα επίπεδα αναπηρίας και πόνου που βιώνουν οι ασθενείς καθώς έχει αποδειχθεί σε αρκετές μελέτες πως η επιδείνωση του πόνου και της δυσλειτουργίας συσχετίζονται με υψηλότερη ψυχολογική δυσφορία, άγχος και κατάθλιψη(Kennedy et al.,2019,Leong et al.,2019).

Σε μία μεγάλη έρευνα των Tseng Kuo et al.,2019 εντοπίστηκε πως η συχνότητα εμφάνισης τραυματισμού του τένοντα σε ασθενείς με κατάθλιψη ήταν 648 ανά 100.000, ενώ η συχνότητα εμφάνισης τραυματισμού σε ασθενείς χωρίς κατάθλιψη ήταν 438 ανά 100.000.Τα άτομα που έχουν κατάθλιψη έχουν 1,48 παραπάνω πιθανότητες να εμφανίσουν παθολογία στον τένοντα του στροφικού πετάλου σε σχέση με αυτούς που δεν έχουν κατάθλιψη.

Ασφαλώς η κατάθλιψη από μόνη της ως παθολογία δεν μπορεί να προκαλέσει τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου ωστόσο σχετίζεται με αυξημένα φλεγμονής, αυξάνοντας τα επίπεδα εκφυλισμού. Η κατάθλιψη επηρεάζει τόσο τον άξονα του φλοιού των επινεφριδίων όσο και το ορμονικό σύστημα. Συνεπώς μπορεί να επηρεάσει την αίσθηση του πόνου, αφού η ένταση μιας επώδυνης αίσθησης μπορεί να αυξηθεί από το αρνητικό συναίσθημα (Kuo et al., 2019).

Όπως η τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου έτσι και η διαταραχή του ύπνου είναι μια πολυπαραγοντική κατάσταση καθώς μπορεί να οφείλεται σε αρκετές αιτίες. Αν και οι διαταραχές ύπνου συνδέονται συχνά με δυσλειτουργία σε ασθενείς τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου δεν έχει τεκμηριωθεί η συσχέτιση μεταξύ διαταραχής ύπνου τενοντοπάθειας στροφικού πετάλου. Ωστόσο έχει εντοπιστεί πως η κακή ποιότητα ύπνου σε ασθενείς με τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου ήταν απόλυτα συνδεδεμένη με την παρουσία κατάθλιψης χωρίς να υπάρχει άλλη μυοσκελετική παθολογία (Ediz et al., 2013, Longo et al., 2019).

Τέλος αρκετά ευρήματα έχουν εντοπίσει πως η τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου σχετίζεται με την ύπαρξη συγκεκριμένων γονιδίων. Η μελέτη των Dabija et al., 2017 εντόπισε επτά πιθανά γονίδια που σχετίζονται με κίνδυνο εμφάνισης τραυματισμού στο στροφικό πέταλο. Σε αυτά ανήκουν το DEF1B γονίδιο (Defensin- Beta 1) που κωδικοποιεί το πρωτεϊνικό αντιμικροβιακό πεπτίδιο ντεφενσίνη β-1, βοηθώντας στην πρόληψη του αποικισμού των επιθηλιακών επιφανειών από μικρόβια, 2 απλότυπους ESRRB (σχετιζόμενοι με οιστρογόνα υποδοχέων βήτα) κωδικοποιούν μια πρωτεΐνη παρόμοια με τον υποδοχέα οιστρογόνου και έχει ανασταλτική επίδραση στη σηματοδότηση των οιστρογόνων. Μελέτες έχουν δείξει συσχέτιση μεταξύ της ανεπάρκειας οιστρογόνων και της κακής επούλωσης των τενόντων, υποστηρίζοντας έναν πιθανό ρόλο που μπορεί να έχει το ESRRB στη νόσο του στροφικού πετάλου.

Το FGF3 (αυξητικός παράγοντας ινοβλαστών 3) και FGF10 (αυξητικός παράγοντας ινοβλαστών 10) κωδικοποιούν πρωτεΐνες αυξητικού παράγοντα ινοβλαστών και εμπλέκονται σε μια σειρά διεργασιών όπως η κυτταρική ανάπτυξη και η επισκευή ιστών, συμπεριλαμβανομένων των τενόντων. Οι μεταλλάξεις αυτών των 2 γονιδίων μπορούν να προκαλέσουν αναστολή τόσο

στην επισκευή των ιστών.Το γονίδιο SAP30BP εμπλέκεται στον κυτταρικό θάνατο και το SASH1 είναι ένα ογκοκατασταλτικό γονίδιο που εμπλέκεται σε έναν αριθμό καρκίνων.Αυτά τα 2 γονίδια σχετίζονται με αυξημένα επίπεδα απόπτωσης και ρήξης στροφικού πετάλου(Dabija et al.,2017).

4.3 Παθοφυσιολογία

Αν και στο παρελθόν η επιστημονική κοινότητα χρησιμοποιούσε ευρέως τον όρο τενοντίτιδα για να περιγράψει την παθολογική κατάσταση του τένοντα υποδηλώνοντας ως βασική αιτία φλεγμονώδη μηχανισμό,στα τέλη της δεκαετίας του 1990 η κλινική ορολογία άλλαξε σε τενοντοπάθεια.Τις τελευταίες 2 δεκαετίες νέες γνώσεις έδειξαν πως η βλάβη στον τένοντα δεν οφείλεται μόνο σε φλεγμονώδη μηχανισμό αλλά σε μια πολυπαραγοντική κατάσταση η οποία προκαλεί διαταραχές στην ομοιόσταση του φυσιολογικού ιστού του τένοντα(Scott et al.,2015).Διαφορετικές μελέτες έχουν οδηγήσει σε πολλαπλές θεωρίες για να εξηγήσουν την παθοφυσιολογία της τενοντοπάθειας.Αυτό είχε ως αποτέλεσμα ο όρος τενοντοπάθεια να έχει γίνει ο πιο αποδεκτός όρος για να περιγράψει το φάσμα αλλαγών που συμβαίνουν σε τραυματισμένους τένοντες(Chisari et al.,2019,Millar et al.,2021).

Θεωρία Εκφυλισμού

Ένας υγιής τένοντας αποτελείται κυρίως από κολλαγόνο τύπου I, τενοντοκύτταρα και την εξωκυττάρια μήτρα. Σκοπός της εξωκυττάριας μήτρας είναι να διατηρεί μια δυναμική ισορροπία μεταξύ σύνθεσης και αποδόμησης κατά τον κύκλο εργασιών της καθώς και να αντιστέκεται σε εφελκυστικά φορτία που ασκούνται κατά τη φόρτιση του τένοντα(Scott et al.,2015,Chisari et al.,2019). Ο εκφυλιστικός μηχανισμός οφείλεται σε επαναλαμβανόμενες καταπονήσεις οι οποίες προκαλούν μικροτραυματισμούς εντός του τένοντα στους οποίους δίνεται ανεπαρκής χρόνος για να επουλωθούν αλλά και διαταραχές της εξωκυττάριας μήτρας(Shindle et al.,2008,Cipollaro et al.,2019).

Ο τένοντας οδηγείται σε αποπροσανατολισμό κολλαγόνων ινών και σε λιγότερη έκφραση τενοντοκυττάρων.Τα εναπομείναντα τενοντοκύτταρα σε παθολογικό τένοντα τείνουν να αλλάζουν στη μορφολογία τους υιοθετώντας ένα στρογγυλεμένο σχήμα σε σχέση με το ατρακτοειδές σχήμα των κυττάρων σε έναν υγιή τένοντα ενώ παράλληλα εκφράζουν μόρια κολλαγόνου τύπου III αντί για τύπου I(Shindle et al.2008).

Επίσης σπουδαίο ρόλο στη διαδικασία του εκφυλισμού αποτελούν οι μεταλλοπρωτεάσες (MMPs) καθώς και οι αναστολείς μεταλλοπρωτεασών(TIMPs)(Cipollaro et al.,2019). Τα MMPs είναι ισχυρά ένζυμα τα οποία διακρίνονται σε 4 κύριες ομάδες ανάλογα με την προτίμηση υποστρώματος κάθε ενζύμου με πιο γνωστή είναι την κολλαγενάση. Κατά την ενεργοποίηση τους μπορούν να αποικοδομήσουν πλήρως όλα τα συστατικά του συνδετικού ιστού και να τροποποιήσουν την ECM.Τα TIMPs λειτουργούν ανασταλτικά προσπαθώντας να διατηρήσουν την ισορροπία της ECM και να μειώσουν τη δράση των MMPs ώστε να διατηρηθεί η ομοιόσταση της ECM(Del Buono et al.,2012).

Αρκετές έρευνες έχουν εντοπίσει σε ασθενείς με τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου την έκφραση MMP-13, MMP-1 και MMP-8 οι οποίες αποικοδομούν τα επίπεδα κολλαγόνου τύπου I μεσολαβώντας στην ανάπτυξη τενοντοπάθειας(Del Buono et al.,2012).Επιπροσθέτως έχει εντοπιστεί πως οι καταπονημένοι τένοντες στροφικού πετάλου λόγω υπέρχρησης έχουν υψηλότερα επίπεδα MMPs σε σύγκριση με τους φυσιολογικούς τένοντες αλλά και αυξημένα επίπεδα MMP-2 κατά τη διάρκεια της διαδικασίας επούλωσης σε τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου.Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η ECM του τένοντα να οδηγείται σε επιπλέον αποδιοργάνωση της καθώς και να καθυστερεί η διαδικασία της επούλωσης(Shindle et al.,2008).

Ταυτόχρονα έχουν παρατηρηθεί μειωμένα επίπεδα TIMPs σε παθολογικούς τένοντες στροφικού πετάλου αδυνατώντας να αναστείλουν την υπερέκφραση των MMPs οδηγώντας σε εκφυλισμό της ECM.Συνεπώς εμφανίζεται η ανισορροπία των δραστηριοτήτων μεταξύ MMPs και TIMPs μεσολαβούν στην απορρύθμιση κολλαγόνου και στην εμφάνιση τενοντοπάθειας στροφικού πετάλου(Del Buono et al.,2012).

Θεωρία της φλεγμονής

Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία οι παθολογικές καταστάσεις στον τένοντα του στροφικού πετάλου οφείλονται σε αυξημένα μη φυσιολογικά επίπεδα φλεγμονής.Αν και είχε αμφισβητηθεί η παρουσία φλεγμονής σε παθολογικούς τένοντες, υποστηρίζοντας πως η τενοντοπάθεια οφείλεται μόνο σε εκφυλιστικούς μηχανισμούς νέες μελέτες ανατρέπουν αυτή τη θεωρία επιβεβαιώνοντας τη παρουσία φλεγμονής τόσο σε αρχικό όσο και σε χρόνιο στάδιο(Cipollaro et al.,2019).Σύμφωνα με τους Dakin et al.2014 οι τένοντες σε ασθενείς με

τενοντοπάθεια εμφάνισαν μεγάλη αφθονία σε μυελοειδή κύτταρα CD14+ και CD68+ υποστηρίζοντας την ιδέα της επιστράτευσης μονοκυττάρων CD14+ από το αίμα τα οποία ωριμάζουν σε μακροφάγα CD68.

Τα ίδια ευρήματα εντόπισε και άλλη μια έρευνα καθώς βρέθηκε αυξημένος αριθμός CD45 λευκοκυττάρων όσο και CD26 μακροφάγων στην ομάδα ασθενών με τενοντοπάθεια σε σχέση με την ομάδα ελέγχου όπου δεν υπήρχε πόνος στον τένοντα. Τόσο τα επίπεδα TNF- α όσο και τα επίπεδα CD45 ρυθμίζονται προς τα πάνω σε ασθενείς με τενοντοπάθεια έναντι της ομάδας ελέγχου. Οι Millar et al., 2010 εντόπισαν αυξημένο αριθμό μαστοκυττάρων και μακροφάγων σε ασθενείς με πρώιμα στάδια ήπιας ή μέτριας τενοντοπάθειας (Εικόνα 3).

Επιπλέον στα πρώιμα στάδια τενοντοπάθειας εντοπίστηκε παρουσία γονιδίων και πρωτεϊνών που εκφράστηκαν από την ιντερφερόνη και από τον πυρηνικό παράγοντα-Κάππα (NF- κ B) ενώ σε προχωρημένο στάδιο εντοπίστηκαν γονίδια και πρωτεΐνες που εκφράστηκαν από την ενεργοποίηση υποδοχέα STAT-6 (Shindle et al., 2008). Ακόμη έχει εντοπιστεί μεγάλος αριθμός έκφρασης στρωματικών ινοβλαστών. Τέλος η in vitro έρευνα των Spiesz et al 2015 εντόπισε παρουσία επιπέδων κυκλοοξυγενάσης (COX-2) και ιντερλευκίνης (IL-6) σε καταπονημένους τένοντες λόγω υπέρχρησης (Εικόνα 4).

Θεωρία Οξειδωτικού Στρες και Απόπτωσης

Σύμφωνα με θεωρία αυτή η συσσώρευση αντιδραστικών ειδών οξυγόνου (ROS) οδηγεί σε οξειδωτικό στρες και αυξημένη κυτταρική απόπτωση με αποτέλεσμα τον εκφυλισμό του τένοντα (Shindle et al., 2008). Οι Yuan et al 2002 παρατήρησαν αυξημένο αριθμό αποπτωτικών κυττάρων σε τένοντες του στροφικού πετάλου που έχουν υποστεί ρήξη (34%) σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου (13%).

Επίσης σε ανθρώπινους τένοντες στροφικού πετάλου μετά από χορήγηση υπεροξειδίου υδρογόνου (H_2O_2), εντοπίστηκαν αυξημένα επίπεδα κυτοχρώματος-c αλλά και κασπάσης-3 που αποτελούν βασικούς αποπτωτικούς μεσολαβητές. Εκτός από τον μηχανισμό της απόπτωσης, το οξειδωτικό στρες αυξάνει την έκφραση της c-Jun-πρωτεϊνικής κινάσης (JNK). Πρόκειται για μια επαγόμενη από μιτογόνο πρωτεϊνική κινάση η οποία όταν φωσφορυλιώνεται ενεργοποιεί έναν αριθμό

μεταγραφικών παραγόντων οι οποίοι συνδέονται με τον μηχανισμό της απόπτωσης(Cipollaro et al.,2019).

Οι Murell et al 2007 εντόπισαν αυξημένα επίπεδα JNK1, JNK2 και MMP-1 σε τένοντες στους οποίους έγινε έγχυση H₂O₂.Ωστόσο όταν χορηγήθηκαν ειδικοί αναστολείς JNK, σημειώθηκε μείωση στα επίπεδα MMP-1 σε διάστημα 8 έως 24 ωρών. Αυτό το γεγονός αποδεικνύει πως τα αυξημένα επίπεδα JNK, προκαλούν υπερέκφραση των MMP-1 οι οποίοι οδηγούν σε εκφυλισμό και τραυματισμό του τένοντα.

Θεωρία Αγγείωσης

Έχει εντοπιστεί στο παρελθόν πολλαπλασιασμός μικρών αγγείων αλλά και αύξηση της πυκνότητας των αγγείων σε ασθενείς με τενοντοπάθεια.Ωστόσο αρκετές μελέτες παρέχουν αντιφατικά αποτελέσματα υποστηρίζοντας πως υπάρχει υποαγγειακή ζώνη σε παθολογικούς τένοντες(Moseley et al.,1963).Σε μία μελέτη στην οποία πραγματοποιήθηκε ροομετρία Doppler in vivo δεν εντοπίστηκε υποαγγείωση του τένοντα, αντιθέτως φάνηκε να υπάρχει υπεραγγείωση(Swiontkowski et al.,1990). Παρ'όλα αυτά ορισμένες μελέτες υποστηρίζουν πως σε καταστάσεις συμπίεσης του υπερακανθίου όπως στην προσαγωγή του βραχιονίου υπάρχει μειωμένη αιμάτωση η οποία μπορεί να αποτελέσει παθολογικό παράγοντα(Cipollaro et al.,2019).

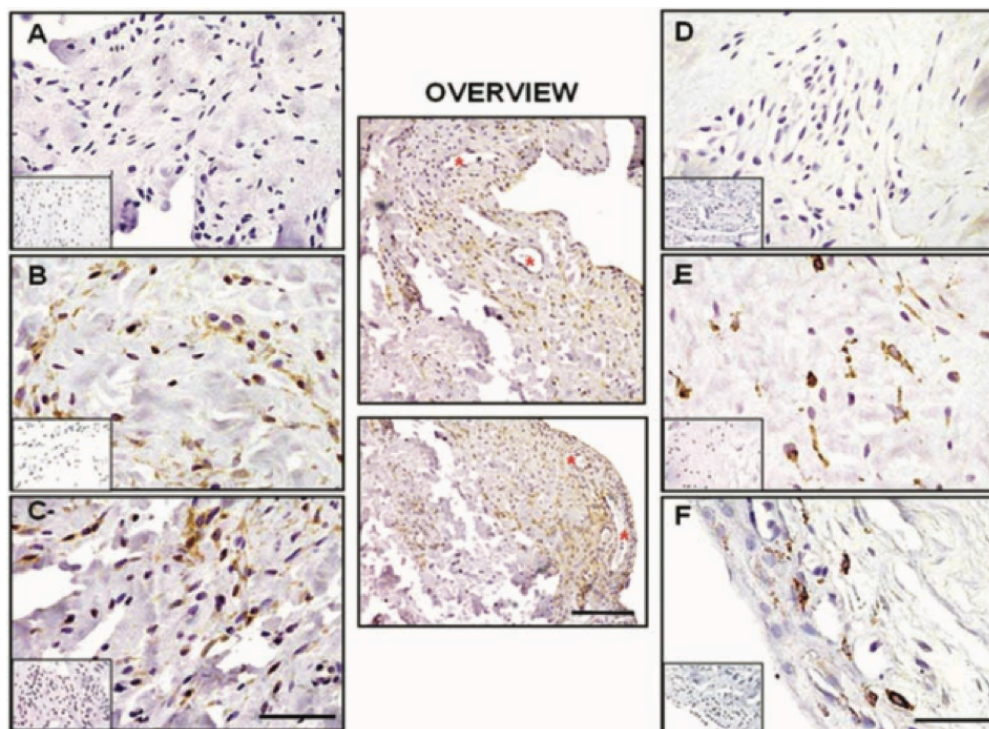
Μέχρι στιγμής δεν έχει αποσαφηνιστεί πλήρως εάν η υπεραγγείωση υπερισχύει της υποαγγείωσης αλλά και εάν αποτελούν παράγοντα για την έκβαση της παθολογίας της τενοντοπάθειας.Έρευνες υψηλότερης ισχύος και ακρίβειας είναι απαραίτητες για να δώσουν τέλος στις αντικρουόμενες απόψεις μεταξύ υπεραγγείωσης και υποαγγείωσης.

Θεωρία Νευρικού Συστήματος

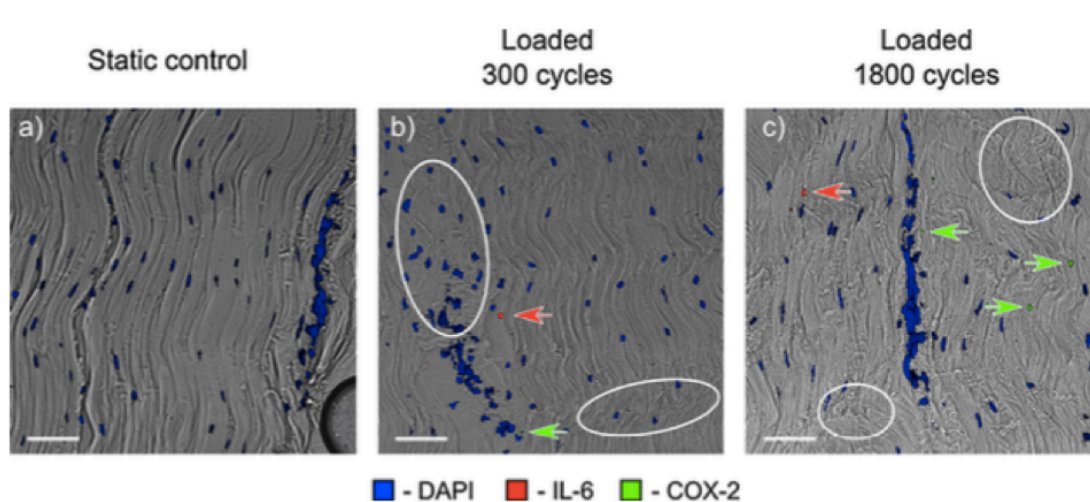
Η θεωρία υποστηρίζει την εμφάνιση νευρωνικής υπερδιέγερσης ως απάντηση στην υπέρχρηση του τένοντα. Αυτό έχει ως συνέπεια την στρατολόγηση φλεγμονωδών κυττάρων,κάτι που έχει επιβεβαιωθεί in vivo(Molloy et al.,2006).Αυτή η στρατολόγηση οδηγεί σε επώδυνα συμπτώματα καθώς και σε αποδιοργάνωση της αρχιτεκτονικής του τένοντα του στροφικού πετάλου, οδηγώντας σε δομικές αλλοιώσεις και εκφυλισμό(Shindle et al.,2008).Ακόμη η συνεχής υπέρχρηση οδηγεί σε επαναλαμβανόμενη διέγερση του γλουταμικού η οποία προκαλεί μια διεγερτοξική αντίδραση με αποτέλεσμα την

ενεργοποίηση ενός καταρράχτη νευροτοξικότητας οδηγώντας σε απόπτωση(Moreira et al.,2020).

Το γλουταμικό, είναι ένα πεπτίδιο που σχετίζεται με τη σηματοδότηση του κεντρικού νευρικού συστήματος (ΚΝΣ),ενώ έχει εντοπιστεί στην παθογένεση της τενοντοπάθειας του Αχιλλείου τένοντα(Alfredson et al.,1999).Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε τένοντα υπερακανθίου σε ποντίκι, εντοπίστηκε υπερέκφραση μιας σειράς πρωτεϊνών σηματοδότησης γλουταμικού ως αποτέλεσμα της υπέρχρησης.Επίσης μετά από καλλιέργεια γλουταμικού σε τένοντες εμφανίστηκε αύξηση της απόπτωσης(Mollooy et al.,2006).



Εικόνα 3:Παρουσία φλεγμονής σε πρώιμα ή μέτρια στάδια τενοντοπάθειας.Παρουσία φλεγμονής σε φυσιολογικό υπερακάνθιο τένοντα (A),σε εκφυλισμένο τένοντα υπερακανθίου (B) και υποπλάτιου τένοντα(C).Παρουσία μακροφάγων CD 68 σε φυσιολογικό τένοντα υπερακανθίου(D), σε εκφυλισμένο ανθρώπινο τένοντα υπερακανθίου(E) και σε τένοντα υποπλάτιου (F)(Millar et al.,2010).



Εικόνα 4: Παρουσία φλεγμονωδών δεικτών IL-6 και COX-2 οι οποίοι αυξάνονται με τον κύκλο φόρτισης(Spiesz et al., 2015).

4.4 Αξιολόγηση

Υποκειμενική Αξιολόγηση

Η υποκειμενική αξιολόγηση περιλαμβάνει μια συνέντευξη με τον ασθενή με σκοπό να ληφθούν πληροφορίες για συστηματικές παθήσεις, για τα επίπεδα του πόνου αλλά και γενικές πληροφορίες για τον τρόπο ζωής του. Επίσης δίνονται στον ασθενή ερωτηματολόγια πόνου, ποιότητας ζωής και αναπηρίας με σκοπό να αντληθούν περαιτέρω πληροφορίες για τα επίπεδα πόνου, ποιότητας ζωής και λειτουργική αναπηρίας(Lewis et al.,2015).

Οι ασθενείς αναφέρουν εντοπισμένο πόνο στην περιοχή του στροφικού πετάλου ο οποίος αυξάνεται κατά τη φόρτιση ή σε κινήσεις του ώμου πάνω από το κεφάλι. Διαμαρτύρονται για λιγότερο ξεκούραστο ύπνο, δυσκολία σε δραστηριότητες στην εργασία και στο κοινωνικό τους περιβάλλον και απώλεια βασικών λειτουργικών τους ικανοτήτων(Ulack et al.,2022).

Εκτός από το σωματική κόπωση υπάρχει και ψυχολογική κόπωση αφού αρκετοί ασθενείς αναφέρουν απόγνωση, μοναξιά αλλά και αίσθημα ότι δεν θα σημειωθεί πρόοδος στην παθολογική κατάσταση που διανύουν. Τέλος παρατηρείται έντονη κινησιοφοβία διότι οι ασθενείς αυτοί πιστεύουν πως οι επώδυνες δραστηριότητες θα επιδεινώσουν την τενοντοπάθεια(Ulack et al.,2022).

Αντικειμενική αξιολόγηση

Κλινικές Δοκιμασίες

Η αντικειμενική αξιολόγηση περιλαμβάνει ένα φάσμα ορθοπεδικών κλινικών δοκιμασιών τα οποία αξιολογούν τη δομική ακεραιότητα του τένοντα του στροφικού πετάλου. Στην αξιολόγηση του υποπλάτιου συμπεριλαμβάνονται οι κλινικές δοκιμασίες Lift-off (Εικόνα 5), Belly Press (Εικόνα 6), Bear Hug (Εικόνα 7), Belly-Off Sign (Εικόνα 8). Στην αξιολόγηση του υπερακανθίου και υπακανθίου συμπεριλαμβάνονται οι δοκιμασίες External Rotation Lag Sign (Εικόνα 9a), External Rotation Lag Sign σε 90° (Drop Sign) (Εικόνα 9b), Jobe (Empty Can Test) (Εικόνα 10) και Drop Arm Test (Εικόνα 11). Η αξιολόγηση της υπακρωμιακής πρόσκρουσης επιτυγχάνεται με την εκτέλεση 2 δοκιμασιών το Neer (Εικόνα 12) και το Hawkins (Εικόνα 13) και η αξιολόγηση του ελάσσονος στρογγύλου πραγματοποιείται με την δοκιμασία Hornblower (Εικόνα 14).

Αν και εντοπίζονται αρκετές κλινικές δοκιμασίες με ικανοποιητικές τιμές ευαισθησίας και ειδικότητας για την διάγνωση της τενοντοπάθειας στροφικού πετάλου υπάρχει έντονο έλλειμμα στην αξιοπιστία τους καθώς οι περισσότερες υποδεικνύουν χαμηλό LR (Gisverik et al., 2017). Πιο συγκεκριμένα στην έρευνα των Lädermann et al., 2020 η κλινική δοκιμασία Hawkins έδειξε ευαισθησία 73%, ειδικότητα 49%. Η δοκιμασία Neer έδειξε ευαισθησία 70%, ειδικότητα 39%. Η δοκιμασία Jobe παρουσίασε ευαισθησία 77% και ειδικότητα 67%, η δοκιμασία Drop arm παρουσίασε ευαισθησία 38% και ειδικότητα 97% και η δοκιμασία Empty Can 88% ευαισθησία και 62% ειδικότητα. Η έρευνα των Alqunae et al., 2012 ωστόσο έδειξε υψηλότερα ποσοστά ευαισθησίας για την δοκιμασία Empty Can 69%.

Η δοκιμασία external rotation lag sign παρουσίασε 46% ευαισθησία και 91% ειδικότητα. Τα ίδια ποσοστά στην ειδικότητα της δοκιμασίας external rotation lag παρουσίασε και η έρευνα των Jain et al., 2017 καθώς εμφάνισε ειδικότητα 98% ως προς την παθολογία του υπακανθίου είτε μικρής είτε μεγάλης σοβαρότητας. Η δοκιμασία Belly off έδειξε ευαισθησία 18% και ειδικότητας 96%, η δοκιμασία Belly hug 64% ευαισθησία και 81% ειδικότητα και η δοκιμασία Belly press 66% ευαισθησία και 87% ειδικότητα. Μπορεί όλες οι δοκιμασίες Belly να έδειξαν μεγάλο ποσοστό ειδικότητας καμία από αυτές δεν σημείωσε σημαντικό LR. Αξιοσημείωτο

είναι το γεγονός πως στην δοκιμασία external rotation παρουσίασε ειδικότητα 98% στις 0 μοίρες και 100% στις 100 μοίρες.

Επιπλέον σε μία μεγάλη μελέτη η δοκιμασία Lift off σημείωσε ειδικότητα 97% και LR+ 16,47. Η ίδια μελέτη έδειξε πως η δοκιμασία drop arm παρουσίασε 21% ευαισθησία και 92% ειδικότητα. Η δοκιμασία Neer έδειξε ευαισθησία 78% και ειδικότητα 58% και η Hawkins ευαισθησία 74% και ειδικότητα 57% (Alqunae et al., 2012).

Μπορεί αρκετές μελέτες έχουν εντοπίσει διαφορετικές τιμές ευαισθησίας και ειδικότητας σε ίδιες κλινικές δοκιμές όλες όμως καταλήγουν στο συμπέρασμα πως καμία κλινική δοκιμασία δεν παρέχει από μόνη της αξιοπιστία για διάγνωση τενοντοπάθειας στροφικού πετάλου καθώς πρόκειται για μια πολυπαραγοντική και πολυδιάσπαση πάθηση. Ωστόσο όλοι οι συγγραφείς διαπιστώνουν πως ένας συνδυασμός κλινικών δοκιμασιών παρέχει μεγαλύτερη εγκυρότητα για διάγνωση στροφικού πετάλου (Alqunae et al., 2012, Lädermann et al., 2020). Οι Hedegus et al., 2012 διαπίστωσαν πως ο συνδυασμός 3 κλινικών τεστ αύξησαν το LR στο 32,20. Επιπλέον για να είναι πιο ακριβής η αξιολόγηση θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σε μεγαλύτερη συχνότητα οι κλινικές δοκιμασίες οι οποίες έχουν μεγάλα ποσοστά ευαισθησίας ή ειδικότητας. Οι Alqunae et al., 2012 έδειξαν πως η δοκιμασία Lift off παρέχει ειδικότητα 97% και LR+ 16,47. Συνεπώς ένα θετικό Lift off τεστ παραπέμπει τον κλινικό σε μεγάλες πιθανότητες ύπαρξης τενοντοπάθειας. Το ίδιο ισχύει και για τη δοκιμασία Drop arm η οποία βρέθηκε σε 2 διαφορετικές μελέτες να έχει ειδικότητα 97% και 92% αντίστοιχα (Alqunae et al., 2012, Lädermann et al., 2020).

Σε μια αξιολόγηση εάν και οι 2 παραπάνω κλινικές δοκιμασίες βγουν θετικές τότε οι πιθανότητες αυξάνονται ακόμη περισσότερο για ύπαρξη τενοντοπάθειας στροφικού πετάλου. Το αντίθετο ισχύει για τις κλινικές δοκιμασίες με υψηλά ποσοστά ευαισθησίας. Εάν ο συνδυασμός κλινικών δοκιμασιών με υψηλή ευαισθησία βγει αρνητικός τότε οι πιθανότητες να έχει ένας ασθενής τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου είναι ελάχιστες. Επομένως ο συνδυασμός πολλών κλινικών δοκιμασιών με υψηλά ποσοστά ευαισθησίας ή ψηλά ποσοστά ειδικότητας αυξάνει τις πιθανότητες για πιο έγκυρη μια διάγνωση στροφικού πετάλου (Alqunae et al., 2012, Lädermann et al., 2020).



Εικόνα5: Εκτέλεση δοκιμασίας Lift off, a) αρχική θέση,b) τελική θέση(Jain et al.,2013)



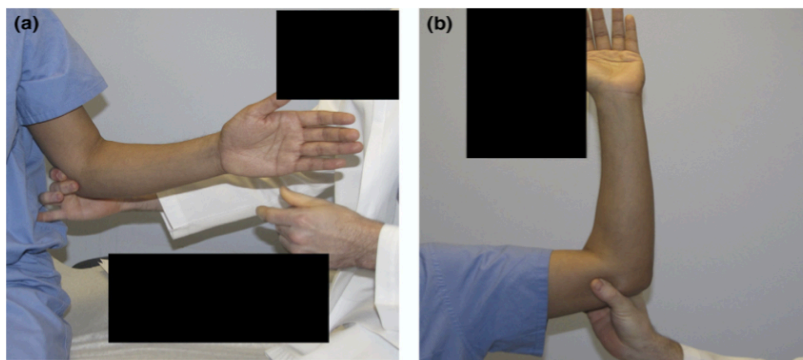
Εικόνα 6: Δοκιμασία Belly Press(Jain et al.,2013)



Εικόνα 7: Δοκιμασία Bear Hug (Jain et al., 2013)



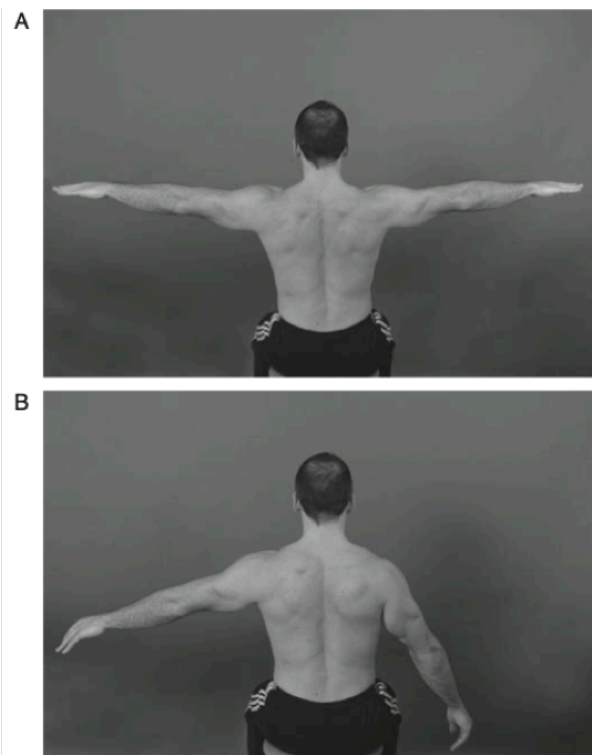
Εικόνα 8: Δοκιμασία Belly off Sign (Jain et al., 2013)



Εικόνα 9: External Rotation Lag Sign a), External Rotation Lag Sign σε 90° b) (Jain et al., 2013)



Εικόνα 10: Jobe test (Jain et al.,2013)



Εικόνα 11: Drop arm test a) αρχική θέση,b) τελική θέση(Moen et al.,2010)



Εικόνα 12: Neer test (Moen et al., 2010)



Εικόνα 13: Hawkins test (Moen et al., 2010)



Εικόνα 14: Hornblower Sign (Jain et al., 2013)

Απεικονιστικές Εξετάσεις

Η απεικονιστικές εξετάσεις αποτελούν ακόμη μία διαγνωστική μέθοδο για τις παθολογίες του στροφικού πετάλου. Σε αυτές συμπεριλαμβάνονται η μαγνητική τομογραφία (MRI) (Εικόνα 16), μαγνητική αγγειογραφία (MRA) και το υπερηχογράφημα (US) (Εικόνα 17). Η συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση των Roy et al., 2014 η οποία εξέτασε την ακρίβεια και ειδικότητα των MRI, MRA και US έδειξε υψηλότερη διαγνωστική ακρίβεια των 3 απεικονιστικών παρεμβάσεων σε ασθενείς με πλήρη και προχωρημένη ρήξη στροφικού πετάλου σε σχέση με τους ασθενείς οι οποίοι είχαν μερική ρήξη στροφικού πετάλου ή τενοντοπάθεια.

Η μαγνητική τομογραφία σε ασθενείς με πλήρη ρήξη στροφικού πετάλου έδειξε ευαισθησία 90% και ειδικότητα 93% (LR+12,9 - LR-0,1) και σε ασθενείς με μερική ρήξη στροφικού πετάλου ευαισθησία 67% και ειδικότητα 94% (LR+11,2 - LR-0,4). Η μαγνητική αγγειογραφία σε ασθενείς με πλήρη ρήξη στροφικού πετάλου παρουσίασε ευαισθησία 90% και ειδικότητα 95% (LR+ 18,0 - LR- 0,1) και σε ασθενείς με μερική ρήξη στροφικού πετάλου ευαισθησία 83% και ειδικότητα 93% (LR+11,9 - LR- 0,2). Ο υπέρηχος παρουσίασε ασθενείς με πλήρη ρήξη ευαισθησία 91% και ειδικότητα 93% (LR+13 - LR-0,1) και σε ασθενείς με μερική ρήξη ευαισθησία 68% και ειδικότητα 94% (LR+11,3 - LR- 0,3) (Roy et al., 2014).

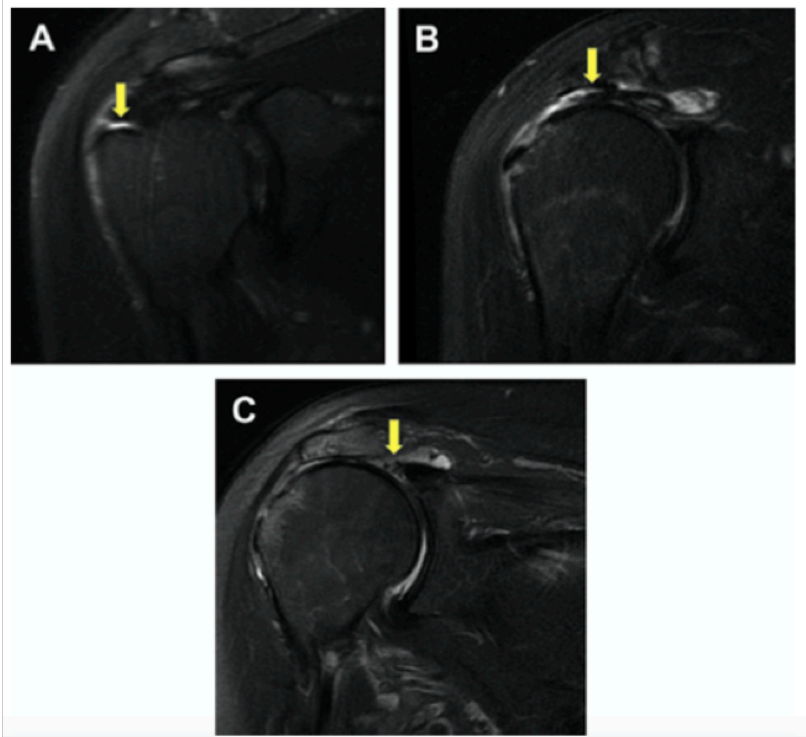
Στην μελέτη των Liu et al., 2019 η MRI παρουσίασε 81% ευαισθησία και 95% ειδικότητα για την ανίχνευση πλήρους ρήξης στροφικού πετάλου και 70% ευαισθησία και 95% ειδικότητα για ανίχνευση μερικής ρήξης στροφικού πετάλου. Η MRA έδειξε 98% ευαισθησία και 95% ειδικότητα στην ανίχνευση πλήρους ρήξης στροφικού πετάλου και ευαισθησία 45% και ειδικότητα 76% για την ανίχνευση μερικής ρήξης στροφικού πετάλου.

Ακόμη η μελέτη έδειξε πως η ευαισθησία και η ειδικότητα της MRI για ανίχνευση οποιασδήποτε μορφής ρήξης στροφικού πετάλου είναι 84% και 92% αντίστοιχα ενώ για την MRA 97% τόσο για την ευαισθησία όσο και για την ειδικότητα.

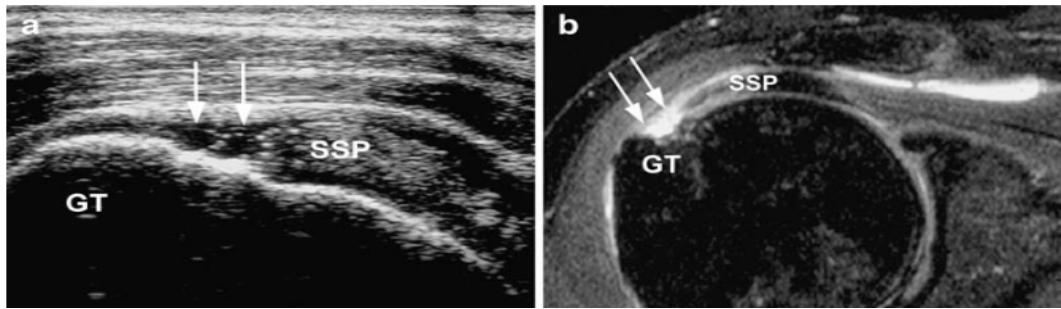
Η μελέτη των Farooqi et al., 2021 εξέτασε την ακρίβεια ανίχνευσης του υπέρηχου σε ασθενείς με μερική και πλήρη ρήξη στροφικού πετάλου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σε πλήρη ρήξη στροφικού πετάλου η ευαισθησία ήταν 88% και η ακρίβεια 93% και σε μερική ρήξη η

ευαισθησία ήταν 65% και η ειδικότητα 86%.Τέλος στην έρευνα των Roy et al.,2014 η ευαισθησία του υπέρηχου σε ασθενείς με τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου ανήλθε στο 79% και η ακρίβεια στο 94%.

Από τα παραπάνω δεδομένα φαίνεται πως οι απεικονιστικές εξετάσεις έχουν μεγαλύτερα ποσοστά ευαισθησίας και ειδικότητας σε ασθενείς με πλήρη ρήξη τένοντα σε σχέση με ασθενείς με μερική ρήξη τένοντα. Η MRA παρέχει ανώτερα αποτελέσματα σε σχέση με την MRI ωστόσο είναι πιο επώδυνη για τους ασθενείς καθώς περιλαμβάνει η διαδικασία περιλαμβάνει ενδοαρθρική ένεση η οποία μπορεί να προκαλέσει ενοχλήσεις στους ασθενείς (ενόχληση, κίνδυνος μόλυνσης).Ο υπέρηχος αποτελεί επίσης αξιόπιστη απεικονιστική μέθοδο καθώς παρουσίασε ίδια ποσοστά ακρίβειας με την MRI στην διάγνωση πλήρους και μερικής ρήξης στροφικού πετάλου.Το υπερηχογράφημα για την διάγνωση τενοντοπάθειας στροφικού πετάλου έδειξε υψηλό αριθμό ειδικότητας αλλά μικρότερο αριθμό ευαισθησίας. Συνεπώς η χρήση απεικονιστικών μέσων θα πρέπει να πραγματοποιείται σε σοβαρές περιπτώσεις τραυματισμού του τενόντιου στροφικού πετάλου όταν υπάρχουν έντονα σημεία και συμπτώματα πλήρους ρήξης και όχι σε υποψίες μέτριας ρήξης ή τενοντοπάθειας.



Εικόνα 16: Μαγνητική τομογραφία πλήρους ρήξης υπερακανθίου, κοντά στην εισαγωγή του βραχιονίου, (A)(βέλος),ανάκληση του τένοντα στο επίπεδο της κορυφής του βραχιονίου (B) (βέλος),ανάκληση στο επίπεδο της γλήνης (C)(βέλος)(McCrum.,2019).



Εικόνα 17:Υπερηχογράφημα πλήρους ρήξης τένοντα υπερακανθίου(a),(b)(Rutten et al.,2010)

4.5 Θεραπεία

Συντηρητική Θεραπεία

Η συντηρητική θεραπεία αποτελεί και την καταλληλότερη επιλογή παρέμβασης σε αποκατάσταση τραυματισμού στο στροφικό πέταλο.Αρκετές μελέτες έχουν δείξει τη συντηρητική αποκατάσταση ως πρώτη επιλογή ακόμα και σε πλήρη ρήξη στροφικού πετάλου.Η συστηματική ανασκόπηση των Ryösä et al.,2016 συνέκρινε την επίδραση συντηρητικής και χειρουργικής θεραπείας σε 252 ασθενείς με πλήρη ρήξη στροφικού πετάλου. Τα αποτελέσματα έναν χρόνο μετά τις 2 παρεμβάσεις έδειξαν μικρή υπεροχή της χειρουργικής επέμβασης στα επίπεδα πόνου και λειτουργικότητας η οποία όμως δεν ήταν κλινικά σημαντική.Τα ίδια αποτελέσματα έδειξε ακόμη μια συστηματική ανασκόπηση η οποία συνέκρινε τα επίπεδα πόνου και λειτουργικότητας σε 269 ασθενείς με ρήξη στροφικού πετάλου. Τα αποτελέσματα ένα χρόνο μετά την αποκατάσταση έδειξαν μη κλινικά σημαντική υπεροχή της χειρουργικής αποκατάστασης(Piper et al.,2018)

Θεραπευτική Άσκηση

Η άσκηση θεωρείται η αποτελεσματικότερη θεραπεία για τη διαχείριση της τενοντοπάθειας(Cassel et al.,2016).Στόχος της θεραπευτικής άσκησης είναι η βελτίωση ικανότητας φόρτισης του τένοντα και η προσαρμογή του, για την επιτέλεση λειτουργικών δραστηριοτήτων χωρίς την πρόκληση πόνου και περεταίρω τραυματισμού.Ο τένοντας είναι μια σύνθετη δομή που απαιτεί προοδευτική φόρτιση κατά την αποκατάσταση του. Ακόμη και αν η θεραπευτική άσκηση είναι η πιο αποτελεσματική παρέμβαση εάν η φόρτιση ξεπεράσει το κατώφλι αντοχής του τένοντα, προκαλείται μεγαλύτερος εκφυλισμός παρά αποκατάστασή

του.Συνεπώς η εξατομικευμένη δοσολογία θεραπευτικής άσκησης είναι το κλειδί σε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης(Docking et al.,2019).

Χειροθεραπεία

Η χειροθεραπεία αποτελεί μια γνωστή και αρκετά διαδεδομένη φυσιοθεραπευτική παρέμβαση από πολλούς επαγγελματίες υγείας.Περιλαμβάνει κινητοποίηση αρθρώσεων μικρής ή μεγάλης ταχύτητας, χειρισμό αρθρώσεων και κινητοποίηση μαλακών μορίων η οποία εφαρμόζεται από τον κλινικό γιατρό ενώ μπορεί να συνδυαστεί και με κίνηση(Bialosky et al.,2009).Η επίδραση της χειροθεραπείας προέρχεται από παροχή νευροφυσιολογικών και μηχανικών αποτελεσμάτων.Αυτό επιτυγχάνεται με διέγερση των περιφερικών μηχανοϋποδοχέων και αναστολή των υποδοχέων που είναι υπεύθυνοι για την παραγωγή πόνου αλλά και με την αύξηση την κίνησης των αρθρώσεων με σκοπό την ανταλλαγή υγρού και θρεπτικών συστατικών μεταξύ της εξωκυτάριας μήτρας και του αρθρικού χόνδρου(Bialosky et al.,2009). Συστηματική ανασκόπηση έδειξε πως η χειροθεραπεία ήταν ανώτερα σε σχέση με placebo θεραπεία στα επίπεδα πόνου. Επίσης Η χειροθεραπεία σε συνδυασμό με θεραπεία παρείχε μεγαλύτερη μείωση πόνου σε βραχυπρόθεσμο διάστημα σε σχέση με την άσκηση ως μονοθεραπεία(Steuri et al.,2017).

Laser

Η θεραπεία με λέιζερ χαμηλού επιπέδου (LLLT) παράγει μια δέσμη φωτός με συγκεκριμένο μήκος κύματος με σκοπό της μεταφορά ενέργειας στα βάθη των ιστών κάτω από το χόριο.Ο μηχανισμός δράσης περιλαμβάνει μείωση προφλεγμονώδων κυταροκινών και αύξηση στους αντιφλεγμονώδεις παράγοντες(Bjordal.,2006,Perlow., 2010).

Οι έρευνα των Steuri et al.,2017 έδειξε πως η ομάδα που αντιμετωπίστηκε με χρήση laser παρείχε μεγαλύτερα αποτελέσματα στη μείωση πόνου σε σχέση με την ομάδα που έλαβε ψεύτικο laser.Επίσης συστηματική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε έδειξε πως το laser συμβάλλει στην μείωση των επιπέδων πόνου είτε αν χρησιμοποιηθεί ως μονοθεραπεία είτε σε συνδυασμό με άλλα είδη συντηρητικής αποκατάστασης.Τέλος συνέβαλε στη βελτίωση των επιπέδων λειτουργικότητας του ώμου ως μονοθεραπεία(Haslerud et al.,2015).Τέλος στην έρευνα των Baltasi et al.,2021 η χρήση laser έδειξε βελτίωση στα επίπεδα

πόνου,λειτουργικότητας και εύρους κίνησης του ώμου για βραχυπρόθεσμο χρονικό διάστημα.

Θεραπευτικός Υπέρηχος

Ο θεραπευτικός υπέρηχος παρέχει ενέργεια στους εν τω βαθύ ιστούς μέσω υπερηχητικών κυμάτων (συχνά σε συχνότητες 1 ή 3 MHz και εντάσεις μεταξύ 0,1 watt/cm² και 3 watt/cm²) μέσω μιας κρυστάλλινης κεφαλής ήχου.Η ενέργεια χορηγείται είτε με συνεχή μορφή είτε με διακοπτόμενη μορφή.Σκοπός των ηχητικός κομμάτων είναι αύξηση της θερμοκρασίας των ιστών με αποτέλεσμα την πρόκληση θερμικών ώστε να αυξηθεί η κυτταρική διαπερατότητα και ανάπτυξη για να επιταχυνθεί η επούλωση(Allen et al.,2016,Watson et al.,2008).

Συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση έδειξε πως ο θεραπευτικός υπέρηχος δεν παρείχε μεγαλύτερα αποτελέσματα με ψεύτικη θεραπεία στα επίπεδα πόνου και λειτουργικότητας σε ασθενείς με τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου.Τέλος ο συνδυασμός υπερήχου με άσκηση δεν ήταν ανώτερος σε σχέση με άσκηση ως μονοθεραπεία(Desmeules et al.,2014).

Κρουστικός Υπέρηχος

Ο κρουστικός υπέρηχος αποτελεί μια συσκευή η οποία παράγει κρουστικά κύματα.Η κεφαλή του κρουστικού τοποθετείται στο σημείο της βλάβης και μέσω των κρουστικών κυμάτων προκαλεί μηχανικό στρες με σκοπό τον επανατραυματισμό ιστού ώστε να επιστρατευτούν οι βιολογικές επιδράσεις οι οποίες περιλαμβάνουν υπεραιμία, αύξηση λεμφικής κυκλοφορίας και επιτάχυνση μεταβολισμού.Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ταχύτερη επούλωση των ιστικών βλαβών(Worp et al.,2013,Ramon et al.,2018).Η έρευνα των Steuri et al.,2017 έδειξε πως ο κρουστικός υπέρηχος ήταν ανώτερος από τον ψεύτικο υπέρηχο στα επίπεδα πόνου.Επίσης στην έρευνα των Chengxin et al.,2021 οι ασθενείς με τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου που έλαβαν 4 συνεδρίες με κρουστικά υπέρηχο σημείωσαν βελτίωση τόσο στα επίπεδα πόνου όσο και στα επίπεδα λειτουργικότητας.

Διαδερμική ηλεκτρική διέγερση νεύρων(TENS)

Η διαδερμική ηλεκτρική διέγερση νεύρων προκαλεί ηλεκτρική διέγερση μέσω ηλεκτροδίων που τοποθετούνται πάνω από την επιφάνεια του δέρματος κοντά στην περιοχή του πόνου με σκοπό ενεργοποίηση υποκείμενων νεύρων.Τα TENS διακρίνονται σε συμβατικά(υψηλής συχνότητας και χαμηλής έντασης) και σε TENS χαμηλής συχνότητας και υψηλής έντασης.

Ο μηχανισμός δράσης των TENS βασίζεται στη θεωρία πύλης πόνου.Σύμφωνα με τον Melzack το ραχιαίο κέρασ του νωτιαίου μυελού, ρυθμίζει την ποσότητα των εισερχόμενων επώδυνων ερεθισμάτων μέσω προσαγωγών νευρικών ινών μικρής διαμέτρου.Το TENS συμβάλει στη διέγερση προσαγωγών ινών μεγάλης διαμέτρου με σκοπό να κλείσει η πύλη και να μειωθεί η αίσθηση του πόνου(Johnson et al.,2008,Walsh et al.,2009).

Δεν υπάρχουν πολλά σαφή επιστημονικά δεδομένα για την επίδραση των TENS στα επίπεδα του πόνου.Μία μικρή έρευνα των Kocyigit et al.,2012 έδειξε σε μια ομάδα 20 ασθενών πως η χρήση TENS ήταν ανώτερη σε σχέση με τη χρήση ψεύτικης θεραπείας με TENS στα επίπεδα πόνου.

Βελονισμός

Ο βελονισμός εφαρμόζεται σε συγκεκριμένα σημεία του σώματος που ονομάζονται σημεία βελονισμού τα οποία ενεργοποιούνται. Μόλις ενεργοποιηθούν επιστρατεύονται οι νευρικές ίνες οι οποίες στέλνουν σήματα στο νωτιαίο μυελό και τον εγκέφαλο με σκοπό την αναστολή χημειοκινών και προφλεγμονώδων κυταροκινών(Chen et al.,2020).

Η έρευνα των Lewis et al.,2016, περιλάμβανε 227 ασθενείς με τενοντοπάθεια στροφικού. Η ομάδα που έλαβε βελονισμό σε συνδυασμό με άσκηση σημείωσε μεγαλύτερη βελτίωση από την ομάδα που έλαβε μόνο άσκηση στα επίπεδα πόνου και λειτουργικότητας.Η πολυκεντρική μελέτη των Ortega et al.,2008 έδειξε πως ο βελονισμός σε συνδυασμό με συμβατική φυσικοθεραπεία είχε μεγαλύτερη επίδραση στα επίπεδα λειτουργικότητας σε σχέση με την ομάδα που έλαβε TENS σε συνδυασμό με συμβατική φυσικοθεραπεία.

Ενέσεις Κορτιζόνης

Συστηματική ανασκόπηση που εξέτασε την επίδραση την κορτιζόνης σε τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου έδειξε πως οι ενέσεις κορτιζόνης είχαν υπεροχή έναντι placebo θεραπείας για βραχυπρόθεσμο διάστημα αλλά όχι για μακροπρόθεσμο(Van der Sande et al.,2013). Επίσης δεν υπήρξε υπέροχη της κορτιζόνης σχέση με τον βελονισμό ή με τα αντιφλεγμονώδη(Van der Sande et al.,2013).Τα ίδια ευρήματα έδειξε και η έρευνα των Lin et al.,2018 όπου φάνηκε πως η ένεση κορτιζόνης συμβάλει στη μείωση πόνου στα επίπεδα πόνου σε διάστημα 3 με 6 εβδομάδων αλλά καμία επίδραση σε μακροπρόθεσμο διάστημα.Τέλος η έγχυση κορτιζόνης δεν φάνηκε να είναι ανώτερη από τη θεραπεία βελονισμού στα επίπεδα πόνου και λειτουργικότητας(Van der Sande et al.,2013).

Μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη(NSAIDS)

Τα αντιφλεγμονώδη φάνηκαν να έχουν μικρότερη επίδραση σε σχέση με τη χρήση laser στα επίπεδα πόνου αλλά καμία διαφορά στα επίπεδα λειτουργικότητας σε βραχυπρόθεσμο διάστημα.Η συστηματική ανασκόπηση των Boudreault et al.,2014 έδειξε επίσης πως τα NSAIDS συμβάλουν στη μείωση επιπέδων πόνου σε βραχυπρόθεσμο διάστημα αλλά δεν παρέχουν καμία μεταβολή στα επίπεδα λειτουργικότητας.

Υαλουρονικό οξύ

Η συστηματική ανασκόπηση των Lin et al.,2018 δεν έδειξε επίδραση του ενέσιμου υαλουρονικού οξέος στα επίπεδα πόνου ή λειτουργικότητας. Αν και υπήρχε μικρή βελτίωση σε σχέση με την ομάδα placebo το αποτέλεσμα αυτό δεν ήταν συστηματικά σημαντικό.

Χειρουργική Επέμβαση

Η χειρουργική επέμβαση αποτελεί την τελευταία επιλογή θεραπείας και συνιστάται μόνο εάν αποτύχει η συντηρητική αποκατάσταση.Οι περισσότερες χειρουργικές επεμβάσεις του στροφικού πετάλου πλέον εκτελούνται αρθροσκοπικά όπου τα χειρουργικά εργαλεία εισάγονται μέσω μικρών οπών για να πραγματοποιηθεί η επέμβαση) ή μέσω μικρών τομών (μίνι-ανοικτή προσέγγιση) , ωστόσο δεν έχει αποδειχθεί από συστηματικές ανασκοπήσεις ανωτερότητα μεταξύ των δύο τεχνικών(Huang et al.,2016).

Η αρθροσκοπική τεχνική περιλαμβάνει τον καθαρισμό μερικών ρήξεων ή την επισκευή του στροφικού πετάλου ή τον συνδυασμό των δύο ενώ χαρακτηρίζεται από μικρότερη νοσηρότητα και γρηγορότερο χρόνο αποκατάστασης, με σκοπό την άμεση επιστροφή στην εργασία ή στον αθλητισμό.

Στις χειρουργικές παρεμβάσεις ανήκει και η υπακρωμιακή αποσυμπίεση η οποία συνιστάται μόνο όταν οι χειρουργοί δεν μπορούν να επιδιορθώσουν τον τένοντα λόγω μεγάλου μεγέθους της ρήξης ή εκφυλισμού του μυός κυρίως σε μεγάλους ηλικιακούς πληθυσμούς. Επιτυγχάνεται με αρχική αφαίρεση του θύλακα και αφαίρεση οστού από την κατώτερη πρόσθια επιφάνεια του ακρωμίου. Στη συνέχεια πραγματοποιείται επισκευή του τένοντα που έχει υποστεί ρήξη με τελικό αποτέλεσμα να μην υπάρχει πρόσκρουση μεταξύ τένοντα και ακρωμίου (Nho et al., 2007, Mall et al., 2014).

Σε μελέτη των Raanola et al., 2021 που συνέκρινε την αρθροσκοπική τεχνική με την υπακρωμιακή αποσυμπίεση δεν βρέθηκε να υπάρχει διαφορά σε διάστημα 5 ετών. Σε άλλη έρευνα που συνέκρινε την ακρωμιοπλαστική σε συνδυασμό με επισκευή του τένοντα σε σχέση με την επισκευή του τένοντα σε 526 ασθενείς, βρέθηκε πως η ακρωμιοπλαστική παρέχει ελάχιστα η καθόλου επίδραση.

Τένοντας και φόρτιση

Ο τρόπος με τον οποίο ο εκφυλιστικός τένοντας αυξάνει την ικανότητα φόρτισης μέχρι στιγμής είναι ελάχιστα κατανοητός (Cook et al., 2019). Καθώς ο τένοντας έχει υποστεί εκφυλισμό η ικανότητα του να ανέχεται φορτίο περιορίζεται από την ύπαρξη του πόνου. Ο πόνος οδηγεί σε μείωση του φορτίου, η οποία μείωση με τη σειρά της θα επηρεάσει αρνητικά τις δομικές και μηχανικές ιδιότητες του τένοντα η οποία θα συμβάλει στην δυσπροσαρμοστικότητα του (Cook et al., 2019). Μέσα από την θεραπευτική άσκηση κύριο μέλημα είναι η βελτίωση της ικανότητας φόρτισης στον παθολογικό τένοντα. Η ικανότητα δηλαδή όπου ο τένοντας θα μπορεί να εκτελεί λειτουργικές κινήσεις στον όγκο και τη συχνότητα που απαιτείται χωρίς να αναπαράγονται συμπτώματα ή να προκληθεί εκ νέου τραυματισμός. Έχει αποδειχθεί πως τόσο η έντονη όσο και η μειωμένη φόρτιση οδηγεί σε μεγαλύτερο εκφυλισμό του τένοντα και μειωμένα επίπεδα προσαρμογής (Magnusson et al., 2010). Συνεπώς απαιτείται εξατομικευμένο πρόγραμμα θεραπευτικής άσκησης

κατάλληλης φόρτισης η οποία θα οδηγήσει σε θετική απόκριση του τένοντα ώστε να επιτευχθεί η προσαρμογή και η βελτίωση χωρητικότητας του τένοντα.

5. Μεθοδολογία

5.1 Στρατηγική Αναζήτησης

Πραγματοποιήθηκε μια ολοκληρωμένη αναζήτηση ερευνών σε 3 ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων: Pubmed, ScienceDirect, EMBASE και Cochrane Library Databases. Η στρατηγική αναζήτησης είχε απόλυτη συνάφεια με το ερευνητικό ερώτημα και περιελάμβανε τους εξής όρους: ("shoulder impingement syndrome"[MeSH Terms] OR "rotator cuff"[MeSH Terms]) AND ("exercise therapy" OR "strength training" OR "isometric contraction" OR "isotonic contraction" OR "eccentric contraction").

5.2 Κριτήρια Εισαγωγής

Τα κριτήρια εισαγωγής που τέθηκαν στην παρούσα ανασκόπηση της βιβλιογραφίας ήταν τα εξής. Αρχικά οι έρευνες που μελετήθηκαν ήταν στην αγγλική γλώσσα με όριο χρονολογικής περιόδου 10 ετών. Τα είδη ερευνών που έγιναν δεκτά ήταν συστηματικές ανασκοπήσεις με ή χωρίς μετά-αναλύσεις και τυχαιοποιημένες κλινικές δοκιμασίες (RCT). Επίσης έγιναν δεκτές μόνο μελέτες στις οποίες οι συμμετέχοντες είχαν σαφή συμπτώματα και σημεία συμβατά με τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου ή συνώνυμων όρων που αντυπρωσώπευαν μόνο τη συγκεκριμένη παθολογία. Επιλέχθηκαν μελέτες οι οποίες εξέταζαν μόνο την επίδραση της θεραπευτικής άσκησης όπως (ασκήσεις ενάντια στη βαρύτητα με ή χωρίς αντίσταση, ασκήσεις προοδευτικής φόρτισης κ.α) τόσο στην πειραματική ομάδα όσο και στην ομάδα ελέγχου. Μελέτες οι οποίες περιείχαν επιπρόσθετες παρεμβάσεις με την θεραπευτική άσκηση (τεχνικές κινητοποίησης, τεχνικές χειρισμού, μάλιαξη, ενέσεις γλυκοκορτικοειδών), επιτρέπονταν μόνο αν εφαρμόζονταν με τις ίδιες ακριβώς παραμέτρους και στις 2 ομάδες. Τέλος τα κύρια μέτρα έκβασης που αξιολογήθηκαν είχαν άμεση συσχέτιση με τα συμπτώματα της παθολογίας που ήταν το επίκεντρο του ενδιαφέροντος.

5.3 Κριτήρια Απόρριψης

Κριτήρια απόρριψης αποτέλεσαν μετά-αναλύσεις χωρίς να έχει προηγηθεί συστηματική ανασκόπηση, πιλοτικές μελέτες, μελέτες περίπτωσης (case studies), μη τυχαιοποιημένες κλινικές μελέτες και μελέτες παρατήρησης. Επίσης συμμετέχοντες οι οποίοι είχαν παρουσία

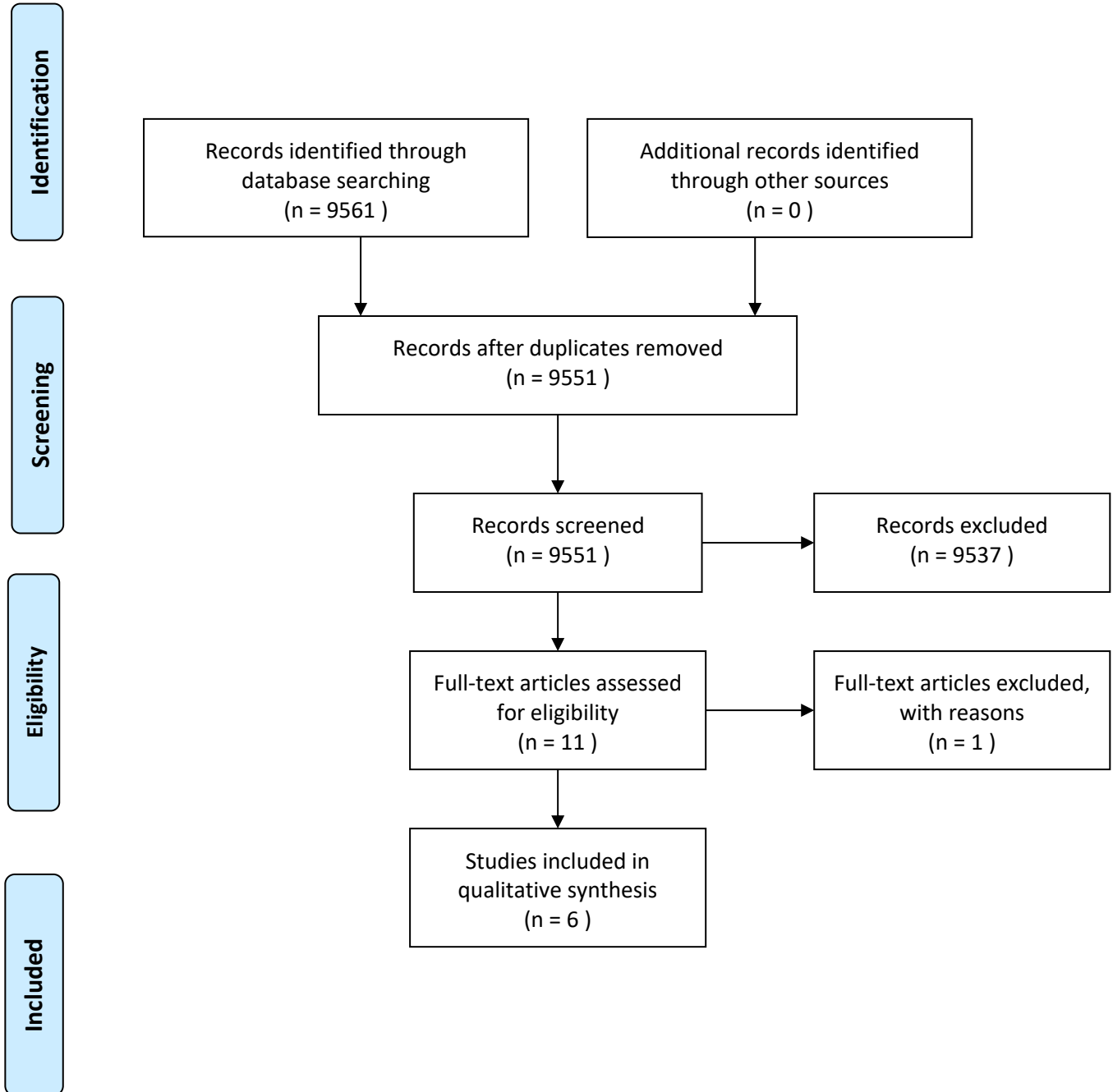
ολικής ρήξης στροφικού πετάλου ή άλλης παθολογίας στον ώμο εκτός από τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου απορρίφθηκαν.

5.4 Τελική Διαλογή

Με βάση τα κριτήρια εισαγωγής που τέθηκαν 7 μελέτες συμπεριελήφθησαν στην παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση. Στις έρευνες αξιολογήθηκαν οι παράγοντες συνταγογράφησης θεραπευτικής άσκησης (Littlewood et al., 2015), η άσκηση προοδευτικής υψηλής φόρτισης σε σύγκριση με άσκηση χαμηλής φόρτισης (Ingwersen et al., 2017), σύγκριση άσκησης υψηλής με χαμηλής φόρτισης (Malliaras et al., 2020), επίδραση υψηλής δόσης θεραπευτικής άσκησης σε συνδυασμό με τυπικό πρόγραμμα αποκατάστασης σε σύγκριση με τυπικό πρόγραμμα αποκατάστασης (Clausen et al., 2021), σύγκριση ισομετρικής, έκκεντρης και σύγκεντρης άσκησης (Stuart et al., 2016) και επίδραση προοδευτικής άσκησης σε σχέση με μη προοδευτική άσκηση (Naunton et al., 2020).



PRISMA 2009 Flow Diagram



6. Αποτελέσματα

Παράμετροι συνταγογράφησης θεραπευτικής άσκησης σε ασθενείς με τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου

Στην συστηματική ανασκόπηση των Littlewood et al.,2015, εισήχθησαν δείγματα ενήλικων ασθενών με διαγνωσμένη τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου.Κριτήρια εισαγωγής αποτέλεσαν μόνο τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές (RCTs) ασθενών που παρουσίαζαν σημεία και συμπτώματα που υποδήλωναν τενοντοπάθεια του στροφικού πετάλου ή συνώνυμη με τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου (π.χ. σύνδρομο υπακρωμιακής πρόσκρουσης).

Κριτήρια αποκλεισμού αποτέλεσαν μελέτες που περιείχαν ασθενείς στους οποίους είχαν γίνει διάγνωση και άλλων παθολογιών πέραν της τενοντοπάθειας στροφικού πετάλου.Στις 14 μελέτες που εισήχθησαν αξιολογήθηκαν τα επίπεδα πόνου και λειτουργικότητας, τα επίπεδα θεραπευτικής άσκησης,τα επίπεδα έντασης,συχνότητας και επαναλήψεων αλλά και η γεωγραφική θέση.

Τα αποτελέσματα της ανασκόπησης έδειξαν πως η γεωγραφική θέση δεν φαίνεται να επηρεάζει την έκβαση της θεραπείας.Επίσης η μελέτη έδειξε πως δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ προγραμμάτων άσκησης που εκτελούνται στο σπίτι ή στην κλινική ενώ δεν υπήρχε διαφορά στα κλινικά αποτελέσματα κατά την εκτέλεση άσκησης με παραγωγή ή αποφυγή πόνου.Μέσω της παρούσας μελέτης δεν κατάφερε να εντοπιστεί ο ακριβής αριθμός επαναλήψεων ωστόσο φαίνεται πως οι υψηλότερες επαναλήψεις προσφέρουν ανώτερα αποτελέσματα σε ορισμένες περιπτώσεις. Τρία σετ άσκησης είναι προτιμότερα από δύο ή ένα σετ,ωστόσο η βέλτιστη συχνότητα είναι άγνωστη. Η άσκηση με αντίσταση να είναι σημαντικό συστατικό για πρόγραμμα αποκατάστασης, όμως το βέλτιστο επίπεδο αντίστασης παραμένει ασαφές. Ο πόνος και/ή η κόπωση μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιτυχώς για να καθοδηγήσουν τη συνταγογράφηση θεραπείας, αλλά δεν είναι σαφές εάν ο πόνος πρέπει να προκαλείται ή να αποφεύγεται κατά τη διάρκεια της άσκησης.

Τρεις μήνες προοδευτικής προπόνησης υψηλού φορτίου έναντι παραδοσιακής προπόνησης χαμηλού φορτίου σε ασθενείς με τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου.

Στην έρευνα των Ingwersen et al.,2017 έλαβαν μέρος 100 ασθενείς ηλικίας 18 έως 65 ετών.Κριτήρια εισαγωγής ήταν η εισαγωγή ασθενών με επαληθευμένη τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου μέσω υπερήχου και κλινικών τεστ(full Can, Jobe, Hawkins-Kennedy, Neer test) και με διάρκεια συμπτωμάτων τουλάχιστον 3 μηνών.

Κριτήρια αποκλεισμού αποτέλεσαν ασθενείς με έντονο πόνο ηρεμίας >40 στην κλίμακα VAS,ασθενείς με πλήρη ρήξη στροφικού πετάλου, ασθενείς που έλαβαν ένεση κορτιζόνης σε διάστημα έως 6 εβδομάδων πριν την κλινική μελέτη καθώς και διαγνώσεις πλέον της τενοντοπάθειας στροφικού πετάλου.

Οι ασθενείς χωρίστηκαν τυχαιοποιημένα σε 2 ομάδες στην ομάδα παρέμβασης (PHLE) στην οποία έλαβαν μέρος 49 άτομα και στην ομάδα ελέγχου(LLE) που έλαβαν μέρος 51 άτομα.

Το πρόγραμμα αποκατάστασης περιλάμβανε 2 ασκήσεις για τους σταθεροποιούς μύες της ωμοπλάτης, 2 ασκήσεις για τους μύες του στροφικού πετάλου και 2 ασκήσεις κινητικότητας για το στροφικό πέταλο και ωμοπλατοθωρακικό σύμπλεγμα.Το πρόγραμμα αποκατάστασης διήρκησε συνολικά 9 εβδομάδες ενώ η διάρκεια της φυσικοθεραπείας ήταν 60 λεπτά την πρώτη εβδομάδα και 30 λεπτά τις υπόλοιπες εβδομάδες ενώ έλαβαν οδηγίες να εκτελούν ασκήσεις στο σπίτι 3 φορές την εβδομάδα.Η ομάδα PHLE εξέλιξε προοδευτικά το φορτίο των ασκήσεων από 15 RM μεταξύ της 1^{ης} και 6^{ης} εβδομάδας σε 6 RM από την 9^η έως την 12^η εβδομάδα.Η ομάδα LLE πραγματοποίησε φόρτιση στις ασκήσεις 20 έως 25 RM για όλες τις εβδομάδες.Ακόμη σε όσους ασθενείς εμφανίστηκαν έντονα σημάδια πόνου την νύχτα ή κατά την δραστηριότητα χορηγήθηκε ενέσιμη κορτιζόνη.

Τα κύρια μέτρα έκβασης που αξιολογήθηκαν ήταν τα επίπεδα λειτουργικότητας και καθημερινής ζωής με την κλίμακα DASH τα οποία μετρήθηκαν την 1^η και την 12^η εβδομάδα.Τα δευτερεύοντα μέτρα έκβασης αξιολογήθηκαν την 1^η,4^η,6^η και 9^η εβδομάδα με την κλίμακα DASH και περιλάμβαναν επίπεδα πόνου σε ηρεμία, πόνο σε γενικές δραστηριότητες,πόνου την νύχτα και μέγιστα επίπεδα πόνου τις προηγούμενες 24 ώρες. Επίσης αξιολογήθηκε η μέγιστη ισομετρική σύσπαση με χρήση δυναμόμετρου, η ενεργητική και παθητική κάμψη με ψηφιακό γωνιόμετρο και τα μορφολογικά στοιχεία του τένοντα με χρήση υπέρηχου.

Τα αποτελέσματα έδειξαν μέση βαθμολογία DASH 7,11 μονάδες στην ομάδα PHLE και 8,39 στην ομάδα LLE ωστόσο το αποτέλεσμα δεν ήταν στατιστικά σημαντικό. Παρόμοια μη στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα παρατηρήθηκαν για τον πόνο, το εύρος κίνησης και τη δύναμη. Ωστόσο, διαπιστώθηκε στατιστική μέσω της κλίμακας DASH στην ομάδα PHLE που έλαβε ταυτόχρονη χρήση κορτικοστεροειδών σε σχέση με την LLE.

Η αποτελεσματικότητα της άσκησης υψηλότερης δόσης σε σύγκριση με άσκηση χαμηλότερης δόσης σε τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου

Στη συστηματική ανασκόπηση με των Malliaras et al.,2020 εισήχθησαν τυχαιοποιημένες κλινικές δοκιμασίες ασθενών με τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου.Κριτήρια εισαγωγής αποτέλεσαν έρευνες με ασθενείς ηλικίας 16 ετών και άνω με διάγνωση τενοντοπάθειας στροφικού πετάλου ή συνώνυμων ονομάτων της πάθησης.

Κριτήρια αποκλεισμού αποτέλεσαν μελέτες με ασθενείς με διάγνωση πλήρους ρήξης στροφικού πετάλου, αστάθεια ώμου, σημαντικό τραύμα ώμου, προηγούμενη χειρουργική επέμβαση ώμου, οστεοαρθρίτιδα ώμου, ασθενείς με ημιπληγία, περίπλοκη κατάσταση μιοπεριτονιακού πόνου αυχένα/ώμου/βραχίονα, υποψία αναφερόμενου πόνου στην αυχενική μοίρα της σπονδυλικής στήλης ή συστηματική φλεγμονώδη κατάσταση.

Συμπεριελήφθησαν μελέτες που χρησιμοποίησαν ασκήσεις φόρτισης για την θεραπεία της τενοντοπάθειας του στροφικού πετάλου.Επιπλέον μεταξύ της ομάδας παρέμβασης και της ομάδα ελέγχου αξιολογήθηκε ο ίδιος τύπος άσκησης ώστε η δοσολογία να είναι η μόνο παράμετρος αξιολόγησης. Δοκιμές που προχώρησαν επίσης σε άλλες παραμέτρους άσκησης, όπως το εύρος κίνησης ή το είδος της άσκησης (στατική έως δυναμική) συμπεριλήφθηκαν εάν ήταν πανομοιότυπες και στις δύο ομάδες.

Τα πιο συχνά μέτρα έκβασης που αξιολογήθηκαν από τις περισσότερες μελέτες ήταν τα επίπεδα πόνου με την κλίμακα SPADI,τα επίπεδα λειτουργικής αναπηρίας με την κλίμακα Croft Shoulder,τα επίπεδα λειτουργικότητας με την κλίμακα Constant-Murley.Αρκετές μελέτες αξιολόγησαν τα παραπάνω μέτρα έκβασης με χρήση άλλων ερωτηματολογίων.Ακόμη μέσα από τα παραπάνω μέτρα έκβασης προσδιορίστηκαν οι βραχυπρόθεσμες (6 εβδομάδες), οι μεσαίες (6 εβδομάδες-3 μήνες) και οι πιο μακροπρόθεσμες (> 3 μήνες) επιδράσεις των παρεμβάσεων άσκησης ενώ πρωταρχικό

χρονικό στοιχείο ήταν από 6 εβδομάδες και έως 3 μήνες καθώς αυτός ο χρόνος είναι αρκετός για να αξιολογηθούν τα ευεργετικά αποτελέσματα της άσκησης.

Χαμηλής βεβαιότητας στοιχεία υποδηλώνουν ότι η άσκηση με υψηλότερο φορτίο και μεγαλύτερο όγκο μπορεί να οδηγήσει σε κλινικά σημαντικό όφελος στα επίπεδα λειτουργικότητας, αλλά όχι στα επίπεδα νυχτερινού πόνου στις 6 εβδομάδες έως 3 μήνες. Επίσης στοιχεία χαμηλής βεβαιότητας υποστηρίζουν ότι η άσκηση υψηλότερου όγκου μπορεί να προσφέρει μεγαλύτερο όφελος στα επίπεδα λειτουργικότητας μεταξύ 6 εβδομάδων έως 3 μηνών σε σύγκριση με άσκηση χαμηλότερου όγκου. Τέλος η μελέτη δεν έδειξε κάποια διαφορά μεταξύ των ασκήσεων υψηλού ή χαμηλού όγκου έως τις 6 εβδομάδες.

Αποτελεσματικότητα της προσθήκης μεγάλης δόσης άσκησης σε ασθενείς με τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου

Στην έρευνα των Clausen et al., 2021, έλαβαν μέρος 200 ασθενείς ηλικίας 18 με 65 ετών. Κριτήρια εισαγωγής περιλάμβαναν ασθενείς με έγκυρη διάγνωση τενοντοπάθειας στροφικού πετάλου τουλάχιστον 3 μηνών. Κριτήρια αποκλεισμού περιλάμβαναν ασθενείς με αμφιλεγόμενη διάγνωση τενοντοπάθειας στροφικού πετάλου < 3 τεστ θετικά, με παθήσεις ώμου εκτός από την τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου, με παρουσία κατάγματος, πλήρη ρήξη στροφικού πετάλου, παγωμένο ώμο, αστάθεια ώμου και φλεγμονώδεις νόσους.

Οι ασθενείς ταξινομήθηκαν τυχαία σε 2 ομάδες, στην ομάδα παρέμβασης και στην ομάδα ελέγχου. Το πρόγραμμα αποκατάστασης και στις 2 ομάδες περιείχε ασκήσεις ενδυνάμωσης στροφικού πετάλου έξω στροφής από 45 μοίρες απαγωγής με ή χωρίς στήριξη. Οι ασκήσεις πραγματοποιήθηκαν με αργή πορεία και ισομετρική σύσπαση 5 δευτερολέπτων για διάστημα 4 μηνών. Η ομάδα παρέμβασης έλαβε την διπλάσια δόση άσκησης σε σχέση με την ομάδα ελέγχου.

Τα μέτρα έκβασης αξιολογήθηκαν ήταν τα επίπεδα πόνου και λειτουργικότητας με την κλίμακα SPADI, τα επίπεδα μυϊκής δύναμης απαγωγής και έξω στροφής, τα επίπεδα πόνου με μια κλίμακα 11 ερωτήσεων, τα επίπεδα ποιότητας ζωής και πόνου με το ερωτηματολόγιο (EQ-5D-3L) και τα επίπεδα αποτελεσματικότητας της θεραπείας κατά την υποκειμενική άποψη

του ασθενή με το ερωτηματολόγιο PASS. Τα μέτρα έκβασης αξιολογήθηκαν πριν την θεραπεία μετά από 5 εβδομάδες, στις 10 εβδομάδες και στους 4 μήνες.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως δεν υπήρχαν σημαντικές ή κλινικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων για οποιοδήποτε αποτέλεσμα. Τέλος στους 4 μήνες μόνο το 54% της ομάδας παρέμβασης και το 48% της ομάδας ελέγχου κατάφεραν να πετύχουν στην αξιολόγηση PASS.

Σύγκριση της προοδευτικής με αντίσταση άσκησης με μη προοδευτικής ή μη άσκησης αντίστασης σε ασθενείς με τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου

Στην συστηματική ανασκόπηση των Naunton et al., 2020 συμπεριελήφθησαν 7 τυχαιοποιημένες κλινικές δοκιμασίες με 468 συμμετέχοντες. Τέσσερις δοκιμές με 271 συμμετέχοντες περιλάμβαναν προοδευτική άσκηση και άσκηση με αντίσταση και τρεις δοκιμές με 197 συμμετέχοντες) περιλάμβαναν μη προοδευτική άσκηση ή άσκηση χωρίς αντίσταση.

Κριτήρια εισαγωγής αποτέλεσαν ασθενείς 16 ετών και άνω με επιβεβαιωμένη τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου με χρήση διαγνωστικών δοκιμασιών (empty can/full can). Κριτήρια αποκλεισμού ήταν ασθενείς με πλήρη ρήξη στροφικού πετάλου, αστάθεια ώμου, προηγούμενο χειρουργείο ώμου, οστεοαρθρίτιδα, νευρολογικά προβλήματα, υποψία αναφερόμενου πόνου στην αυχενική μοίρα της σπονδυλικής στήλης και παρουσία συστηματικής φλεγμονώδους κατάστασης.

Στην παρούσα ανασκόπηση αξιολογήθηκε η προοδευτική άσκηση και άσκηση αντίστασης έναντι εικονικού φαρμάκου ή μη θεραπείας και η μη προοδευτική άσκηση ή άσκηση χωρίς αντίσταση έναντι εικονικού φαρμάκου ή μη θεραπείας. Οι μελέτες που χρησιμοποίησαν προοδευτική άσκηση και άσκηση με αντίσταση επιλέχθηκαν μόνο εάν δήλωναν ρητά στην περιγραφή της παρέμβασης πως εφαρμόστηκε η αντίσταση (π.χ. θεραπευτική ζώνη, βάρος) και ότι υπήρχε προοδευτικότητα του όγκου ή του φορτίου ή και των δύο με την πάροδο του χρόνου. Μελέτες που χρησιμοποίησαν μη προοδευτική άσκηση ή άσκηση χωρίς αντίσταση ήταν επιλέξιμες μόνο εάν δήλωναν ρητά ότι το φορτίο δεν εφαρμόστηκε ή δεν προχώρησε ή και τα δύο.

Τα κύρια μέτρα έκβασης που αξιολογήθηκαν ήταν τα επίπεδα σύνθετου πόνου και λειτουργικότητας με βάση τη κλίμακα SPADI, το επίπεδο αναπηρίας ώμου με το ερωτηματολόγιο Croft, τη βαθμολογία Constant-Murley αλλά και λοιπά ερωτηματολόγια. Τα δευτερεύοντα μέτρα έκβασης που αξιολογήθηκαν ήταν τα επίπεδα συνολικού πόνου, τα επίπεδα πόνου κατά τη δραστηριότητα και τα επίπεδα πόνου σε ηρεμία με την κλίμακα VAS. Οι χρόνοι των αποτελεσμάτων ομαδοποιήθηκαν σε έως 6 εβδομάδες για να προσδιοριστούν οι βραχυπρόθεσμες επιδράσεις, σε μεγαλύτερες από 6 εβδομάδες έως 6 μήνες για να προσδιοριστούν οι μεσαίες επιδράσεις και μεγαλύτερες από 6 μήνες για να αξιολογηθούν οι μακροπρόθεσμες επιδράσεις των παρεμβάσεων άσκησης.

Τα αποτελέσματα μεταξύ προοδευτικής άσκησης και άσκησης αντίστασης έναντι εικονικού φαρμάκου ή μη θεραπείας έδειξαν υπεροχή με κλινικό όφελος χαμηλής βεβαιότητας τόσο στα επίπεδα πόνου όσο και στα επίπεδα λειτουργικότητας σε διάστημα >6 εβδομάδων έως 6 μήνες. Η μη προοδευτική άσκηση ή άσκηση χωρίς αντίσταση που συγκρίθηκε με εικονικό φάρμακο και καμία θεραπεία δεν έδειξε κανένα όφελος στα επίπεδα πόνου και λειτουργικότητας.

Επίδραση αερόβιας άσκησης υψηλής έντασης (HIIT) σε ασθενείς με σύνδρομο πρόσκρουσης

Στην έρευνα των Berg et al., 2020, έλαβαν μέρος 21 ασθενείς σύνδρομο πρόσκρουσης. Τα κριτήρια εισαγωγής περιλάμβαναν ασθενείς 18 έως 70 ετών με πόνο >3 μηνών, φυσιολογικό παθητικό εύρος κίνησης, τουλάχιστον δύο από τις τέσσερις δοκιμασίες θετικές (Επώδυνο τόξο, δοκιμασία Hawkins, σημάδι Neers, δοκιμή Yokum).

Κριτήρια αποκλεισμού ήταν η πλήρης ρήξη στροφικού πετάλου, αστάθεια γληνοβραχιόνιας άρθρωσης, προηγούμενη ή προγραμματισμένη χειρουργική επέμβαση προσβεβλημένου ώμου, ρευματοειδής αρθρίτιδα ή οστεοαρθρίτιδα, άλλο μυοσκελετικό πρόβλημα, ασταθής καρδιακή νόσος, σοβαρή σωματική ή ψυχική νόσος, ένεση κορτικοστεροειδούς τον τελευταίο μήνα, εγκυμοσύνη, αλλεργίες που σχετίζονται με σκιαγραφικό υγρό, αδυναμία παροχής ενημερωμένης συναίνεσης ή έλλειψη ικανότητας ολοκλήρωσης της παρέμβασης.

Οι ασθενείς ταξινομήθηκαν τυχαία σε 2 ομάδες στην ομάδα παρέμβασης (n=13) και στην ομάδα ελέγχου (n=8). Η ομάδα παρέμβασης έλαβε θεραπεία αερόβιας άσκησης υψηλής

έντασης απαγωγής-προσαγωγής σε συνδυασμό με ασκησιολόγιο σπιτιού που περιείχε εξατομικευμένες ασκήσεις σταθεροποίησης ωμοπλάτης, στροφικού πετάλου και ασκήσεις εύρους κίνησης. Η συνολική διάρκεια των ασκήσεων ανήλθε στις 8 εβδομάδες.

Οι ασκήσεις σπιτιού πραγματοποιήθηκαν και από τις 2 ομάδες καθημερινά ενώ η ομάδα παρέμβασης έλαβε επιπλέον άσκηση HIIT 3 φορές την εβδομάδα. Η άσκηση HIIT πραγματοποιήθηκε με την ίδια ένταση και συχνότητα με την δοκιμή (TTE) με φορτίο εργασίας που αντιστοιχεί στο 80% του WRmax.

Τα μέτρα έκβασης που αξιολογήθηκαν ήταν τα επίπεδα αιματικής ροής του τένοντα, τα επίπεδα πόνου και λειτουργικότητας και τα επίπεδα αντοχής του ώμου. Για να αξιολογηθεί η ικανότητα αντοχής των 2 ομάδων, οι ασθενείς πριν την έναρξη της μελέτης και μετά το πέρας των 8 εβδομάδων πραγματοποίησαν μια δοκιμή χρόνου-εξάντλησης (TTE) με αυξανόμενο φορτίο εργασίας. Κατά τη διάρκεια της δοκιμής TTE, οι ασθενείς από όρθια θέση πραγματοποίησαν απαγωγή και προσαγωγή του βραχιονίου από 0° έως 90° και πίσω στις 0°, περίπου 30° μπροστά στο μετωπιαίο επίπεδο (ωμοπλάτιο επίπεδο), με τον αντίχειρα να δείχνει προς τα πάνω.

Μία επανάληψη γινόταν κάθε 2 δευτερόλεπτα, καθοδηγούμενη από έναν μετρονόμο ρυθμισμένο στα 0,5 Hz. Το βάρος αυξάνονταν από κίνηση χωρίς φορτίο κατά 250 g ανά λεπτό μέχρι οι ασθενείς να αποτύχουν να διατηρήσουν το ρυθμό της κίνησής τους ή αν εμφάνιζαν αύξηση πόνου > 5 στη κλίμακα VAS.

Για να αξιολογηθεί η αιμάτωση του τένοντα στις 2 ομάδες, πραγματοποιήθηκε καταγραφή εικόνας του τένοντα υπερακανθίου πριν και μετά τη μελέτη με τη βοήθεια χρήσης υπέρηχου και ενδοφλέβιας έγχυσης σκιαγραφικού υπέρηχου. Αμέσως μετά την ένεση, οι ασθενείς πραγματοποίησαν 3 λεπτά άσκησης με την ίδια κίνηση όπως στη δοκιμασία TTE με φορτίο εργασίας που αντιστοιχεί στο 80% του αντίστοιχου WRmax πριν από τη δοκιμή.

Η διαδικασία αυτή χρησιμοποιήθηκε για την αύξηση του σήματος από τα τριχοειδή αγγεία και τη βελτίωση της ευκρίνειας της μικροκυκλοφορίας του τένοντα. Τα επίπεδα πόνου αξιολογήθηκαν με το ερωτηματολόγιο SPADI και τα επίπεδα πόνου με το ερωτηματολόγιο NPA. Τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση των επιπέδων αντοχής μέσω της δοκιμής (TTE) κατά

μέσο όρο 233 δευτερολέπτων περισσότερο στην ομάδα παρέμβασης σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Το WRmax αυξήθηκε κατά μέσο όρο 964 g περισσότερο στην ομάδα παρέμβασης σε σχέση με την ομάδα ελέγχου.

Η ομάδα παρέμβασης εμφάνισε αύξηση της αιματικής ροής του τένοντα ενώ η ομάδα ελέγχου δεν εμφάνισε σημαντικές αλλαγές. Τέλος η κλίμακα SPADI έδειξε βελτίωση των επιπέδων λειτουργικότητας κατά μέσο όρο 22 μονάδων παραπάνω στην ομάδα παρέμβασης σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Η κλίμακα NPA έδειξε βελτίωση και στις 2 ομάδες στα επίπεδα πόνου ωστόσο η ομάδα παρέμβασης έδειξε μεγαλύτερη βελτίωση στα επίπεδα χειρότερου πόνου καθώς και στα επίπεδα πόνου κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας (TTE) σε σχέση με την ομάδα ελέγχου.

Πίνακας 5

Συγγραφείς/Χρονολογία	Είδος Έρευνας	Ασθενείς	Παρέμβαση	Μέτρα Έκβασης	Αποτελέσματα
Littlewood et al.,2015	Συστηματική Ανασκόπηση	Ασθενείς ηλικίας 26-63 ετών με ΜΟ ηλικίας τα 50 έτη με διαγνωσμένη τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου.	Οποιοδήποτε είδος ενεργής θεραπευτικής άσκησης	Επίπεδα πόνου και λειτουργικότητας με κλίμακα SPADI,Γεωγραφική θέση, ένταση,επίπεδα συχνότητας,επίπεδα επαναλήψεων.	Θεραπευτική άσκηση με τρία σετ άσκησης είναι προτιμότερα από δύο ή ένα σετ ενώ δεν είναι σαφές εάν ο πόνος πρέπει να προκαλείται ή να αποφεύγεται κατά τη διάρκεια άσκησης.Η βέλτιστη συχνότητα είναι άγνωστη. Η γεωγραφική θέση δεν επηρεάζει την έκβαση θεραπείας.
Ingwersen et al.,2017	Τυχαιοποιημένη Κλινική Δοκιμασία	Ασθενείς(n=100) ηλικίας 18 έως 65 ετών. Κριτήρια εισαγωγής: Επαληθευμένη τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου μέσω υπερήχου και κλινικών τεστ,διάρκεια των συμπτωμάτων τουλάχιστον 3 μηνών. Κριτήρια αποκλεισμού: Ασθενείς με έντονο πόνο ηρεμίας >40 στην κλίμακα VAS,ασθενείς με πλήρη ρήξη στροφικού πετάλου,ασθενείς που έλαβαν ένεση κορτιζόνης σε διάστημα έως 6 εβδομάδων πριν την κλινική μελέτη καθώς και διαγνώσεις πλέον της τενοντοπάθειας στροφικού πετάλου.	Ομάδα Παρέμβασης(PHLE): Ασκήσεις για σταθεροποιούς μύες της ωμοπλάτης, ασκήσεις για μύες του στροφικού πετάλου, ασκήσεις κινητικότητας για το πέταλο και ωμοπλατοθωρακικό σύμπλεγμα από 15 Rm 1η-6η εβδομάδα σε 6 Rm την 9η έως την 12η εβδομάδα Ομάδα Ελέγχου(LLE): Ίδιο πρόγραμμα με ομάδα παρέμβασης σε 20 έως 25 RM για όλες τις βδομάδες.	Πρωταρχικές δραστηριότητες της καθημερινής ζωής με κλίμακα DASH στην αρχή της μελέτης και την 12η εβδομάδα. Επίπεδα πόνου σε ηρεμία, σε δραστηριότητα πόνος τη νύχτα,μέγιστα επίπεδα πόνου προηγούμενες 24 ώρες(1η,4η,6η και εβδομάδα),μέγιστη ισομετρική σύσπαση,ενεργητική και παθητική κάμψη(1η,4η,6η και 9η εβδομάδα).	Δεν υπήρξε κανένα στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα στα μέτρα έκβασης

Malliaras et al.,2020	Συστηματική ανασκόπηση	<p>Ασθενείς ηλικίας 16 ετών και άνω με ΜΟ ηλικίας 46-55 ετών με διαγνωσμένη τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου.</p> <p>Κριτήρια αποκλεισμού: Μελέτες με ασθενείς με διάγνωση πλήρους ρήξης στροφικού πετάλου, αστάθεια ώμου, σημαντικό τραύμα ώμου, προηγούμενη χειρουργική επέμβαση ώμου, οστεοαρθρίτιδα-ώμου,ημυπληγία,κατάσταση μυοπεριτονιακού πόνου αυχένα/ώμου/βραχίονα, υποψία έντονου αναφερόμενου πόνου στην αυχενική μοίρα της σπονδυλικής στήλης ή συστηματική φλεγμονώδη κατάσταση.</p>	Σύγκριση υψηλότερης έναντι χαμηλότερης δόσης άσκησης	<p>Επίπεδα πόνου με την κλίμακα SPADI,Επίπεδα αναπηρίας με κλίμακα Croft Shoulder.</p> <p>Επίπεδα λειτουργικότητας με κλίμακα Constant-Murley.</p> <p>Προσδιορίστηκαν οι βραχυπρόθεσμες (6 εβδομάδες), οι μεσαίες (6 εβδομάδες-3 μήνες) και οι πιο μακροπρόθεσμες (> 3 μήνες) επιδράσεις των παρεμβάσεων</p>	<p>Η άσκηση με υψηλότερο φορτίο και μεγαλύτερο όγκο μπορεί να οδηγήσει σε κλινικά σημαντικό όφελος στα επίπεδα λειτουργικότητας,αλλά όχι στα επίπεδα νυχτερινού πόνου στις 6 εβδομάδες έως 3 μήνες.</p> <p>Δεν υπήρχε διαφορά μεταξύ ασκήσεων υψηλού ή χαμηλού όγκου έως τις 6 εβδομάδες.</p>
Clausen et al.,2021	Διπλή τυφλή τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμασία	<p>Ασθενείς(n=200) ηλικίας 18 με 65 ετών με τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου.</p> <p>Κριτήρια εισαγωγής: Ασθενείς με έγκυρη διάγνωση τενοντοπάθειας στροφικού πετάλου τουλάχιστον 3 μηνών.</p> <p>Κριτήρια αποκλεισμού: Ασθενείς με αμφιλεγόμενη διάγνωση στροφικού πετάλου <3 τεστ θετικά,παθήσεις ώμου εκτός από την τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου, παρουσία κατάγματος,πλήρης ρήξη του στροφικού πετάλου,παγωμένος ώμος,αστάθεια ώμου και φλεγμονώδεις νόσοι.</p>	<p>ΟμάδαΑ:Πρόγραμμα αποκατάστασης σπιτιού ενδυνάμωσης στροφικού πετάλου με διπλάσια δόση άσκησης σε σχέση με την ομάδα Β.</p> <p>ΟμάδαΒ: Πρόγραμμα αποκατάστασης σπιτιού ενδυνάμωσης στροφικού πετάλου.</p>	<p>Επίπεδα πόνου και λειτουργικότητας με κλίμακα SPADI,επίπεδα μυϊκής δύναμης απαγωγής και έξω στροφής, επίπεδα πόνου κλίμακα 11ερωτήσεων,επίπεδα ποιότητας ζωής και πόνου με το ερωτηματολόγιο (EQ-5D-3L), επίπεδα αποτελεσματικότητας της θεραπείας κατά την υποκειμενική άποψη του ασθενή με ερωτηματολόγιο PASS.</p> <p>Αξιολόγηση μέτρων έκβασης πριν την έρευνα, την 5η εβδομάδα,10η εβδομάδα,4 μήνες</p>	<p>Δεν υπήρχαν καθόλου σημαντικές ή κλινικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων για κάθε αποτέλεσμα.</p> <p>Στους 4 μήνες μόνο το 54% της ομάδας παρέμβασης και το 48% της ομάδας ελέγχου κατάφεραν να πετύχουν στην αξιολόγηση PASS.</p>
Naunton et al.,2020	Συστηματική ανασκόπηση	<p>Ασθενείς 16 ετών και άνω με τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου.Κριτήρια εισαγωγής: Διάγνωση τενοντοπάθειας στροφικού πετάλου με διαγνωστικά τεστ.</p> <p>Κριτήρια αποκλεισμού :Ασθενείς με πλήρη ρήξη στροφικούπετάλου,αστάθεια ώμου,προηγούμενη χειρουργική επέμβαση ώμου,οστεοαρθρίτιδα, νευρολογικά προβλήματα,υποψία αναφερόμενου πόνου στην αυχενική μοίρα της σπονδυλικής στήλης και παρουσία συστηματικής φλεγμονώδους κατάστασης.</p>	<p>Ομάδα Α: Προοδευτική άσκηση και άσκηση αντίστασης έναντι εικονικού φαρμάκου ή μη θεραπείας</p> <p>Ομάδα Β:Μη προοδευτική άσκηση ή άσκηση χωρίς αντίσταση έναντι εικονικού φαρμάκου ή μη θεραπείας</p>	<p>Κύρια μέτρα έκβασης: Επίπεδα σύνθετου πόνου και λειτουργικότητας με κλίμακα SPADI,επίπεδο αναπηρίας ώμου με τα ερωτηματολόγια Croft, Constant-Murley αλλά λουπά ερωτηματολόγια.</p> <p>Δευτερεύοντα μέτρα έκβασης: Επίπεδα συνολικού πόνου, επίπεδα πόνου κατά τη δραστηριότητα και τα επίπεδα πόνου σε ηρεμία με την κλίμακα VAS.</p>	<p>Υπεροχή της ομάδας Α με χαμηλή βεβαιότητα τόσο στα επίπεδα πόνου όσο και στα επίπεδα λειτουργικότητας σε διάστημα >6 εβδομάδων έως 6 μήνες.</p> <p>Κανένα όφελος της ομάδας Β.</p>

				Τα μέτρα έκβασης αξιολογήθηκαν έως 6 εβδομάδες, προσδιορισμό βραχυπρόθεσμων επιδράσεων, σε >6 εβδομάδες έως 6 μήνες για προσδιορισμό μεσαίων επιδράσεων και > 6 μήνες αξιολόγηση μακροπρόθεσμων επιδράσεων.	
Berg et al.,2020	Τυχαιοποιημένη Κλινική Δοκιμασία	<p>Ασθενείς(n=21) 18 έως 70 ετών με τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου</p> <p>Κριτήρια εισαγωγής:Πόνος >3 μηνών, φυσιολογικό παθητικό εύρος κίνησης, τουλάχιστον δύο από τις τέσσερις δοκιμασίες θετικές (Επώδυνο τόξο, δοκιμασία Hawkins, σημάδι Neers, δοκιμή Yorum).</p> <p>Κριτήρια αποκλεισμού: Πλήρης ρήξη στροφικού πετάλου, αστάθεια γληνοβραχιόνιας άρθρωσης, προηγούμενη ή προγραμματισμένη χειρουργική επέμβαση προσβεβλημένου ώμου, ρευματοειδής αρθρίτιδα ή οστεοαρθρίτιδα, άλλο μυοσκελετικό πρόβλημα, ασταθής καρδιακή νόσος, σοβαρή σωματική ή ψυχική νόσος, ένεση κορτικοστεροειδούς τον τελευταίο μήνα, εγκυμοσύνη, αλλεργίες που σχετίζονται με σκιαγραφικό υγρό, αδυναμία παροχής ενημερωμένης συναίνεσης ή έλλειψη ικανότητας ολοκλήρωσης της παρέμβασης.</p>	<p>Ομάδα Α:Θεραπεία ΗΙIT σε συνδυασμό με ασκησιολόγιο σπιτιού</p> <p>Ομάδα Β: Ασκησιολόγιο σπιτιού</p>	<p>Μέτρα έκβασης: Επίπεδα αιματικής ροής του τένοντα,επίπεδα πόνου με κλίμακα NPA και λειτουργικότητας με κλίμακα SPADI,επίπεδα αντοχής του ώμου και επίπεδα φορτίου εργασίας(WR max).</p> <p>Τα μέτρα έκβασης αξιολογήθηκαν πριν έναρξη της μελέτης και μετά από 8 εβδομάδες</p>	<p>Αύξηση των επιπέδων αντοχής του τένοντα στην ομάδα Α κατά 233 δευτερόλεπτα σε σχέση με την ομάδα Β.</p> <p>Αύξηση του WRmax κατά μέσο όρο 964g περισσότερο στην ομάδα Α σε σχέση με την ομάδα Β.</p> <p>Αύξηση αιματική ροής στην ομάδα Α ενώ η ομάδα Β δεν έδειξε σημαντικές αλλαγές.</p> <p>Βελτίωση επιπέδων λειτουργικότητας με κλίμακα SPADI κατά 22 μονάδες παραπάνω στην ομάδα Α σε σχέση με την ομάδα Β.</p> <p>Βελτίωση επιπέδων πόνου με κλίμακα NPA και στις 2 ομάδες.Η ομάδα Α έδειξε μεγαλύτερη βελτίωση στα επίπεδα χειρότερου πόνου και στα επίπεδα πόνου κατά τη διάρκεια δοκιμασίας(TTE) σε σχέση με την ομάδα Β.</p>

7. Συζήτηση

Η θεραπευτική άσκηση αποτελεί την πιο αποτελεσματική συντηρητική παρέμβαση και η συνταγογράφηση της σωστή δόσης άσκησης την βασικότερη παράμετρο για την αποκατάσταση των τενόντιων παθήσεων. Ο τένοντας απαιτεί προοδευτική φόρτιση για την σωστή επαναπροσαρμογή του η οποία εξατομικεύεται ανάλογα με τον ασθενή. Η παρούσα μελέτη έδειξε πως η θεραπευτική άσκηση με προοδευτική φόρτιση και όγκο επιφέρει επίτευξη μεγαλύτερων κλινικά σημαντικών αποτελεσμάτων στα επίπεδα πόνου και λειτουργικότητας σε διάστημα 6 εβδομάδων έως 6 μηνών (Littlewood et al., 2015, Malliaras et al., 2020).

Η συστηματική ανασκόπηση των Littlewood et al., 2015 έδειξε πως ένα πρόγραμμα άσκησης που περιέχει 3 σετ παρέχει μεγαλύτερο κλινικό όφελος στα επίπεδα πόνου και λειτουργικότητας σε σχέση ένα πρόγραμμα άσκησης που περιέχει 1 ή 2 σετ. Τα σημαντικότερα κλινικά αποτελέσματα παρατηρήθηκαν σε προγράμματα ασκήσεων που είχαν διάρκεια μεγαλύτερη ή ίση των 12 εβδομάδων.

Παρόμοια αποτελέσματα έδειξαν και οι Malliaras et al., 2020 αφού η άσκηση υψηλότερου φορτίου και μεγαλύτερου όγκου οδήγησε σε κλινικά σημαντικότερο όφελος σε σχέση με την άσκηση χαμηλότερου φορτίου και όγκου στα επίπεδα λειτουργικότητας, σε διάστημα 6 εβδομάδων έως 3 μηνών.

Επίσης οι Naunton et al., 2020, συμπλήρωσαν τα παραπάνω ευρήματα αφού έδειξαν πως η προοδευτική άσκηση και αντίσταση παρείχε βελτίωση στα επίπεδα σύνθετου πόνου και της λειτουργικότητας, στα συνολικά αποτελέσματα πόνου, σε πόνο με δραστηριότητα και σε πόνο ηρεμίας. Αντιθέτως η μη προοδευτική άσκηση ή άσκηση χωρίς αντίσταση σε σύγκριση με εικονικό φάρμακο ή καμία θεραπεία δεν έδειξε κανένα όφελος στα επίπεδα πόνου και λειτουργικότητας.

Η έρευνα των Ingwersen et al., 2017, συνέκρινε την αποτελεσματικότητα των ασκήσεων προοδευτικού φορτίου από 15 RM μεταξύ της 1^{ης} και 6^{ης} εβδομάδας σε 6 RM από την 9^η έως την 12^η εβδομάδα σε σχέση με τις ασκήσεις με σταθερό φορτίο (20 – 25 RM) για όλες τις

εβδομάδες. Αν και δεν παρατηρήθηκε υπεροχή των 2 ομάδων στα βασικά μέτρα έκβασης, η ομάδα που έλαβε ασκησιολόγιο με προοδευτική φόρτιση παρουσίασε μεγαλύτερα σημάδια νεοαγγείωσης καθώς και μεγαλύτερη μείωση πάχους τένοντα σε σχέση με την ομάδα που έλαβε άσκηση σταθερού φορτίου .

Αντιθέτως οι Clausen et al.,2021 δεν έδειξαν υπεροχή της συνταγογράφησης διπλάσιας δόσης θεραπευτικής άσκησης στα επίπεδα πόνου και λειτουργικότητας. Η έρευνα αυτή έρχεται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα των Littlewood et al.,2015 και Malliaras et al.,2020 ωστόσο δεν μπορούμε να γνωρίζουμε εάν τα αποτελέσματα αυτά οφείλονται σε αναποτελεσματικότητα της άσκησης ή σε ψυχολογικούς παράγοντες οι οποίοι επηρέασαν το αποτέλεσμα.

Οι Auliffe et al.,2021 οι οποίοι εξέτασαν τις παρεμβάσεις κλινικών μελετών για διαφορετικές τενοντοπάθειες διαπίστωσαν πως μεταβλητές που συνδέονται σε μεγάλο βαθμό με τις τενοντοπάθειες όπως το επίπεδο φυσικής δραστηριότητας, οι ψυχολογικοί παράγοντες, η φαρμακευτική αγωγή κατά την έναρξη, η συνοσυρότητα και το βιοψυχοκοινωνικό μοντέλο αναφέρθηκαν ελάχιστα ή καθόλου στις μελέτες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνεται το επίπεδο μεροληψίας και τα αποτελέσματα παρεμβάσεων να μην αντικατοπτρίζουν την πραγματικότητα. Έτσι σε μελλοντικές μελέτες θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή όχι μόνο στα βασικά χαρακτηριστικά των ασθενών όπως ηλικία, φύλο αλλά και στα επίπεδα γενικής υγείας.

Αξίζει να αναφερθεί πως σε ορισμένες μελέτες εφαρμόστηκε πρόγραμμα θεραπευτικής άσκησης χωρίς παρέμβαση και επίβλεψη φυσικοθεραπευτή (Berg et al.,2020, Clausen et al.,2021). Στην έρευνα των Naunton et al.,2020, σε τρεις (75%) από τις δοκιμασίες προοδευτικής φόρτισης και αντίστασης εφαρμόστηκε εποπτευόμενη θεραπευτική άσκηση σε σχέση με τις δοκιμασίες μη προοδευτικής φόρτισης και αντίστασης όπου η εποπτευόμενη θεραπευτική άσκηση εφαρμόστηκε μόνο σε μία (25%) από αυτές. Επιπλέον, σε τρεις δοκιμασίες (75%) η προοδευτική άσκηση και άσκηση με αντίσταση συγκρίθηκε ψεύτικη θεραπεία, ενώ όλες οι δοκιμασίες μη προοδευτικής άσκησης και αντίστασης συγκρίθηκαν με εικονικό φάρμακο.

Αν και η συστηματική ανασκόπηση και μετά-ανάλυση των Longo et al.,2020 έδειξαν πως δεν υπάρχουν διαφορές στην αποτελεσματικότητα της άσκησης με ή χωρίς επίβλεψη, δεν μπορούμε να γνωρίζουμε κατά πόσο οι ασθενείς τήρησαν το πρωτόκολλο άσκησης με ευλάβεια σε όλη τη πορεία της κλινικής μελέτης με αποτέλεσμα να υπάρχει το ενδεχόμενο προκατάληψης και λανθασμένων κλινικών αποτελεσμάτων.Το ίδιο ενδεχομένως να ισχύει και στις περιπτώσεις που η ομάδα ελέγχου περιλαμβάνει διαφορετικές θεραπευτικές παρεμβάσεις.

Επιπλέον σε ορισμένες μελέτες παρατηρήθηκε μεγάλος βαθμός ετερογένειας(Naunton et al.,2020).Αυτό οφείλεται στο γεγονός πως ενώ στις έρευνες η θεραπευτική άσκηση ταξινομήθηκε ανάλογα με το είδος φόρτισης και όγκου άσκησης οι παράμετροι συμμόρφωσης και δόσης άσκησης αναφέρθηκαν ελάχιστα(Naunton et al.,2020,Malliaras et al.,2020).

Οι κλινικές δοκιμασίες είχαν διαφορετική διάρκεια μεταξύ τους, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει τα αποτελέσματα των ερευνών. Οι Littlewood et al.,2020 διαπίστωσαν πως ένα πρόγραμμα αποκατάστασης πρέπει να έχει διάρκεια τουλάχιστον 12 εβδομάδων ώστε να αποδειχθεί η αποτελεσματικότητα της θεραπευτικής παρέμβασης ενώ οι μελέτες με διάρκεια μεγαλύτερη των 12 εβδομάδων έδειξαν μεγαλύτερα κλινικά οφέλη της θεραπευτικής άσκησης.

Ένα επιπλέον έλλειμα που παρατηρείται στις παρούσες έρευνες είναι πως τα προγράμματα αποκατάστασης δεν έχουν περιγραφεί με απόλυτη λεπτομέρεια.Ο τένοντας απαιτεί την κατάλληλη προοδευτική φόρτιση, συχνότητα και όγκο θεραπευτικής άσκησης για τη σωστή αποκατάσταση και προσαρμογή.Εάν η θεραπευτική άσκηση περιλαμβάνει μεγαλύτερη από την απαιτούμενη φόρτιση τότε ο τένοντας θα υποστεί ακόμη μεγαλύτερο εκφυλισμό που θα οδηγήσει σε μεγαλύτερο τραυματισμό αντί για επούλωση.Ενώ εφαρμόστηκαν ασκήσεις με διαφορετικά είδη φόρτισης,οι παράμετροι αύξησης δόσης αναφέρθηκαν ελάχιστα ή καθόλου(Littlewood et al.,2015,Ingwersen et al.,2017,Malliaras et al.,2020, Naunton et al.,2020, Clausen et al.,2021).Στην έρευνα των Naunton et al.,2020 η προοδευτική φόρτιση εφαρμόστηκε με βάση την εμφάνιση πόνου κατά την φόρτιση μέσω της κλίμακας VAS(αύξηση φόρτισης εάν πόνος <5 στη κλίμακα VAS) είτε με βάση τα επίπεδα κόπωσης.Οι

Malliaras et al.,2020 δεν ανέφεραν συγκεκριμένη ένταση ή απόλυτο φορτίο κατά την εφαρμογή άσκησης. Αντιθέτως οι κλινικές δοκιμές χρησιμοποίησαν σταθερό και όχι προοδευτικό όγκο ο οποίος ήταν 5 φορές μεγαλύτερος στις ασκήσεις υψηλής έντασης σε σχέση με τις ασκήσεις χαμηλής έντασης.

Στις περισσότερες μελέτες περιγράφονται ελλιπώς οι παράμετροι άσκησης, όπως τα επίπεδα του πόνου κατά τη φόρτιση, η τήρηση της άσκησης, η ανάπαυση μεταξύ των σετ και ο ρυθμός άσκησης(Ingwensen et al.,2017,Malliaras et al.,2020, Naunton et al.,2020).Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην μπορεί να προσδιοριστεί η ακριβής δόση και ο κατάλληλος όγκος απόκρισης στην άσκηση.

Καθώς η συμμόρφωση δεν αναφέρθηκε λεπτομερώς είναι αδύνατον να προσδιοριστεί με βεβαιότητα εάν τα κλινικά αποτελέσματα οφείλονται μόνο στη προοδευτική άσκηση ή σε άλλους παράγοντες. Για παράδειγμα, η χορήγηση άδειας σε έναν ασθενή να εκτελέσει προοδευτικά φορτισμένη άσκηση ή η ξεκούραση μεταξύ των σετ άσκησης μπορούν να μειώσουν τον φόβο, να βελτιώσουν τα επίπεδα ψυχολογίας συμβάλλοντας στην επίτευξη ενός μεγαλύτερου θεραπευτικού αποτελέσματος.

Ακόμη, ένας σημαντικό ζήτημα είναι η έλλειψη ερευνών που να πληρούν τα κατάλληλα κριτήρια επιλογής.Η έλλειψη ολοκληρωμένων κλινικών ερευνών είναι ένας αρνητικός παράγοντας που οδηγεί σε παρερμηνευση των κλινικών αποτελεσμάτων.Στην έρευνα των Malliaras et al.,2020 μόνο 3 μελέτες πληρούσαν απόλυτα τα κριτήρια επιλογής. Το ίδιο παρατηρήθηκε και στην έρευνα των Naunton et al.,2020 καθώς μόνο επτά δοκιμές και οκτώ συγκρίσεις πληρούσαν τα κριτήρια εισαγωγής.

Τέλος αξίζει να αναφερθεί η αποτελεσματικότητα της αερόβιας άσκησης υψηλής έντασης(HIIT). Στην έρευνα των Berg et al.,2020, η άσκηση HIIT ήταν ανώτερη στα επίπεδα αντοχής του ώμου, του πόνου,της λειτουργικότητας αλλά και στη μικροκυκλοφορία του τένοντα.Μέσα από την αερόβια άσκηση υψηλής έντασης παρατηρείται αύξηση της μυϊκής δύναμης των μυών της ωμικής ζώνης,ενίσχυση αντοχής στον ισχαιμικό πόνο.Μελέτες έχουν δείξει πως εξαντλητική HIIT αυξάνει τα επίπεδα του πόνου συνεπώς και σε αυτή την περίπτωση απαιτείται σωστή δοσολογία αλλά σωστές παύσεις μεταξύ των σετ.Η ανάπαυση

μεταξύ των σερ σε άσκηση ΗΙΙΤ, προάγει την απομάκρυνση του γαλακτικού οξέος ενώ αναστέλλει την εξάντληση των ασθενών.

Επιπροσθέτως μέσα από προηγούμενες μελέτες έχει παρατηρηθεί πως η άσκηση ΗΙΙΤ μειώνει τα επίπεδα του πόνου, οδηγεί σε βελτίωση της λειτουργικής αναπηρίας, μειώνει τα επίπεδα του φόβου ενώ συμβάλει και στη βελτίωση της ψυχολογικής κατάστασης των ασθενών τόσο σε θεραπευτικό όσο και στα επίπεδα της καθημερινότητας. Στη παρούσα μελέτη η άσκηση ΗΙΙΤ φάνηκε να αποτελεί μία πολύ αποτελεσματική συμπληρωματική άσκηση επιφέροντας γρηγορότερη αποκατάσταση σε ασθενείς με τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου ενώ φάνηκε ανώτερη σε σχέση με την τυπική θεραπευτική άσκηση. Αξίζει να σημειωθεί πως η ομάδα που έλαβε άσκηση ΗΙΙΤ σε συνδυασμό με πρόγραμμα σπιτιού ενδυνάμωσης στροφικού πετάλου έδειξε βελτίωση στο WRmax σχεδόν 7 φορές περισσότερο σε σχέση με την ομάδα που έλαβε θεραπεία μόνο με πρόγραμμα σπιτιού, μεγαλύτερη βελτίωση στην αντοχή του τένοντα καθώς και βελτίωση της μικροκυκλοφορίας αίματος στη περιοχή του τένοντα εύρημα που η ομάδα που έλαβε μόνο πρόγραμμα σπιτιού δεν εμφάνισε.

Από τα παραπάνω δεδομένα φαίνεται πως η αερόβια άσκηση υψηλής έντασης βελτιώνει την ικανότητα αιματικής ροής στον τένοντα σε αντίθεση με τη συμβατική θεραπεία. Επιπλέον η παρούσα μελέτη έδειξε συσχέτιση μεταξύ αιμάτωσης και επιπέδων πόνου καθώς και μια σχέση μεταξύ της σοβαρότητας της τενοντοπάθειας και της τενόντιας ροής αίματος υποδεικνύοντας την αυξημένη μικροκυκλοφορία του τένοντα και τη διαθεσιμότητα οξυγόνου ως πιθανό μηχανισμό για τις λειτουργικές βελτιώσεις και τη μείωση του πόνου. Έτσι, το ΗΙΙΤ μπορεί να θεωρηθεί μια ισχυρή και αξιόπιστη θεραπευτική προσέγγιση για τη μείωση του πόνου, τη βελτίωση της λειτουργικότητας σε ασθενείς με τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου. Είναι πιθανό ότι παρόμοια αποτελέσματα μπορούν να επιτευχθούν με την ενσωμάτωση του ΗΙΙΤ σε ένα πρόγραμμα εκτέλεσης για το σπίτι. Το ΗΙΙΤ δεν απαιτεί ιδιαίτερο χρόνο και πόρους με αποτέλεσμα να μπορεί να εκτελεστεί εκτός κλινικού περιβάλλοντος. Βέβαια, ο ασθενής θα πρέπει να εκπαιδευτεί κατάλληλα για τη σωστή εκτέλεση της άσκησης και να γνωρίζει τις προσαρμογές πόνου-φόρτισης για την αποφυγή επιδείνωσης των συμπτωμάτων.

Συνοψίζοντας, από τις παραπάνω μελέτες της ανασκόπησης φαίνεται πως η άσκηση με προοδευτική αύξηση φορτίου, όγκου και αντίστασης οδηγεί σε καλύτερα κλινικά αποτελέσματα στα επίπεδα πόνου και λειτουργικότητας σε διάστημα από 6 εβδομάδες έως και 6 μήνες. Ωστόσο τα προγράμματα άσκησης δεν περιεγράφηκαν πλήρως. Σημαντικά χαρακτηριστικά όπως ο πόνος κατά τη φόρτιση, η τήρηση της άσκησης, η ανάπαυση μεταξύ των σετ ασκήσεων και ο ρυθμός άσκησης αναφέρθηκαν ελάχιστα ή καθόλου. Αυτός ο περιορισμός είναι σημαντικός επειδή οι κλινικοί θεραπευτές δεν είναι σε θέση να εφαρμόσουν ένα πρόγραμμα άσκησης εάν τα χαρακτηριστικά της αναφέρονται ελλιπώς. Μέχρι στιγμής είναι άγνωστη η μέγιστη επανάληψη (RM) φόρτισης του τένοντα. Μελέτες υψηλής ποιότητας είναι απαραίτητες για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των παραμέτρων συνταγογράφησης άσκησης καθώς και για τον προσδιορισμό της κατάλληλης δόσης και όγκου της άσκησης τόσο στο οξύ όσο και στο χρόνιο στάδιο της τενοντοπάθειας. Η αερόβια άσκηση υψηλής έντασης (HIIT) είναι μια πολύ αποτελεσματική θεραπευτική παρέμβαση που μπορεί να πλαισιώσει ένα θεραπευτικό πλάνο τενοντοπάθειας στροφικού πετάλου. Ωστόσο, απαιτούνται μελλοντικές έρευνες για να επιβεβαιωθούν τα αποτελέσματα και οι μηχανισμοί αυτού του είδους άσκησης τόσο υπό επίβλεψη όσο και με την ενσωμάτωση σε ένα πρόγραμμα σπιτιού.

8. Συμπέρασμα

Η συνταγογράφηση θεραπευτικής άσκησης με προοδευτική αύξηση φορτίου, όγκου και αντίστασης οδηγεί σε καλύτερα κλινικά αποτελέσματα στα επίπεδα πόνου και λειτουργικότητας σε διάστημα από 6 εβδομάδες έως και 6 μήνες. Η προοδευτική αύξηση των παραμέτρων της άσκησης φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματική σε σχέση με μη προοδευτική άσκηση. Επιπροσθέτως ο μεγαλύτερος όγκος και ένταση συμβάλει στη μείωση πάχους του τένοντα και της νεοαγγείωσης. Αν και η προοδευτική άσκηση φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματική σε σχέση με την μη προοδευτική άσκηση, οι παράμετροι συμμόρφωσης και δόσης της άσκησης αναφέρθηκαν ελάχιστα ή καθόλου. Απαιτούνται μελλοντικές έρευνες υψηλής ποιότητας για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των παραμέτρων συνταγογράφησης άσκησης καθώς και για τον προσδιορισμό της κατάλληλης δόσης και όγκου της άσκησης τόσο στο οξύ όσο και στο χρόνιο στάδιο της τενοντοπάθειας. Τέλος η αερόβια άσκηση υψηλής έντασης (HIIT) αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη θεραπευτική

παρέμβαση η οποία συμβάλλει στην αύξηση ροής αίματος στη περιοχή του τένοντα και στην βελτίωση αντοχής του τένοντα σε σχέση με την συμβατική θεραπευτική άσκηση.

Βιβλιογραφία

1. Alqunaee, M., Galvin, R., & Fahey, T. (2012). Diagnostic accuracy of clinical tests for subacromial impingement syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 93(2), 229–236. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.08.035>
2. Andarawis-Puri, N., & Flatow, E. L. (2011). Tendon fatigue in response to mechanical loading. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions*, 11(2), 106–114.
3. Andarawis-Puri, N., Flatow, E. L., & Soslowsky, L. J. (2015). Tendon basic science: Development, repair, regeneration, and healing. *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society*, 33(6), 780–784. <https://doi.org/10.1002/jor.22869>
4. Auliffe, S. M., Korakakis, V., Hilfiker, R., Whiteley, R., & O'Sullivan, K. (2021). Participant characteristics are poorly reported in exercise trials in tendinopathy: A systematic review. *Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 48, 43–53. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.12.012>
5. Berg, O. K., Paulsberg, F., Brabant, C., Arabsolghar, K., Ronglan, S., Bjørnsen, N., Tørhaug, T., Granviken, F., Gismervik, S., & Hoff, J. (2021). High-Intensity Shoulder Abduction Exercise in Subacromial Pain Syndrome. *Medicine and science in sports and exercise*, 53(1), 1–9. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002436>
6. Bernard BP: *Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors. A Critical Review of Epidemiological Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper extremity, and Low Back*. 1997, Cincinnati, OH, US: National Institute of Occupational Safety and Health, 97-141

7. Bialosky, Joel E et al. "The mechanisms of manual therapy in the treatment of musculoskeletal pain: a comprehensive model." *Manual therapy* vol. 14,5 (2009): 531-8. doi:10.1016/j.math.2008.09.001
8. Bishop, J. Y., Santiago-Torres, J. E., Rimmke, N., & Flanigan, D. C. (2015). Smoking Predisposes to Rotator Cuff Pathology and Shoulder Dysfunction: A Systematic Review. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*, 31(8), 1598–1605. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2015.01.026>
9. Bjordal, J. M., Johnson, M. I., Iversen, V., Aimbire, F., & Lopes-Martins, R. A. (2006). Low-level laser therapy in acute pain: a systematic review of possible mechanisms of action and clinical effects in randomized placebo-controlled trials. *Photomedicine and laser surgery*, 24(2), 158–168. <https://doi.org/10.1089/pho.2006.24.158>
10. Boudreault, J., Desmeules, F., Roy, J. S., Dionne, C., Frémont, P., & Macdermid, J. C. (2014). The efficacy of oral non-steroidal anti-inflammatory drugs for rotator cuff tendinopathy: a systematic review and meta-analysis. *Journal of rehabilitation medicine*, 46(4), 294–306. <https://doi.org/10.2340/16501977-1800>
11. British Society for Matrix Biology – Autumn 2011 Meeting Report." *International Journal of Experimental Pathology* vol. 93,4 (2012): A1–A31. doi:10.1111/j.1365-2613.2012.00822.x
12. Buckle PW, Devereux JJ: The nature of work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders. *Appl Ergon.* 2002, 33(3): 207-217
13. Chisari, E., Rehak, L., Khan, W. S., & Maffulli, N. (2019). Tendon healing in presence of chronic low-level inflammation: a systematic review. *British medical bulletin*, 132(1), 97–116. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldz035>

14. Chiu, Y. H., Chang, K. V., Chen, I. J., Wu, W. T., & Özçakar, L. (2020). Utility of sonoelastography for the evaluation of rotator cuff tendon and pertinent disorders: a systematic review and meta-analysis. *European radiology*, 30(12), 6663–6672. <https://doi.org/10.1007/s00330-020-07059-2>
15. Cipollaro, L., Sahemey, R., Oliva, F., & Maffulli, N. (2019). Immunohistochemical features of rotator cuff tendinopathy. *British medical bulletin*, 130(1), 105–123. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldz016>
16. Clark, R. J., Marchessault, J., Sizer, P. S., Jr, & Slauterbeck, J. (2002). Isolated traumatic rupture of the subscapularis tendon. *The Journal of the American Board of Family Practice*, 15(4), 304–308.
17. Clausen MB, Nielsen MF, Merrild MB, Hölmich P, Thorborg K. High incidence of lost workdays in patients with subacromial impingement syndrome. *Dan Med J*. 2021 May 28;68(6):A07200496
18. Clausen, M. B., Hölmich, P., Rathleff, M., Bandholm, T., Christensen, K. B., Zebis, M. K., & Thorborg, K. (2021). Effectiveness of Adding a Large Dose of Shoulder Strengthening to Current Nonoperative Care for Subacromial Impingement: A Pragmatic, Double-Blind Randomized Controlled Trial (SExSI Trial). *The American journal of sports medicine*, 49(11), 3040–3049. <https://doi.org/10.1177/03635465211016008>
19. Connizzo, Brianne K et al. “Structure-function relationships of postnatal tendon development: a parallel to healing.” *Matrix biology : journal of the International Society for Matrix Biology* vol. 32,2 (2013): 106-16. doi:10.1016/j.matbio.2013.01.007
20. Coombes, B. K., Bisset, L., & Vicenzino, B. (2010). Efficacy and safety of corticosteroid injections and other injections for management of tendinopathy: a systematic review of randomised controlled trials. *Lancet (London, England)*, 376(9754), 1751–1767. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)61160-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61160-9)

21. Dabija, D. I., Gao, C., Edwards, T. L., Kuhn, J. E., & Jain, N. B. (2017). Genetic and familial predisposition to rotator cuff disease: a systematic review. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 26(6), 1103–1112. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2016.11.038>
22. Dean, B. J., Franklin, S. L., & Carr, A. J. (2013). The peripheral neuronal phenotype is important in the pathogenesis of painful human tendinopathy: a systematic review. *Clinical orthopaedics and related research*, 471(9), 3036–3046. <https://doi.org/10.1007/s11999-013-3010-y>
23. Desjardins-Charbonneau, A., Roy, J. S., Dionne, C. E., Frémont, P., MacDermid, J. C., & Desmeules, F. (2015). The efficacy of manual therapy for rotator cuff tendinopathy: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 45(5), 330–350. <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5455>
24. Desmeules, F., Boudreault, J., Roy, J. S., Dionne, C., Frémont, P., & MacDermid, J. C. (2015). The efficacy of therapeutic ultrasound for rotator cuff tendinopathy: A systematic review and meta-analysis. *Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 16(3), 276–284. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2014.09.004>
25. Färnqvist K, Pearson S, Malliaras P. Adaptation of Tendon Structure and Function in Tendinopathy With Exercise and Its Relationship to Clinical Outcome. *J Sport Rehabil*. 2020 Jan 1;29(1):107-115. doi: 10.1123/jsr.2018-0353. PMID: 30860421.
26. Gutiérrez-Espinoza, H., Araya-Quintanilla, F., Cereceda-Muriel, C., Álvarez-Bueno, C., Martínez-Vizcaíno, V., & Cavero-Redondo, I. (2020). Effect of supervised physiotherapy versus home exercise program in patients with subacromial impingement syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 41, 34–42. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.11.003>

27. Haslerud, S., Magnussen, L. H., Joensen, J., Lopes-Martins, R. A., & Bjordal, J. M. (2015). The efficacy of low-level laser therapy for shoulder tendinopathy: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Physiotherapy research international : the journal for researchers and clinicians in physical therapy*, 20(2), 108–125. <https://doi.org/10.1002/pri.1606>
28. Heinemeier, K M, and M Kjaer. “In vivo investigation of tendon responses to mechanical loading.” *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions* vol. 11,2 (2011): 115-23.
29. Hunter, D. J., Rivett, D. A., McKeirnan, S., Smith, L., & Snodgrass, S. J. (2020). Relationship Between Shoulder Impingement Syndrome and Thoracic Posture. *Physical therapy*, 100(4), 677–686. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzz182>
30. Ingwersen, K. G., Jensen, S. L., Sørensen, L., Jørgensen, H. R., Christensen, R., Sjøgaard, K., & Juul-Kristensen, B. (2017). Three Months of Progressive High-Load Versus Traditional Low-Load Strength Training Among Patients With Rotator Cuff Tendinopathy: Primary Results From the Double-Blind Randomized Controlled RoCTEx Trial. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 5(8), 2325967117723292. <https://doi.org/10.1177/2325967117723292>
31. Jomaa, G., Kwan, C. K., Fu, S. C., Ling, S. K., Chan, K. M., Yung, P. S., & Rolf, C. (2020). A systematic review of inflammatory cells and markers in human tendinopathy. *BMC musculoskeletal disorders*, 21(1), 78. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-3094-y>
32. Kannus P. Structure of the tendon connective tissue. *Scand J Med Sci Sports*. 2000 Dec;10(6):312-20. doi: 10.1034/j.1600-0838.2000.010006312.x
33. Kennedy, P., Joshi, R., & Dhawan, A. (2019). The Effect of Psychosocial Factors on Outcomes in Patients With Rotator Cuff Tears: A Systematic Review. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy*

Association of North America and the International Arthroscopy Association, 35(9), 2698–2706. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2019.03.043>

34. Kim, S. K., Nguyen, C., Jones, K. B., & Tashjian, R. Z. (2021). A genome-wide association study for shoulder impingement and rotator cuff disease. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 30(9), 2134–2145. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.11.025>
35. Kjaer, M., Bayer, M. L., Eliasson, P., & Heinemeier, K. M. (2013). What is the impact of inflammation on the critical interplay between mechanical signaling and biochemical changes in tendon matrix?. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 115(6), 879–883. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00120.2013>
36. Kuo, L. T., Chen, H. M., Yu, P. A., Chen, C. L., Hsu, W. H., Tsai, Y. H., Chen, K. J., & Chen, V. C. (2019). Depression increases the risk of rotator cuff tear and rotator cuff repair surgery: A nationwide population-based study. *PloS one*, 14(11), e0225778. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225778>
37. Leong, Hio Teng et al. “Risk factors for rotator cuff tendinopathy: A systematic review and meta-analysis.” *Journal of rehabilitation medicine* vol. 51,9 (2019): 627-637. doi:10.2340/16501977-2598
38. Lewis, J S. “Rotator cuff tendinopathy.” *British journal of sports medicine* vol. 43,4 (2009): 236-41. doi:10.1136/bjism.2008.052175
39. Li, C., Li, Z., Shi, L., Wang, P., Gao, F., & Sun, W. (2021). Effectiveness of Focused Shockwave Therapy versus Radial Shockwave Therapy for Noncalcific Rotator Cuff Tendinopathies: A Randomized Clinical Trial. *BioMed research international*, 2021, 6687094. <https://doi.org/10.1155/2021/6687094>
40. Lin, M. T., Chiang, C. F., Wu, C. H., Huang, Y. T., Tu, Y. K., & Wang, T. G. (2019). Comparative Effectiveness of Injection Therapies in Rotator Cuff Tendinopathy: A Systematic Review, Pairwise and Network Meta-analysis of Randomized Controlled

Trials. Archives of physical medicine and rehabilitation, 100(2), 336–349.e15.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.06.028>

41. Linsell L, Dawson J, Zondervan K, et al: Prevalence and incidence of adults consulting for shoulder conditions in UK primary care; patterns of diagnosis and referral. Rheumatology (Oxford). 2006, 452: 215-221
42. Littlewood, C., Malliaras, P., & Chance-Larsen, K. (2015). Therapeutic exercise for rotator cuff tendinopathy: a systematic review of contextual factors and prescription parameters. International journal of rehabilitation research. Internationale Zeitschrift fur Rehabilitationsforschung. Revue internationale de recherches de readaptation, 38(2), 95–106. <https://doi.org/10.1097/MRR.000000000000113>
43. Littlewood, C., Malliaras, P., Bateman, M., Stace, R., May, S., & Walters, S. (2013). The central nervous system--an additional consideration in 'rotator cuff tendinopathy' and a potential basis for understanding response to loaded therapeutic exercise. Manual therapy, 18(6), 468–472. <https://doi.org/10.1016/j.math.2013.07.005>
44. Liu, Yang et al. “Tendon tissue engineering using scaffold enhancing strategies.” Trends in biotechnology vol. 26,4 (2008): 201-9. doi:10.1016/j.tibtech.2008.01.003
45. Loiacono, Carlo et al. “Tendinopathy: Pathophysiology, Therapeutic Options, and Role of Nutraceuticals. A Narrative Literature Review.” Medicina (Kaunas, Lithuania) vol. 55,8 447. 7 Aug. 2019, doi:10.3390/medicina55080447
46. Longo, U. G., Berton, A., Papapietro, N., Maffulli, N., & Denaro, V. (2012). Epidemiology, genetics and biological factors of rotator cuff tears. Medicine and sport science, 57, 1–9. <https://doi.org/10.1159/000328868>
47. Longo, U. G., Facchinetti, G., Marchetti, A., Candela, V., Risi Ambrogioni, L., Faldetta, A., De Marinis, M. G., & Denaro, V. (2019). Sleep Disturbance and Rotator Cuff Tears:

A Systematic Review. *Medicina* (Kaunas, Lithuania), 55(8), 453.
<https://doi.org/10.3390/medicina55080453>

48. Ma, Qi et al. "Morphological Characteristics of Acromion and Acromioclavicular Joint in Patients with Shoulder Impingement Syndrome and Related Recommendations: A Three-Dimensional Analysis Based on Multiplanar Reconstruction of Computed Tomography Scans." *Orthopaedic surgery* vol. 13,4 (2021): 1309-1318.
[doi:10.1111/os.13001](https://doi.org/10.1111/os.13001)
49. Macchi, M., Spezia, M., Elli, S., Schiaffini, G., & Chisari, E. (2020). Obesity Increases the Risk of Tendinopathy, Tendon Tear and Rupture, and Postoperative Complications: A Systematic Review of Clinical Studies. *Clinical orthopaedics and related research*, 478(8), 1839–1847. <https://doi.org/10.1097/CORR.0000000000001261>
50. Magnusson, S. P., Langberg, H., & Kjaer, M. (2010). The pathogenesis of tendinopathy: balancing the response to loading. *Nature reviews. Rheumatology*, 6(5), 262–268.
<https://doi.org/10.1038/nrrheum.2010.43>
51. Maher, A., Leigh, W., Brick, M., Young, S., Millar, J., Walker, C., & Caughey, M. (2017). Gender, ethnicity and smoking affect pain and function in patients with rotator cuff tears. *ANZ journal of surgery*, 87(9), 704–708. <https://doi.org/10.1111/ans.13921>
52. Malliaras, P., Johnston, R., Street, G., Littlewood, C., Bennell, K., Haines, T., & Buchbinder, R. (2020). The Efficacy of Higher Versus Lower Dose Exercise in Rotator Cuff Tendinopathy: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 101(10), 1822–1834.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2020.06.013>
53. Mc Auliffe, S., Whiteley, R., Malliaras, P., & O'Sullivan, K. (2019). Central sensitisation in different tendinopathies: are we comparing apples and oranges?. *British journal of sports medicine*, 53(3), 142–143. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098863>

54. McCreesh, K. M., Crotty, J. M., & Lewis, J. S. (2015). Acromiohumeral distance measurement in rotator cuff tendinopathy: is there a reliable, clinically applicable method? A systematic review. *British journal of sports medicine*, 49(5), 298–305. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-092063>
55. Meislin RJ, Sperling JW, Stitik TP: Persistent shoulder pain: epidemiology, pathophysiology, and diagnosis. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2005, 3412 (Suppl): 5-9
56. Millar, N. L., Hueber, A. J., Reilly, J. H., Xu, Y., Fazzi, U. G., Murrell, G. A., & McInnes, I. B. (2010). Inflammation is present in early human tendinopathy. *The American journal of sports medicine*, 38(10), 2085–2091. <https://doi.org/10.1177/0363546510372613>
57. Moen, M. H., de Vos, R. J., Ellenbecker, T. S., & Weir, A. (2010). Clinical tests in shoulder examination: how to perform them. *British journal of sports medicine*, 44(5), 370–375. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.071928>
58. Mohebbi, R., Rezasoltani, Z., Mir, M., Mohebbi, M., Vatandoost, S., & Esmaily, H. (2021). High- Versus Low-Molecular-Weight Hyaluronic Acid for the Treatment of Rotator Cuff Tendinopathy: A Triple-Blind Randomized Comparative Trial. *The Annals of pharmacotherapy*, 55(10), 1203–1214. <https://doi.org/10.1177/1060028021994297>
59. Morelli, K. M., Martin, B. R., Charakla, F. H., Durmisevic, A., & Warren, G. L. (2019). Acromion morphology and prevalence of rotator cuff tear: A systematic review and meta-analysis. *Clinical anatomy (New York, N.Y.)*, 32(1), 122–130. <https://doi.org/10.1002/ca.23309>
60. Mousley, J. J., Hill-Buxton, L. M., Gill, S. D., McGee, S. L., & Page, R. S. (2021). Polymorphisms and alterations in gene expression associated with rotator cuff tear and healing following surgical repair: a systematic review. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 30(1), 200–215. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.07.045>

61. Naunton, J., Street, G., Littlewood, C., Haines, T., & Malliaras, P. (2020). Effectiveness of progressive and resisted and non-progressive or non-resisted exercise in rotator cuff related shoulder pain: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clinical rehabilitation*, 34(9), 1198–1216. <https://doi.org/10.1177/0269215520934147>
62. Nho, S. J., Shindle, M. K., Sherman, S. L., Freedman, K. B., Lyman, S., & MacGillivray, J. D. (2007). Systematic review of arthroscopic rotator cuff repair and mini-open rotator cuff repair. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 89 Suppl 3, 127–136. <https://doi.org/10.2106/JBJS.G.00583>
63. Nourissat, Geoffroy et al. “Use of autologous growth factors in aging tendon and chronic tendinopathy.” *Frontiers in bioscience (Elite edition)* vol. 5,3 911-21. 1 Jun. 2013, doi:10.2741/e670
64. Paavola, M., Kanto, K., Ranstam, J., Malmivaara, A., Inkinen, J., Kalske, J., Savolainen, V., Sinisaari, I., Taimela, S., Järvinen, T. L., & Finnish Shoulder Impingement Arthroscopy Controlled Trial (FIMPACT) Investigators (2021). Subacromial decompression versus diagnostic arthroscopy for shoulder impingement: a 5-year follow-up of a randomised, placebo surgery controlled clinical trial. *British journal of sports medicine*, 55(2), 99–107. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102216>
65. Peplow, P. V., Chung, T. Y., & Baxter, G. D. (2010). Laser photobiomodulation of wound healing: a review of experimental studies in mouse and rat animal models. *Photomedicine and laser surgery*, 28(3), 291–325. <https://doi.org/10.1089/pho.2008.2446>
66. Piper, C. C., Hughes, A. J., Ma, Y., Wang, H., & Neviasser, A. S. (2018). Operative versus nonoperative treatment for the management of full-thickness rotator cuff tears: a systematic review and meta-analysis. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 27(3), 572–576. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2017.09.032>

67. Piper, S. L., Wheeler, L. C., Mills, J. K., Ezaki, M., & Oishi, S. N. (2019). Outcomes After Primary Repair and Staged Reconstruction of Zone I and II Flexor Tendon Injuries in Children. *Journal of pediatric orthopedics*, 39(5), 263–267. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000000912>
68. Ratcliffe, Anthony et al. "Scaffolds for tendon and ligament repair and regeneration." *Annals of biomedical engineering* vol. 43,3 (2015): 819-31. doi:10.1007/s10439-015-1263-1
69. Ratcliffe, E., Pickering, S., McLean, S., & Lewis, J. (2014). Is there a relationship between subacromial impingement syndrome and scapular orientation? A systematic review. *British journal of sports medicine*, 48(16), 1251–1256. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092389>
70. Rechartd, M., Shiri, R., Karppinen, J., Jula, A., Heliövaara, M., & Viikari-Juntura, E. (2010). Lifestyle and metabolic factors in relation to shoulder pain and rotator cuff tendinitis: a population-based study. *BMC musculoskeletal disorders*, 11, 165. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-11-165>
71. Roquelaure, Y., Bodin, J., Ha, C., Petit Le Manac'h, A., Descatha, A., Chastang, J. F., Leclerc, A., Goldberg, M., & Imbernon, E. (2011). Personal, biomechanical, and psychosocial risk factors for rotator cuff syndrome in a working population. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 37(6), 502–511. <https://doi.org/10.5271/sjweh.3179>
72. Roy, J. S., Braën, C., Leblond, J., Desmeules, F., Dionne, C. E., MacDermid, J. C., Bureau, N. J., & Frémont, P. (2015). Diagnostic accuracy of ultrasonography, MRI and MR arthrography in the characterisation of rotator cuff disorders: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 49(20), 1316–1328. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094148>

73. Rutten, M. J., Spaargaren, G. J., van Loon, T., de Waal Malefijt, M. C., Kiemeney, L. A., & Jager, G. J. (2010). Detection of rotator cuff tears: the value of MRI following ultrasound. *European radiology*, 20(2), 450–457. <https://doi.org/10.1007/s00330-009-1561-9>
74. Ryösä, A., Laimi, K., Äärimaa, V., Lehtimäki, K., Kukkonen, J., & Saltychev, M. (2017). Surgery or conservative treatment for rotator cuff tear: a meta-analysis. *Disability and rehabilitation*, 39(14), 1357–1363. <https://doi.org/10.1080/09638288.2016.1198431>
75. Sayampanathan, A. A., & Andrew, T. H. (2017). Systematic review on risk factors of rotator cuff tears. *Journal of orthopaedic surgery (Hong Kong)*, 25(1), 2309499016684318. <https://doi.org/10.1177/2309499016684318>
76. Schenkman M, Rugo de Cartaya V. Kinesiology of the shoulder complex. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1987;8(9):438-50. doi: 10.2519/jospt.1987.8.9.438
77. Scott, A., Backman, L. J., & Speed, C. (2015). Tendinopathy: Update on Pathophysiology. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 45(11), 833–841. <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5884>
78. Screen HR, Berk DE, Kadler KE, Ramirez F, Young MF. Tendon functional extracellular matrix. *J Orthop Res*. 2015;33(6):793-799. doi:10.1002/jor.22818
79. Seitz, Ameer L et al. “Mechanisms of rotator cuff tendinopathy: intrinsic, extrinsic, or both?.” *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)* vol. 26,1 (2011): 1-12. doi:10.1016/j.clinbiomech.2010.08.001
80. Sereysky, Jedd B et al. “Musculoskeletal regeneration and its implications for the treatment of tendinopathy.” *International journal of experimental pathology* vol. 94,4 (2013): 293-303. doi:10.1111/iep.12031

81. Shire, A. R., Stæhr, T., Overby, J. B., Bastholm Dahl, M., Sandell Jacobsen, J., & Høyrup Christiansen, D. (2017). Specific or general exercise strategy for subacromial impingement syndrome-does it matter? A systematic literature review and meta analysis. *BMC musculoskeletal disorders*, 18(1), 158. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1518-0>
82. Smith, T. O., Back, T., Toms, A. P., & Hing, C. B. (2011). Diagnostic accuracy of ultrasound for rotator cuff tears in adults: a systematic review and meta-analysis. *Clinical radiology*, 66(11), 1036–1048. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2011.05.007>
83. Spiesz, Ewa M et al. "Tendon extracellular matrix damage, degradation and inflammation in response to in vitro overload exercise." *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society* vol. 33,6 (2015): 889-97. doi:10.1002/jor.22879
84. Steuri, R., Sattelmayer, M., Elsig, S., Kolly, C., Tal, A., Taeymans, J., & Hilfiker, R. (2017). Effectiveness of conservative interventions including exercise, manual therapy and medical management in adults with shoulder impingement: a systematic review and meta-analysis of RCTs. *British journal of sports medicine*, 51(18), 1340–1347. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096515>
85. Struzik, S., Czarkowska-Paczek, B., Wyczalkowska-Tomasik, A., Maldyk, P., & Paczek, L. (2021). Selected Clinical Features Fail to Predict Inflammatory Gene Expressions for TNF- α , TNFR1, NSMAF, Casp3 and IL-8 in Tendons of Patients with Rotator Cuff Tendinopathy. *Archivum immunologiae et therapiae experimentalis*, 69(1), 6. <https://doi.org/10.1007/s00005-021-00610-z>
86. Taye, Nandaraj et al. "The "other" 15-40%: The Role of Non-Collagenous Extracellular Matrix Proteins and Minor Collagens in Tendon." *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society* vol. 38,1 (2020): 23-35. doi:10.1002/jor.24440

87. Teichtahl, A. J., Brady, S. R., Urquhart, D. M., Wluka, A. E., Wang, Y., Shaw, J. E., & Cicuttini, F. M. (2016). Statins and tendinopathy: a systematic review. *The Medical journal of Australia*, 204(3), 115–21.e1. <https://doi.org/10.5694/mja15.00806>
88. Tekavec, E., Jöud, A., Rittner, R. et al. Population-based consultation patterns in patients with shoulder pain diagnoses. *BMC Musculoskelet Disord* 13, 238 (2012). <https://doi.org/10.1186/1471-2474-13-238>
89. Tekeoglu, I., Ediz, L., Hiz, O., Toprak, M., Yazmalar, L., & Karaaslan, G. (2013). The relationship between shoulder impingement syndrome and sleep quality. *European review for medical and pharmacological sciences*, 17(3), 370–374.
90. Thornton, G. M., & Hart, D. A. (2011). The interface of mechanical loading and biological variables as they pertain to the development of tendinosis. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions*, 11(2), 94–105.
91. Thorpe, Chavaunne T, and Hazel R C Screen. "Tendon Structure and Composition." *Advances in experimental medicine and biology* vol. 920 (2016): 3-10. doi:10.1007/978-3-319-33943-6_1
92. Urwin M, Symmons D, Allison T, et al: Estimating the burden of musculoskeletal disorders in the community: the comparative prevalence of symptoms at different anatomical sites, and the relation to social deprivation. *Ann Rheum Dis*. 1998, 5711: 649-655
93. Van der Worp, H., van den Akker-Scheek, I., van Schie, H., & Zwerver, J. (2013). ESWT for tendinopathy: technology and clinical implications. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 21(6), 1451–1458. <https://doi.org/10.1007/s00167-012-2009-3>
94. Vas, J., Ortega, C., Olmo, V., Perez-Fernandez, F., Hernandez, L., Medina, I., Seminario, J. M., Herrera, A., Luna, F., Perea-Milla, E., Mendez, C., Madrazo, F., Jimenez, C., Ruiz,

M. A., & Aguilar, I. (2008). Single-point acupuncture and physiotherapy for the treatment of painful shoulder: a multicentre randomized controlled trial. *Rheumatology* (Oxford, England), 47(6), 887–893. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/ken040>

95. Walsh, D. M., Howe, T. E., Johnson, M. I., & Sluka, K. A. (2009). Transcutaneous electrical nerve stimulation for acute pain. *The Cochrane database of systematic reviews*, (2), CD006142. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006142.pub2>

96. Wang, J. H., Guo, Q., & Li, B. (2012). Tendon biomechanics and mechanobiology--a minireview of basic concepts and recent advancements. *Journal of hand therapy : official journal of the American Society of Hand Therapists*, 25(2), 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2011.07.004>

97. Wang, James H-C. "Mechanobiology of tendon." *Journal of biomechanics* vol. 39,9 (2006): 1563-82. doi:10.1016/j.jbiomech.2005.05.011

98. White JJ, Titchener AG, Fakis A, Tambe AA, Hubbard RB, Clark DI. An epidemiological study of rotator cuff pathology using The Health Improvement Network database. *Bone Joint J.* 2014 Mar;96-B(3):350-3. doi: 10.1302/0301-620X.96B3.32336

99. Wong, W. K., Li, M. Y., Yung, P. S., & Leong, H. T. (2020). The effect of psychological factors on pain, function and quality of life in patients with rotator cuff tendinopathy: A systematic review. *Musculoskeletal science & practice*, 47, 102173. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2020.102173>

100. Woolf AD, Akesson K: Understanding the burden of musculoskeletal conditions. The burden is huge and not reflected in national health priorities. *BMJ.* 2001, 3227294: 1079-1080

101. Yuan, J., Wang, M. X., & Murrell, G. A. (2003). Cell death and tendinopathy. *Clinics in sports medicine*, 22(4), 693–701. [https://doi.org/10.1016/s0278-5919\(03\)00049-](https://doi.org/10.1016/s0278-5919(03)00049-)