



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Σχολή Επιστημών Υγείας

Τμήμα Φυσικοθεραπείας

Πτυχιακή εργασία με θέμα:

**«Φυσικοθεραπευτική Αποκατάσταση Τενοντοπάθειας Αχιλλείου
Τένοντα»**

Φοιτήτρια: Άννα Ντράγκαν

Εισηγητής: Ασημάκης Κανελλόπουλος

Ιδιότητα Εισηγητή: Επίκουρος Καθηγητής

Λαμία, 2024

Περίληψη

Ο Αχιλλεύς είναι ο ισχυρότερος τένοντας του ανθρώπινου σώματος και κατέχει σημαντικό ρόλο τόσο στην βάδιση όσο και σε αθλητικές δραστηριότητες. Λόγω των υψηλών φορτίων που δέχεται, έχει παρατηρηθεί τα τελευταία χρόνια μια ραγδαία αύξηση των τραυματισμών του. Οι τενοντοπάθειες του κάτω άκρου και πιο συγκεκριμένα του Αχιλλείου τένοντα αποτελούν παθήσεις πολυπαραγοντικού χαρακτήρα και σχετίζονται είτε με υπέρχρηση είτε με κάποιον οξύ τραυματισμό. Χαρακτηρίζονται από πόνο, τοπική ευαισθησία στην ψηλάφηση, μειωμένη λειτουργικότητα και πιθανή φλεγμονή του τένοντα, ενώ επηρεάζουν τόσο τον αθλητικό όσο και το γενικό πληθυσμό. Έπειτα από μελέτη, το πλήθος των θεραπευτικών ασκήσεων που έχουν ως στόχο την αποκατάσταση της τενοντοπάθειας του αχιλλείου τένοντα διαφέρουν μεταξύ τους είτε αναλόγως το σημείο του τένοντα που έχει τραυματιστεί, είτε ως προς τον τρόπο εκτέλεσης των δοκιμασιών. Πραγματοποιήθηκε αναζήτηση της βιβλιογραφίας και της αρθρογραφίας σε μηχανές αναζήτησης όπως το Pubmed, το PEDro, το Research Gate, το Google Scholar και στην παρούσα εργασία γίνεται μια ανασκόπηση της παρουσιάζοντας τα ανατομικά, ιστολογικά, εμβιομηχανικά χαρακτηριστικά και αναλύεται η τενοντοπάθεια του Αχιλλείου τένοντα. Τέλος, παρουσιάζονται διαφορετικές προσεγγίσεις για την αποκατάσταση του. Επιπρόσθετα, παρουσιάζονται θεραπευτικά πρωτόκολλα ασκήσεων για την αποκατάσταση καθώς επίσης κι ένα συνοπτικό πρόγραμμα ασκήσεων αναλόγως το στάδιο της νόσου.

Λέξεις Κλειδιά: Αχιλλεία τενοντοπάθεια, Φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις, Αποκατάσταση

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους όσους με στήριξαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου και της εκπόνησης αυτής της πτυχιακής εργασίας. Πρώτα απ' όλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την αμέριστη αγάπη και υποστήριξη που μου παρείχε σε κάθε βήμα αυτής της πορείας. Η υπομονή, η κατανόηση και η πίστη τους σε εμένα υπήρξαν αδιαμφισβήτητα πολύτιμες πηγές δύναμης και ενθάρρυνσης.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον καθηγητή μου, του οποίου η καθοδήγηση υπήρξε καθοριστική για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας. Η πολύτιμη συμβουλή του, η επιστημονική του γνώση και η διαρκής στήριξη καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας με βοήθησαν να εξελιχθώ τόσο ακαδημαϊκά όσο και προσωπικά. Η καθοδήγησή του ήταν ανεκτίμητη και συνέβαλε καθοριστικά στην επιτυχή ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας.

Περιεχόμενα

Περίληψη	ii
Ευχαριστίες	iii
Συντομογραφίες	vi
Κατάλογος Εικόνων	vii
Κατάλογος Πινάκων	viii
1. Εισαγωγή	1
2. Γενικό Μέρος - Ανασκόπηση	3
1.1 Γενικά Χαρακτηριστικά των Τενόντων	3
1.1.1 Ανατομία Τενόντων	3
1.1.2 Δομή Τενόντων	5
1.1.3 Μηχανικές Ιδιότητες Τένοντα	7
1.1.4 Εμβιομηχανική	9
1.2 Αχίλλειος Τένοντας	11
1.2.1 Ανατομία Αχίλλειου Τένοντα	11
1.2.2 Δομή Αχίλλειου Τένοντα	14
1.2.3 Εμβιομηχανική και Φορτία	15
1.3 Τενόντιες Παθήσεις	17
1.3.1 Τύποι και Κλινική Εικόνα	17
1.3.2 Επούλωση Τένοντα	19
1.4 Τενοντοπάθεια Αχιλλείου	21
1.4.1 Επιδημιολογία	21
1.4.2 Παθοφυσιολογία	21
1.4.3 Αιτιολογία	22
1.4.4 Κλινική Εικόνα	24
1.4.5 Διάγνωση	25
1.4.6 Κλινική Αξιολόγηση	25

1.4.7	Ιατρική Αντιμετώπιση	26
1.4.8	Φυσικοθεραπευτική Αντιμετώπιση	27
1.5	Φυσικοθεραπευτικό Πλάνο Ανάλογα με το Στάδιο της Νόσου	28
1.6	Γνωστοποιημένες Θεραπευτικές Ασκήσεις	30
3.	Σκοπός	35
4.	Μέθοδοι	36
5.	Αποτελέσματα	38
6.	Συζήτηση	53
7.	Συμπεράσματα	58
	Βιβλιογραφία	60

Συντομογραφίες

AOFAS - American Orthopaedic Foot and Ankle Society

AUAT - Achilles Ultrasound Assessment Tool

ECC - Eccentric

ECM - Extracellular Matrix

ESWT - Extracorporeal Shockwave Therapy

HSR - Heavy Slow Resistance

HVIGI - High-Volume Image-Guided Injection

LLLT - Low-Level Laser Therapy

MRI - Magnetic Resonance Imaging

NRS - Numeric Rating Scale

NSAIDs - Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs

PRP - Platelet-Rich Plasma

VAS - Visual Analog Scale

VISA-A - Victorian Institute of Sports Assessment - Achilles

ΜΣΑΦ - Μη Στεροειδή Αντιφλεγμονώδη Φάρμακα

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1. Ανατομία πελματιαίων τενόντων και συνδέσμων. Εμφανίζονται οι κύριοι τένοντες και σύνδεσμοι της πελματιαίας επιφάνειας του ποδιού, υποστηρίζοντας τη σταθερότητα και κίνηση του ποδιού. Πηγή: Bordoni & Varacallo, (2018).	4
Εικόνα 2. Η διαδοχική οργάνωση του κολλαγόνου στον τένοντα, από την τριπλή έλικα έως τις δεσμίδες, με τα στρώματα ενδοτείνωνα, επιτείνωνα και παρατείνωνα. Πηγή: Bordoni & Varacallo, (2018).	7
Εικόνα 3. Ανατομική απεικόνιση του γαστροκνημίου, του υποκνημιδίου μυός και της σύνδεσής τους με τον αχίλλειο τένοντα και το οστό της πτέρνας. Πηγή: (Wong et al., 2023)	13
Εικόνα 4. Ασκήσεις ισορροπίας-ιδιοδεκτικότητας α) μονοποδική στήριξη β)διποδική στήριξη σε δίσκο ισορροπίας γ)μικρά άλματα. Πηγή: (https://sportsorthopaedics.gr/askisis-isorropias-idiodektikotitas/)	30
Εικόνα 5. Διάταση αχιλλείου τένοντα: α) γόνατο έκταση β) γόνατο κάμψη, γ) χρήση πετσέτας. Πηγή:(https://orthoinfo.aaos.org/en/recovery/foot-and-ankle-conditioning-program)	31
Εικόνα 6. Έκκεντρες ασκήσεις 1) ανύψωση πτέρνας από καθιστή θέση, 2) ανύψωση από όρθια θέση με τα δυο ποδιά, 3) ανύψωση σε σκαλοπάτι , 4) αργή φόρτιση του αχιλλείου μεταφορά βάρους στο πάσχον, 5)ανύψωση μονοποδική, 6)σε κεκλιμένο επίπεδο (https://socialwelfare.upatras.gr/2023/07/17/askisiologio-gia-apokatastasi-tenon/)	32
Εικόνα 7. Μάλαξη αχιλλείου τένοντα (https://www.fmh.gr/tenontopatheia-achilleioly-tenonta-physikotherapeia/#goog_rewarded)	34

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1. Πίνακας Συνοπτικής Παρουσίασης Αποτελεσμάτων	38
--	----

Εισαγωγή

Η τενοντοπάθεια του Αχιλλείου αποτελεί μια από τις πιο συχνές παθήσεις, ιδιαίτερα σε αθλητές, αλλά και στον γενικό πληθυσμό. Η πάθηση αυτή μπορεί να επηρεάσει σοβαρά τη λειτουργικότητα των ατόμων, μειώνοντας την ικανότητά τους να εκτελούν καθημερινές δραστηριότητες και προκαλώντας πόνο, δυσκαμψία και δυσκολία στην κίνηση. Οι φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις έχουν αναδειχθεί ως μια από τις πιο δημοφιλείς και αποτελεσματικές μεθόδους αποκατάστασης για την αχίλλεια τενοντοπάθεια, γεγονός που καθιστά την περαιτέρω διερεύνηση των τεχνικών αυτών ιδιαίτερα σημαντική για την προαγωγή της κλινικής πρακτικής.

Η επιλογή του θέματος αυτού στηρίζεται στην αναγκαιότητα κατανόησης και εντοπισμού των πιο αποτελεσματικών θεραπευτικών προσεγγίσεων για την αποκατάσταση της αχίλλειας τενοντοπάθειας. Παρά την πληθώρα των διαθέσιμων μεθόδων, όπως οι έκκεντρες ασκήσεις, οι υπέρηχοι, η προοδευτική φόρτιση και οι άλλες τεχνικές, δεν υπάρχει σαφής καθοδήγηση για το ποια είναι η πλέον αποτελεσματική θεραπευτική παρέμβαση. Το πρόβλημα αυτό αναδεικνύεται και από τη βιβλιογραφία, καθώς αρκετές μελέτες καταλήγουν σε διαφορετικά συμπεράσματα σχετικά με το ποια παρέμβαση αποφέρει τα καλύτερα αποτελέσματα.

Η σημασία του θέματος γίνεται ιδιαίτερα εμφανής αν αναλογιστούμε τη σοβαρότητα και την επίπτωση της αχίλλειας τενοντοπάθειας στον γενικό πληθυσμό και στους αθλητές. Παρά το γεγονός ότι η φυσικοθεραπεία χρησιμοποιείται ευρέως για την αποκατάσταση της συγκεκριμένης πάθησης, υπάρχει ένα σημαντικό κενό στη βιβλιογραφία όσον αφορά την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των διαφορετικών παρεμβάσεων και των μακροπρόθεσμων αποτελεσμάτων τους. Αυτή η ανάγκη για καλύτερη κατανόηση και επιστημονική καθοδήγηση είναι ο κύριος λόγος για τη διερεύνηση του συγκεκριμένου θέματος.

Οι υπάρχουσες έρευνες δείχνουν ότι οι φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις μπορούν να αποτελέσουν μια αποτελεσματική μέθοδο θεραπείας, ωστόσο, η βιβλιογραφία παραμένει διχασμένη όσον αφορά την επιλογή της βέλτιστης προσέγγισης. Οι έκκεντρες ασκήσεις είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος, ενώ άλλες μελέτες υποστηρίζουν ότι η χρήση υπερήχων, κρουστικών κυμάτων ή προοδευτικής φόρτισης μπορεί να προσφέρει καλύτερα ή συνδυαστικά οφέλη. Το γεγονός αυτό δημιουργεί ένα ερευνητικό κενό, το οποίο αφορά την ανάγκη για συγκριτική

αξιολόγηση των μεθόδων αυτών και τον προσδιορισμό της καλύτερης θεραπευτικής προσέγγισης για την αποκατάσταση της λειτουργικότητας και τη μείωση του πόνου στους ασθενείς.

Τα διαθέσιμα ερευνητικά δεδομένα υποδεικνύουν ότι η φυσικοθεραπεία αποτελεί βασικό συστατικό στη θεραπεία της αχίλλειας τενοντοπάθειας, ωστόσο, η εξατομίκευση των θεραπευτικών παρεμβάσεων ανάλογα με τις ανάγκες και τις προτιμήσεις του ασθενούς είναι επίσης ζωτικής σημασίας. Οι έρευνες υποστηρίζουν ότι η ενσωμάτωση εξατομικευμένων προγραμμάτων αποκατάστασης, που περιλαμβάνουν διαφορετικές φυσικοθεραπευτικές προσεγγίσεις, όπως οι ασκήσεις προοδευτικής φόρτισης και οι κρουστικοί υπέρηχοι, μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τα αποτελέσματα της θεραπείας. Επίσης, αναγνωρίζεται η αξία της εκπαίδευσης των ασθενών στη διαχείριση του πόνου και την αυτοδιαχείριση των συμπτωμάτων, κάτι που επιβεβαιώνεται από μελέτες που δείχνουν ότι οι ασθενείς που εκπαιδεύονται σε αυτά τα θέματα έχουν καλύτερα αποτελέσματα.

Η καινοτομία της παρούσας μελέτης επικεντρώνεται στη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας των διαφόρων φυσικοθεραπευτικών προσεγγίσεων, αναγνωρίζοντας τα ερευνητικά κενά και συμβάλλοντας στην περαιτέρω κατανόηση των βέλτιστων πρακτικών. Η ενσωμάτωση ψυχολογικών παραγόντων και η εκπαίδευση των ασθενών θεωρούνται καθοριστικής σημασίας για την επιτυχία της θεραπείας. Παράλληλα, εξετάζονται και οι περιορισμοί της υπάρχουσας βιβλιογραφίας, όπως η έλλειψη μακροπρόθεσμων μελετών και η ασάφεια γύρω από τη συγκριτική αποτελεσματικότητα των διαφορετικών παρεμβάσεων.

2. Γενικό Μέρος

1.1 Γενικά Χαρακτηριστικά των Τενόντων

1.1.1 Ανατομία Τενόντων

Οι τένοντες είναι ινώδης συνδετικός ιστός που συνδέει τους μύες με τα οστά, διαδραματίζοντας κρίσιμο ρόλο στη μετάδοση των μηχανικών δυνάμεων που είναι απαραίτητες για την κίνηση. Αυτές οι στιβαρές, εύκαμπτες δομές αποτελούνται κυρίως από πυκνές ίνες κολλαγόνου, οι οποίες παρέχουν την εφελκυστική αντοχή που απαιτείται για να αντέχουν τις πιέσεις και τις καταπονήσεις της μυϊκής δραστηριότητας. Το κολλαγόνο, και συγκεκριμένα το κολλαγόνο τύπου I, αποτελεί περίπου το 65-80% του ξηρού βάρους των τενόντων, οργανωμένο σε παράλληλες δέσμες που προσδίδουν υψηλή αντοχή στη διάταση (Bordoni & Varacallo, 2018).

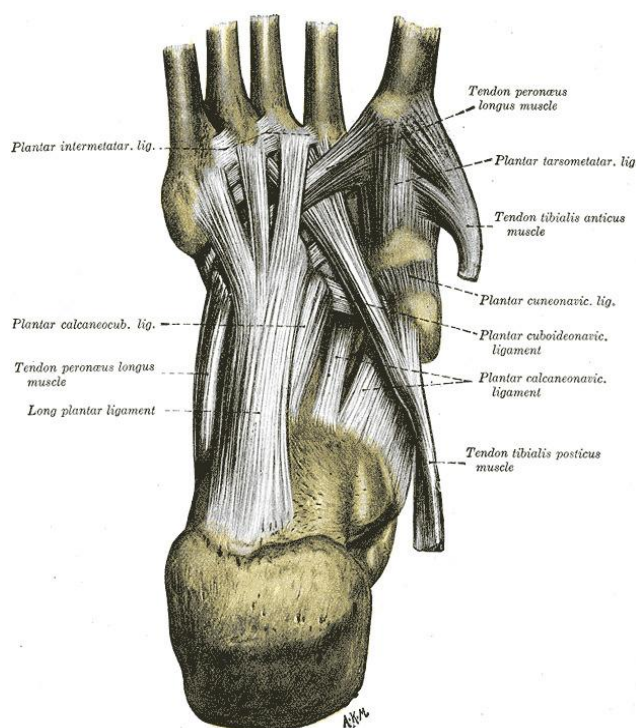
Οι τένοντες περιβάλλονται από μια θήκη γνωστή ως επιτενόνιο, η οποία περιέχει τα αιμοφόρα αγγεία, τα νεύρα και τα λεμφαγγεία που είναι απαραίτητα για την υγεία και την αποκατάσταση των τενόντων. Κάτω από το επιτείνιο βρίσκεται το ενδοτείνιο, ένα λεπτό δίκτυο συνδετικού ιστού που συνδέει τις δεσμίδες κολλαγόνου μεταξύ τους και διευκολύνει τη μετάδοση της δύναμης. Το ενδοτενόνιο στεγάζει επίσης τα κυτταρικά συστατικά του τένοντα, συμπεριλαμβανομένων των τενοκυττάρων, τα οποία είναι εξειδικευμένοι ινοβλάστες υπεύθυνοι για τη σύνθεση και τη διατήρηση της εξωκυττάριας ουσίας (Bordoni & Varacallo, 2018).

Η ιεραρχική δομή των τενόντων είναι αναπόσπαστο στοιχείο της λειτουργίας τους. Τα μόρια κολλαγόνου σχηματίζουν ινίδια, τα οποία συσσωρεύονται σε ίνες, και αυτές οι ίνες συσσωρεύονται μεταξύ τους για να δημιουργήσουν δεσμίδες. Αυτή η ιεραρχική οργάνωση επιτρέπει στους τένοντες να απορροφούν και να διαχέουν αποτελεσματικά τα μηχανικά φορτία, ελαχιστοποιώντας τον κίνδυνο τραυματισμού (Bordoni & Varacallo, 2018). Επιπλέον, οι τένοντες παρουσιάζουν ιξωδοελαστικές ιδιότητες, επιτρέποντάς τους να αποθηκεύουν και να απελευθερώνουν ενέργεια κατά τη διάρκεια της κίνησης, γεγονός που ενισχύει την αποτελεσματικότητα της μυϊκής λειτουργίας (Thomopoulos et al., 2015).

Η αιμάτωση των τενόντων είναι σχετικά περιορισμένη σε σύγκριση με άλλους ιστούς, προερχόμενη από τη μυοτενόντια συμβολή, την οστεοτενόντια συμβολή και τον περιβάλλοντα παρατενόντα. Αυτή η περιορισμένη αγγείωση αποτελεί παράγοντα της αργής διαδικασίας επούλωσης των τενόντων μετά από τραυματισμό. Η νεύρωση

παρέχεται κυρίως από αισθητικούς νευρώνες που συμβάλλουν στην ιδιοδεκτικότητα και την αίσθηση του πόνου, βοηθώντας στην προστασία και την καλή λειτουργία του τένοντα (Thomopoulos et al., 2015).

Η εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζει την ανατομία των τενόντων και συνδέσμων της πελματιαίας επιφάνειας του ποδιού. Εμφανίζονται διάφοροι σύνδεσμοι που διασυνδέουν τα οστά του ποδιού, όπως ο πελματιαίος εν τω βάθει εγκάρσιος μετατάρσιος σύνδεσμος (Plantar intermetatar. lig.), ο ραχιαίος περνοκυβοειδής σύνδεσμος (Plantar cuboideonavic. ligament), ο τετράγωνος πελματικός σύνδεσμος (Plantar calcaneocub. lig.), και ο πελματιαίος περνοσκαφοειδής σύνδεσμος (Plantar calcaneonavic. ligament). Επίσης, παρουσιάζονται οι τένοντες διαφόρων μυών, όπως ο τένοντας του μακρού περνιαίου (Tendon peroneus longus muscle), του οπίσθιου κνημιαίου μυ (Tendon tibialis posticus muscle), και του πρόσθιου κνημιαίου μυ (Tendon tibialis anticus muscle). Τέλος, διακρίνεται ο μακρός πελματικός σύνδεσμος (Long plantar ligament), που παίζει σημαντικό ρόλο στη σταθεροποίηση της ποδικής καμάρας.



Εικόνα 1. Ανατομία πελματιαίων τενόντων και συνδέσμων. Εμφανίζονται οι κύριοι τένοντες και σύνδεσμοι της πελματιαίας επιφάνειας του ποδιού, υποστηρίζοντας τη σταθερότητα και κίνηση του ποδιού. Πηγή: Bordoni & Varacallo, (2018).

1.1.2 Δομή Τενόντων

Οι τένοντες αποτελούνται από συνδετικό ιστοί. Οι συνδετικοί ιστοί παρέχουν και διατηρούν τη μορφή του σώματος, λειτουργώντας μηχανικά για να συνδέσουν και να ενώσουν τα κύτταρα με τα όργανα, παρέχοντας έτσι υποστήριξη στο σώμα.

Συνήθως ταξινομούνται σε τρεις κύριες ομάδες: του φυσιολογικού συνδετικού ιστού, ενισχυτικού και εξειδικευμένου συνδετικού ιστού. Οι τένοντες αυτοί ταξινομούνται ως πυκνοί, φυσιολογικοί συνδετικοί ιστοί.

Ο φυσιολογικός συνδετικός ιστός περιγράφεται ως χαλαρός που είναι πολύ λεπτός και όχι πολύ ανθεκτικός στη παραμόρφωση ή τάση, και ο πυκνός που είναι λιγότερο ανθεκτικός στη τάση και λιγότερο εύκαμπτος.

Οι τένοντες αποτελούνται από δυο κύρια διαμερίσματα: από τα κύτταρα και από την εξωκυττάρια ουσία. Ο βασικός τύπος κυττάρων είναι οι ινοβλάστες που αποτελούν το 20% του συνολικού βάρους του ιστού. Οι ινοβλάστες κατασκευάζουν και εκκρίνουν τα συστατικά της εξωκυττάρια ουσίας που αποτελείται από το υπόλοιπο 80%. Η εξωκυττάρια ουσία αποτελείται από τις ίνες (κολλαγόνο και ελατίνη) και την θεμέλια ουσία (δομικές γλυκοπρωτεΐνες, πρωτεογλυκάνες και νερό). (Carol A.Oatis 2010)

Η δομή των τενόντων είναι ιδιαίτερα εξειδικευμένη για να επιτελούν τη βασική τους λειτουργία, δηλαδή τη μεταφορά δυνάμεων από τους μύες στα οστά. Οι τένοντες αποτελούνται κυρίως από ίνες κολλαγόνου, οι οποίες αντιπροσωπεύουν περίπου το 70% του ξηρού τους βάρους (Thorpe & Screen, 2016). Οι ίνες αυτές είναι κυρίως κολλαγόνο τύπου I, γνωστό για την υψηλή εφελκυστική αντοχή του, η οποία επιτρέπει στους τένοντες να αντέχουν σημαντικά μηχανικά φορτία (Weinreb et al., 2014). Οι ίνες κολλαγόνου οργανώνονται σε ιεραρχικές δομές: ινίδια, ίνες, δεσμίδες και, τέλος, ο ίδιος ο τένοντας. Αυτή η οργάνωση παρέχει μια ισορροπία δύναμης και ευελιξίας, ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματική μετάδοση των μυϊκών δυνάμεων κατά τη διάρκεια της κίνησης (Thorpe & Screen, 2016).

Η «εξωκυττάρια ουσία» (Extracellular Matrix-ECM) των τενόντων, η οποία περιλαμβάνει ίνες κολλαγόνου, πρωτεογλυκάνες, γλυκοπρωτεΐνες και νερό, υποστηρίζει τη δομική ακεραιότητα και τη λειτουργία του τένοντα. Οι

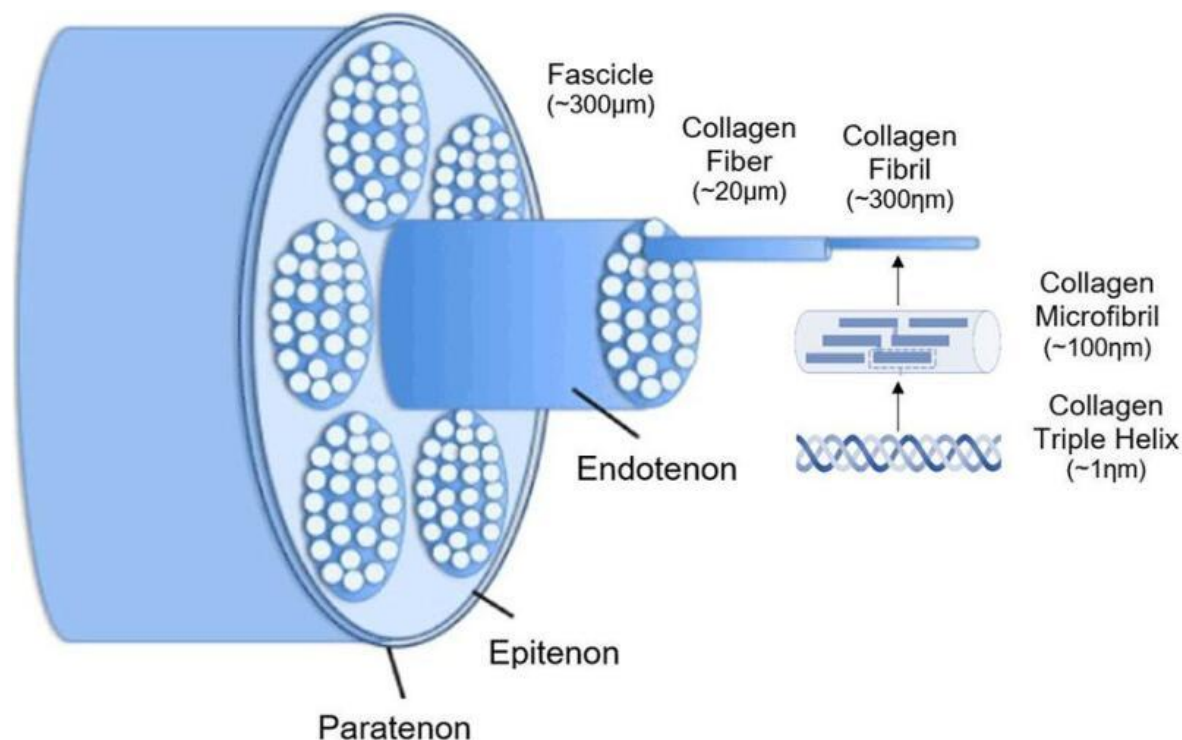
πρωτεογλυκάνες και οι γλυκοπρωτεΐνες, όπως η δεκορίνη και η τενασκίνη, συμβάλλουν στη ρύθμιση της διαμέτρου και της απόστασης των ινιδίων κολλαγόνου, εξασφαλίζοντας την ανθεκτικότητα του τένοντα και την ικανότητά του να διαχειρίζεται τις μηχανικές καταπονήσεις. Η ECM παίζει επίσης ρόλο στην κυτταρική σηματοδότηση, η οποία είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση και την αποκατάσταση του τενόντιου ιστού (Weinreb et al., 2014).

Εντός του τένοντα, τα κύτταρα που είναι γνωστά ως τενοκύτταρα είναι υπεύθυνα για τη σύνθεση και τον κύκλο εργασιών της ECM. Αυτά τα επιμήκη κύτταρα που μοιάζουν με ινοβλάστες είναι ενσωματωμένα μεταξύ των ινών κολλαγόνου και είναι ευθυγραμμισμένα παράλληλα με τη διεύθυνση της μετάδοσης της δύναμης (Weinreb et al., 2014). Τα τενοκύτταρα επικοινωνούν μέσω ενός δικτύου κυτταροπλασματικών προεκτάσεων, επιτρέποντας τον συντονισμό σε απόκριση σε μηχανική φόρτιση και τραυματισμό. Αυτή η κυτταρική δραστηριότητα είναι ζωτικής σημασίας για την ικανότητα του τένοντα να προσαρμόζεται και να αναδιαμορφώνεται ως απάντηση στις ποικίλες φυσικές απαιτήσεις (Thorpe & Screen, 2016).

Οι τένοντες περιβάλλονται από ένα λεπτό στρώμα συνδετικού ιστού που ονομάζεται επιτένοντα, το οποίο είναι πλούσιο σε αιμοφόρα αγγεία, νεύρα και λεμφαγγεία. Κάτω από το επιτένοντα βρίσκεται το ενδοτένοντα, το οποίο εκτείνεται μέσα στον τένοντα, χωρίζοντάς τον σε δεσμίδες. Αυτό το αγγειακό και νευρικό δίκτυο είναι απαραίτητο για τη θρέψη του τένοντα, την αισθητηριακή ανατροφοδότηση και τις διαδικασίες επούλωσης. Παρόλο που οι τένοντες είναι πτωχά αγγειωμένοι σε σύγκριση με τους μυς, η αιμάτωση που δέχονται είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της κυτταρικής υγείας και τη διευκόλυνση της αποκατάστασης μετά από τραυματισμό (Weinreb et al., 2014).

Η εικόνα που ακολουθεί απεικονίζει τη διαρθρωτική οργάνωση του τένοντα, εστιάζοντας στην ιεραρχία της δομής του κολλαγόνου. Ξεκινώντας από τη βασική δομή, το κολλαγόνο σχηματίζει τριπλή έλικα (collagen triple helix), η οποία στη συνέχεια οργανώνεται σε μικροϊνίδια (collagen microfibril). Αυτά τα μικροϊνίδια συνθέτουν τα ινίδια (collagen fibril), που στη συνέχεια οργανώνονται σε ίνες κολλαγόνου (collagen fiber). Οι ίνες κολλαγόνου σχηματίζουν δεσμίδες (fascicle), οι οποίες καλύπτονται από τον ενδοτένοντα (endotenon). Εξωτερικά, οι τένοντες

προστατεύονται από το επιτένοντα (epitenon) και το παρατένοντα (paratenon), που βοηθούν στη μείωση της τριβής και προστατεύουν τον τένοντα.



Εικόνα 2. Η διαδοχική, από την τριπλή έλικα έως τις δεσμίδες, με τα στρώματα ενδοτένοντα, επιτένοντα και παρατένοντα. Πηγή: Bordoni & Varacallo, (2018).

1.1.3 Μηχανικές Ιδιότητες Τένοντα

Οι μηχανικές ιδιότητες των τενόντων είναι συνυφασμένες με τη λειτουργία τους, επιτρέποντάς τους να μεταφέρουν αποτελεσματικά τις δυνάμεις από τους μύες στα οστά, ενώ παράλληλα αντέχουν σημαντικά εφελκυστικά φορτία. Οι τένοντες παρουσιάζουν ιξωδοελαστική συμπεριφορά, που σημαίνει ότι η απόκρισή τους στην τάση είναι τόσο ελαστική όσο και χρονοεξαρτώμενη. Αυτή η ιδιότητα επιτρέπει στους τένοντες να απορροφούν και να απελευθερώνουν ενέργεια, συμβάλλοντας στο ρόλο τους στην κίνηση και την κίνηση (Seynnes et al., 2015). Όταν ένας τένοντας υποβάλλεται σε φόρτιση, αρχικά παραμορφώνεται γρήγορα, μια φάση γνωστή ως περιοχή των δακτύλων, όπου οι ίνες κολλαγόνου ευθυγραμμίζονται κατά μήκος της διεύθυνσης της δύναμης. Καθώς το φορτίο αυξάνεται, ο τένοντας εισέρχεται στη γραμμική περιοχή, η οποία χαρακτηρίζεται από άμεση αναλογικότητα μεταξύ τάσης και παραμόρφωσης (Snedeker & Foolen, 2017).

Η τελική εφελκυστική αντοχή ενός τένοντα είναι μια κρίσιμη παράμετρος, που αντιπροσωπεύει τη μέγιστη τάση που μπορεί να αντέξει πριν από την αστοχία. Η αντοχή αυτή προέρχεται κυρίως από τις εξαιρετικά οργανωμένες ίνες κολλαγόνου και τη διασύνδεση μεταξύ τους, οι οποίες παρέχουν αντίσταση στις εφελκυστικές δυνάμεις. Οι τένοντες μπορούν να αντέξουν δυνάμεις έως και 1.000 φορές το ίδιο τους το βάρος, αναδεικνύοντας την αξιοσημείωτη μηχανική τους ανθεκτικότητα. Ωστόσο, η επαναλαμβανόμενη φόρτιση, ιδίως αν είναι υπερβολική ή μη φυσιολογική, μπορεί να οδηγήσει σε μικροβλάβες και εκφυλισμό, όπως παρατηρείται στην τενοντοπάθεια (Kongsgaard et al., 2011).

Οι τένοντες παρουσιάζουν επίσης ένα φαινόμενο γνωστό ως ερπυσμό, όπου επιμηκύνονται σταδιακά υπό σταθερό φορτίο, και χαλάρωση τάσης, όπου η δύναμη εντός του τένοντα μειώνεται με την πάροδο του χρόνου όταν αυτός διατηρείται σε σταθερό μήκος. Αυτές οι ιδιότητες που εξαρτώνται από τον χρόνο είναι ζωτικής σημασίας για την προσαρμογή και την απορρόφηση των επαναλαμβανόμενων φορτίων που υφίστανται κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων όπως το τρέξιμο και τα άλματα. Επιπλέον, η ιξωδοελαστική φύση των τενόντων συμβάλλει στην ικανότητά τους να αποσβένουν τις μηχανικές δονήσεις, προστατεύοντας τους μύες και τα οστά από ενδεχόμενο τραυματισμό (Snedeker & Foolen, 2017).

Η ικανότητα του τένοντα να επιστρέφει στο αρχικό του μήκος μετά από παραμόρφωση, γνωστή ως ελαστικότητα, είναι ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματική μετακίνηση. Αυτή η ελαστική επαναφορά είναι ενεργειακά αποδοτική, μειώνοντας το μεταβολικό κόστος της κίνησης (Snedeker & Foolen, 2017). Ωστόσο, η ελαστικότητα του τένοντα μειώνεται με την ηλικία και τον τραυματισμό, επηρεάζοντας τη λειτουργική του απόδοση. Η ισορροπία μεταξύ της ελαστικότητας και της ακαμψίας είναι απαραίτητη- η υπερβολική ακαμψία μπορεί να μειώσει την ευελιξία, ενώ η υπερβολική ελαστικότητα μπορεί να μειώσει τη σταθερότητα και τη μετάδοση δύναμης (Kongsgaard et al., 2011).

1.1.4 Εμβιομηχανική

Ο τένοντας αποτελείται από κολλαγόνο ,πρωτεΐνες ,γλυκοζαμινογλυκάνες, ελατίνη, γλυκοπεπτίδια και νερό , σχηματίζοντας μια θεμέλια ουσία η οποία δεσμεύει το νερό που αποτελεί το 65-75% του βάρους του. Μορφολογικά ,οι τένοντες αποτελούνται από πυκνές παράλληλες ίνες συνδετικού ιστού οι οποίες συνδέουν και μεταφέρουν φορτία από τους μύες στα οστά, παράγοντας την αρθρική κίνηση.

Διακρίνουμε δυο τύπους τενόντων ανάλογα με το αν διαθέτουν ή όχι έλυτρο. Οι τένοντες οι οποίοι υποβάλλονται σε ιδιαίτερα υψηλές δυνάμεις τριβής στην επιφάνεια των οστών όπως στη παλάμη, δάχτυλα και στην πυχεοκαρπική άρθρωση περιβάλλονται από έλυτρο. Το έλυτρο αποτελείται από ένα στρώμα ινώδους ιστού και από ποσότητα λιπαντικού υγρού το οποίο διευκολύνει την ολίσθηση του τένοντας μέσα στο έλυτρο και μειώνει την θερμοκρασία που παράγεται από την τριβή. Σε περιοχές που υποβάλλονται από μικρότερες δυνάμεις τριβής, περιβάλλονται μόνο από απλή περιτονία. Οι βασικοί παράγοντες που προσδιορίζουν το μέγεθος του φορτίου είναι η μέγιστη δύναμη που παράγει ο τένοντας και η δυνατότητα αλλαγής του μήκους του κατά την φόρτιση(ελαστικότητα) (Δρ. Πέτρος Α. Πουλμεντης 2007).

Η εμβιομηχανική των τενόντων, ιδίως του αχίλλειου τένοντα, είναι κρίσιμη για την κατανόηση της λειτουργίας τους και των επιπτώσεων των στρατηγικών αποκατάστασης. Ο αχίλλειος τένοντας λειτουργεί ως μια δυναμική δομή που μεταφέρει τις δυνάμεις που παράγονται από τους γαστροκνήμιους και τον υποκνημίδιο μυ στον αστράγαλο, επιτρέποντας την πελματιαία κάμψη του ποδιού (Lozano et al., 2019). Αυτή η λειτουργία είναι ζωτικής σημασίας για το περπάτημα, το τρέξιμο και το άλμα. Κατά τη διάρκεια αυτών των δραστηριοτήτων, ο αχίλλειος τένοντας υφίσταται σημαντικές εφελκυστικές δυνάμεις, που συχνά υπερβαίνουν αρκετές φορές το σωματικό βάρος, γεγονός που απαιτεί μια στιβαρή αλλά ευέλικτη εμβιομηχανική δομή (Wang et al., 2012).

Η εμβιομηχανική συμπεριφορά του τένοντα μπορεί να χαρακτηριστεί από τις ιδιότητές του που συνδυάζουν ιξωδοελαστικότητα, που του επιτρέπουν να απορροφά και να απελευθερώνει αποτελεσματικά την ενέργεια. Όταν το πόδι χτυπά το έδαφος, ο τένοντας αποθηκεύει ελαστική ενέργεια, η οποία στη συνέχεια απελευθερώνεται για

να ωθήσει το σώμα προς τα εμπρός, ενισχύοντας την αποτελεσματικότητα της κίνησης. Αυτός ο μηχανισμός αποθήκευσης και απελευθέρωσης ενέργειας μειώνει το μεταβολικό κόστος της μετακίνησης, καθιστώντας τις κινήσεις πιο αποτελεσματικές και λιγότερο επιβαρυντικές για τους μυς (Lozano et al., 2019).

Η κατανομή του φορτίου εντός του αχίλλειου τένοντα δεν είναι ομοιόμορφη, με το κεντρικό τμήμα να υφίσταται συνήθως μεγαλύτερη καταπόνηση σε σύγκριση με την περιφέρεια. Αυτή η ανομοιόμορφη κατανομή της καταπόνησης αποτελεί παράγοντα ανάπτυξης τενοντοπάθειας, όπου η χρόνια υπερφόρτωση μπορεί να οδηγήσει σε μικρορωγμές και εκφυλιστικές αλλαγές (Wang et al., 2012). Οι εμβιομηχανικές μελέτες έχουν δείξει ότι οι τένοντες προσαρμόζονται σε ποικίλα φορτία μέσω διαδικασιών αναδιαμόρφωσης που μεταβάλλουν τις δομικές και μηχανικές τους ιδιότητες (Snedeker & Foolen, 2017). Η κατανόηση αυτών των προσαρμογών είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη αποτελεσματικών πρωτοκόλλων αποκατάστασης που στοχεύουν στην αποκατάσταση της φυσιολογικής κατανομής των φορτίων και της λειτουργίας του τένοντα (Lozano et al., 2019).

Κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων που περιλαμβάνουν ταχεία επιτάχυνση και επιβράδυνση, όπως το σπριντ ή το άλμα, ο αχίλλειος τένοντας πρέπει να προσαρμόζεται γρήγορα στα μεταβαλλόμενα φορτία. Ο ρυθμός φόρτισης και το μέγεθος της δύναμης παίζουν σημαντικό ρόλο στη εμβιομηχανική του τένοντα. Η ταχεία φόρτιση μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο τραυματισμού, ενώ η σταδιακή φόρτιση επιτρέπει στον τένοντα να προσαρμοστεί και να ενδυναμωθεί. Αυτή η αρχή διέπει πολλές φυσιοθεραπευτικές προσεγγίσεις που χρησιμοποιούν ασκήσεις ελεγχόμενης φόρτισης για την αποκατάσταση τραυματισμένων τενόντων (Wang et al., 2012).

Η αλληλεπίδραση μεταξύ του αχίλλειου τένοντα και των γύρω δομών, όπως η άρθρωση του αστραγάλου και η πελματιαία περιτονία, επηρεάζει επίσης τη βιομηχανική συμπεριφορά του. Αυτές οι αλληλεπιδράσεις συμβάλλουν στη συνολική σταθερότητα και λειτουργία του κάτω άκρου, τονίζοντας τη σημασία μιας ολιστικής προσέγγισης στην αποκατάσταση που λαμβάνει υπόψη ολόκληρη την κινητική αλυσίδα (Lozano et al., 2019).

1.2 Αχίλλειος Τένοντας

1.2.1 Ανατομία Αχίλλειου Τένοντα

Ο αχίλλειος τένοντας, ο μεγαλύτερος και ισχυρότερος τένοντας στο ανθρώπινο σώμα, συνδέει τον γαστροκνήμιο, τον υποκνημίδιο και τον πελματικό μυ με το οστό της πτέρνας. Αυτός ο στιβαρός τένοντας, μήκους περίπου 15 εκατοστών, παίζει καθοριστικό ρόλο σε διάφορες δραστηριότητες όπως το περπάτημα, το τρέξιμο και το άλμα διευκολύνοντας την πελματιαία κάμψη του ποδιού (Bordoni & Varacallo, 2018).

Υπεύθυνα μυϊκά συστήματα για την πελματιαία κάμψη ποδοκνημικής είναι: ο γαστροκνήμιος, υποκνημίδιος, μάκρος περνιαίος, ο βραχύς περνιαίος, ο μάκρος καμπτήρας των δακτύλων και ο μάκρος καμπτήρας του μεγάλου δαχτύλου.

Πρωταγωνιστικό ρολό για την κίνηση της πελματιαίας κάμψης είναι ο γαστροκνήμιος και ο υποκνημίδιος (Δρ. Πέτρος Α. Πουλμεντης 2007).

Ο Υποκνημίδιος βρίσκεται βαθύτερα από τον γαστροκνήμιο και μπορεί να ψηλαφηθεί σε κάθε πλευρά κάτω από το μέσο της γαστροκνήμιας όταν ένα άτομο στηρίζεται στις μύτες των δακτύλων του. Εκφύεται από την κεφαλή της περόνης, από την οπίσθια επιφάνεια της περόνης, από την ιγνυακή γραμμή της κνήμης, από το τριτημόριο της οπίσθιας επιφάνειας της κνήμης και από το τενόντιο τόξο του υποκνημιδίου. Ενεργεί μαζί με τον γαστροκνήμιο και κάμπτει πελματιαία την ποδοκνημική διάρθρωση, στο βάδισμα και στον χορό αλλά δεν ενεργεί στη διάρθρωση του γόνατος. Επίσης αναφέρεται στη διατήρηση της στάσης σταθεροποιώντας την κνήμη πάνω στο άκρο πόδι. Αυτός ο μυς προστατεύει το σώμα από πτώση προς τα εμπρός όταν είμαστε όρθιοι. Λόγω ότι αυτός είναι πλατύς και πολυπτεροειδής είναι ένα ισχυρό μυς αλλά η σύσπαση του είναι πιο αργή από του γαστροκνήμιου μυός.

Γαστροκνήμιος είναι ένας ατρακτοειδής, δικέφαλος και διαρθρικός μυς. Η έσω κεφαλή του εκφύεται πάνω από τον έσω κόνδυλο, από την οπίσθια επιφάνεια του μηριαίου. Η έξω κεφαλή του εκφύεται πάνω από τον έξω μηριαίο κόνδυλο, από την οπίσθια επιφάνεια του μηριαίου. Ίνες και από τις δυο κεφαλές εκφύονται από τον αρθρικό θύλακο της διάρθρωσης του γόνατος. Ο τένοντας του μαζί με τον τένοντα του υποκνημιδίου σχηματίζουν τον Αχίλλειο τένοντα που καταφύεται στο κύρτωμα της πτέρνας.

Ενέργεια του τρικέφαλου γαστροκνήμιου: Ο υποκνημίδιος διέρχεται πάνω από μια άρθρωση και η ενέργεια του έχει μικρότερη ισχύ και διάρκεια από την ενέργεια του δικέφαλου γαστροκνήμιου οποίος διέρχεται πάνω από δυο αρθρώσεις. Ο Τρικέφαλος γαστροκνήμιος είναι ο ισχυρότερος πελματιαίος καμπτήρας του άκρου ποδός. Το 80% της δύναμης της πελματιαίας κάμψης ασκείται από αυτόν τον μυ (Μπαλτόπουλος Π. 2003).

Νεύρωση: Γαστροκνήμιος-κνημιαίο νεύρο I 1,2 και Υποκνημίδιος -κνημιαίο νεύρο O5 ,I 1,2 (Δρ. Πέτρος Α. Πουλμεντης 2007).

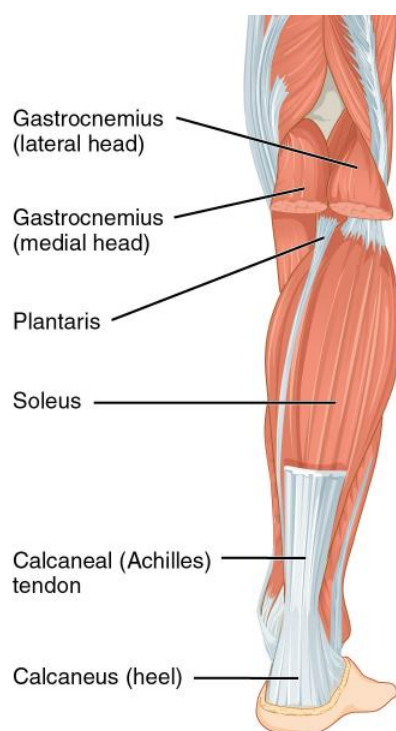
Ο αχίλλειος τένοντας αποτελείται κυρίως από ίνες κολλαγόνου τύπου I, διατεταγμένες σε παράλληλη δομή που παρέχει σημαντική αντοχή στον εφελκυσμό. Αυτές οι ίνες κολλαγόνου οργανώνονται σε πρωτογενείς, δευτερογενείς και τριτογενείς δεσμίδες, καθεμία από τις οποίες περιβάλλεται από ένα λεπτό περίβλημα συνδετικού ιστού που ονομάζεται ενδοτενόντιο, το οποίο περιέχει αιμοφόρα αγγεία και νεύρα. Αυτή η ιεραρχική δομή επιτρέπει στον τένοντα να αντέχει σε υψηλά μηχανικά φορτία και να διατηρεί τη λειτουργικότητά του υπό πίεση (Doral et al., 2010).

Ο αχίλλειος τένοντας περικλείεται από ένα παρατενόντιο, ένα περίβλημα διπλής στρώσης που μειώνει την τριβή μεταξύ του τένοντα και των γύρω ιστών. Αυτή η θήκη ενισχύει τον μηχανισμό ολίσθησης του τένοντα κατά την κίνηση και βοηθά στην παροχή θρεπτικών ουσιών που είναι απαραίτητες για την υγεία και την αποκατάσταση του τένοντα. Παρά τη δύναμή του, η αιμάτωση του τένοντα είναι σχετικά περιορισμένη, προερχόμενη από τη μυοτενόντια συμβολή, την οστική ένθεση και τον παρατενόντα. Αυτή η περιορισμένη αγγείωση συμβάλλει στην ευαισθησία του τένοντα σε τραυματισμούς και στην αργή διαδικασία επούλωσης (O'Brien, 2005).

Στο σημείο εισχώρησης στο πέλμα, ο αχίλλειος τένοντας μεταπίπτει σε ινώδη χόνδρο, ο οποίος βοηθά στην πιο ομοιόμορφη κατανομή του φορτίου και στην προστασία από τη φθορά. Αυτή η περιοχή, γνωστή ως ενθέτης, είναι κρίσιμη για την προσκόλληση και τη λειτουργία του τένοντα. Η ανατομική πολυπλοκότητα του αχίλλειου τένοντα, σε συνδυασμό με τον ουσιαστικό ρόλο του στην κίνηση των κάτω άκρων, υπογραμμίζει τη σημασία της κατανόησης της δομής και της λειτουργίας του, ιδίως στο πλαίσιο του τραυματισμού και της αποκατάστασης (Bordoni & Varacallo, 2018). Η αποτελεσματική αντιμετώπιση των τραυματισμών του αχίλλειου τένοντα απαιτεί

μια ολοκληρωμένη κατανόηση της ανατομίας του για την ανάπτυξη κατάλληλων θεραπευτικών στρατηγικών (Del Buono et al., 2013).

Η εικόνα που ακολουθεί απεικονίζει το μυϊκό σύστημα της οπίσθιας περιοχής του κάτω άκρου, με έμφαση στους μυς που συνδέονται με τον αχίλλειο τένοντα. Ο αχίλλειος τένοντας (Achilles tendon) είναι ένας ισχυρός και ανθεκτικός τένοντας που ενώνει τους μύες του γαστροκνημίου (lateral head και medial head) και του υποκνημιδίου (soleus) με το οστό της πτέρνας (calcaneus). Αυτοί οι μύες συνεργάζονται για να επιτρέψουν την πελματιαία κάμψη του ποδιού, μια κίνηση απαραίτητη για το περπάτημα, το τρέξιμο και το άλμα. Ο γαστροκνήμιος μυς, τόσο η έξω κεφαλή (lateral head) όσο και η έσω κεφαλή (medial head), μαζί με τον υποκνημίδιο μυ (soleus), σχηματίζουν τον κύριο όγκο των μυών της γάμπας. Ο αχίλλειος τένοντας, στο κάτω μέρος της εικόνας, είναι η δομή που μεταφέρει τις δυνάμεις αυτών των μυών στο οστό της πτέρνας, επιτρέποντας την κίνηση του αστραγάλου.



Εικόνα 3. Ανατομική απεικόνιση του γαστροκνημίου, του υποκνημιδίου μυός και της σύνδεσής τους με τον αχίλλειο τένοντα και το οστό της πτέρνας. Πηγή: (Wong et al., 2023)

1.2.2 Δομή Αχιλλείου Τένοντα

Η δομή του αχιλλείου τένοντα αποτελεί απόδειξη της λειτουργίας του ως πρωταρχικού αγωγού για τη μετάδοση της δύναμης από τους μύες της γάμπας στο οστό της πτέρνας, επιτρέποντας την αποτελεσματική μετακίνηση. Αποτελούμενος κυρίως από κολλαγόνο τύπου I, ο αχιλλεύς τένοντας παρουσιάζει μια εξαιρετικά οργανωμένη, ιεραρχική αρχιτεκτονική που μεγιστοποιεί την αντοχή σε εφελκυσμό και την ανθεκτικότητά του. Οι ίνες κολλαγόνου διατάσσονται σε παράλληλες δέσμες, οι οποίες συγκεντρώνονται σε μεγαλύτερες δεσμίδες, που περιβάλλονται από θήκες συνδετικού ιστού γνωστές ως ενδοτενόντιο. Αυτή η εσωτερική δομή επιτρέπει την αποτελεσματική μετάδοση των μυϊκών δυνάμεων, διατηρώντας παράλληλα την ευκαμψία και την ελαστικότητα (Doral et al., 2010).

Τον τένοντα περιβάλλει το παρατενόντιο, μια θήκη διπλής στρώσης που διευκολύνει την ομαλή ολίσθηση έναντι των γύρω ιστών. Ο παρατενόντας περιέχει πλούσιο απόθεμα νεύρων και αιμοφόρων αγγείων, αν και ο ίδιος ο αχιλλεύς τένοντας είναι σχετικά υπό-αγγειούμενος, γεγονός που συμβάλλει στην περιορισμένη επουλωτική του ικανότητα. Η αιμάτωση του τένοντα προέρχεται κυρίως από τη μυοτενόντια συμβολή, την οστέινη ενσφήνωση στο πέλμα και τον παρατενόντα. Παρά την περιορισμένη αυτή αγγείωση, το παρατενόντιο διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στην παροχή θρεπτικών ουσιών και στην απομάκρυνση των αποβλήτων, βοηθώντας στη συντήρηση και την αποκατάσταση του τένοντα (Winnicki et al., 2020).

Στο σημείο εισαγωγής του στον πτέρνα, ο αχιλλεύς τένοντας υφίσταται μετάβαση από πυκνό ινώδη ιστό σε ινώδη χόνδρο, μια εξειδικευμένη δομή που συμβάλλει στην πιο ομοιόμορφη κατανομή των μηχανικών φορτίων και μειώνει τη συγκέντρωση τάσεων στη επιφάνεια οστού-τένοντα. Αυτή η περιοχή, γνωστή ως ενθήτης, είναι ζωτικής σημασίας για την προσκόλληση και τη λειτουργία του τένοντα. Η πολύπλοκη οργάνωση των ινών κολλαγόνου, ο υποστηρικτικός ρόλος του παρατενοντίου και η εξειδικευμένη δομή της ενθέσεως συμβάλλουν στην ικανότητα του αχιλλείου τένοντα να αντέχει σε υψηλά μηχανικά φορτία και επαναλαμβανόμενες καταπονήσεις, υπογραμμίζοντας τη σημασία του στη εμβιομηχανική των κάτω άκρων και την ευπάθειά του σε τραυματισμούς (Winnicki et al., 2020). Η κατανόηση αυτών των δομικών αποχρώσεων είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη στοχευμένων μεθόδων αποκατάστασης της τενοντοπάθειας του Αχιλλείου (Van Schie et al., 2010).

1.2.3 Εμβιομηχανική και Φορτία

Η εμβιομηχανική και οι φέρουσες ιδιότητες του αχίλλειου τένοντα είναι αναπόσπαστο μέρος του ρόλου του στην ανθρώπινη κίνηση, ιδιαίτερα σε δραστηριότητες που απαιτούν σημαντική δύναμη και αντοχή, όπως το τρέξιμο, το άλμα και το περπάτημα. Ο αχίλλειος τένοντας μεταφέρει τις δυνάμεις που παράγονται από τον γαστροκνήμιο και τον υποκνημίδιο μυ στον αστράγαλο, διευκολύνοντας την πελματιαία κάμψη του ποδιού. Κατά τη διάρκεια αυτών των δραστηριοτήτων, ο τένοντας μπορεί να αντέξει φορτία έως και δεκαπλάσια του σωματικού βάρους, αποδεικνύοντας την αξιοσημείωτη δύναμη και ανθεκτικότητά του (Winnicki et al., 2020).

Είναι γεγονός πως η βάδιση χωρίζεται σε δυο φάσεις, την φάση στήριξης, όταν το πόδι βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος και την φάση αιώρησης, όταν το πόδι αιωρείται. Η φάση στήριξης κατηγοριοποιείται σε 3 μέρη, την αρχική επαφή με το έδαφος, την μέση φάση και την τελική φάση στήριξης. Ο γαστροκνήμιος μυς και η Μυοτενόντια ένωση του υποκνημιδίου διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στα δύο τελευταία στάδια της φάσης στήριξης. Ελέγχουν τη κίνηση στη μέση φάση στήριξης, δηλαδή όταν ολόκληρο το πόδι ακουμπά στο έδαφος, συνεχίζοντας με την τελική φάση στήριξης, όπου το βάρος προωθείται από την πτέρνα προς το μπροστινό μέρος του ποδιού, αυτή ανασηκώνεται και το φορτίο καταλήγει στα δάχτυλα.

Κατά τη διάρκεια της μέσης φάσης στήριξης, το πόδι παίρνει τη θέση πρηνισμού. Ο πρηνισμός προκαλεί μια εσωτερική δύναμη περιστροφής στη κνήμη, ενεργοποιώντας τους μύες της οπίσθιας επιφάνειας. Με την ενεργοποίηση αυτή ,παράγεται μια δύναμη εφελκυσμού, οδηγώντας τον άκρο πόδα σε πελματιαία κάμψη και ανάσπαση έσω χείλους. Με τον συνδυασμό πρηνισμού του ποδιού και έκταση του γόνατος , η ανάσπαση έσω χείλους προκαλεί αυξημένη πίεση στην περιοχή του αχιλλείου τένοντα, καταλήγοντας στην πτέρνα (William E. Prentice 2007).

Οι ελαστικές ιδιότητες του αχίλλειου τένοντα του επιτρέπουν να αποθηκεύει και να απελευθερώνει ενέργεια αποτελεσματικά, συμβάλλοντας στην οικονομική χρήση της μυϊκής προσπάθειας. Αυτή η ικανότητα αποθήκευσης ενέργειας οφείλεται στην ιξωδοελαστική φύση του τένοντα, η οποία του επιτρέπει να τεντώνεται και να αναδιπλώνεται κατά τη διάρκεια της κίνησης (Pierre-Jerome et al., 2010). Όταν το

πόδι χτυπά το έδαφος, ο τένοντας τεντώνεται, απορροφώντας μηχανική ενέργεια, η οποία στη συνέχεια απελευθερώνεται για να ωθήσει το σώμα προς τα εμπρός. Αυτή η κυκλική διαδικασία φόρτισης και αποφόρτισης ενισχύει την αποτελεσματικότητα του τρεξίματος και του άλματος, μειώνοντας το μεταβολικό κόστος αυτών των δραστηριοτήτων (Winnicki et al., 2020).

Ωστόσο, τα ψηλά μηχανικά φορτία και η επαναλαμβανόμενη καταπόνηση στην οποία υποβάλλεται ο αχίλλειος τένοντας τον καθιστούν ευάλωτο σε τραυματισμούς λόγω υπερβολικής χρήσης. Αυτοί οι τραυματισμοί συχνά προκύπτουν από την αδυναμία του τένοντα να ανακάμψει επαρκώς από τις μικροβλάβες που υφίσταται κατά τη διάρκεια των επίπονων δραστηριοτήτων (Lozano et al., 2019). Παράγοντες όπως η απότομη αύξηση της έντασης της δραστηριότητας, τα ακατάλληλα υποδήματα και οι εμβιομηχανικές ανωμαλίες μπορούν να επιδεινώσουν τον κίνδυνο τραυματισμού μεταβάλλοντας την κατανομή του φορτίου και αυξάνοντας την καταπόνηση του τένοντα (Winnicki et al., 2020).

1.3 Τενόντιες Παθήσεις

Η τενοντοπάθεια είναι ένας γενικός όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει παθήσεις των τενόντων που προκαλούν πόνο, δυσλειτουργία και συχνά φλεγμονή. Οι τενοντοπάθειες μπορεί να περιλαμβάνουν φλεγμονώδεις καταστάσεις όπως η τενοντίτιδα (φλεγμονή του τένοντα) ή η τενοντοθυλακίτιδα (φλεγμονή του περιβλήματος του τένοντα), καθώς και μη φλεγμονώδεις εκφυλιστικές καταστάσεις όπως η τενοντωση, που χαρακτηρίζεται από εκφύλιση και μικροτραυματισμούς στον ιστό του τένοντα χωρίς απαραίτητα την παρουσία φλεγμονής. Οι τενοντοπάθειες είναι συχνές σε άτομα που επαναλαμβάνουν συγκεκριμένες κινήσεις ή που υποβάλλουν τους τένοντες τους σε υπερβολική καταπόνηση.

1.3.1 Τύποι και Κλινική Εικόνα

Οι παθήσεις των τενόντων περιλαμβάνουν μια ποικιλία παθήσεων που επηρεάζουν τη δομική ακεραιότητα και τη λειτουργία των τενόντων, η καθεμία από τις οποίες παρουσιάζει ξεχωριστά κλινικά χαρακτηριστικά. Η τενοντοπάθεια είναι μία από τις πιο διαδεδομένες παθήσεις των τενόντων, που χαρακτηρίζεται από χρόνια πόνο, οίδημα και μειωμένη απόδοση. Η κατάσταση αυτή προκύπτει από την επαναλαμβανόμενη υπερβολική χρήση, που οδηγεί σε αποδιοργάνωση του κολλαγόνου και μικροβλάβες εντός του τένοντα. Οι ασθενείς συχνά αναφέρουν σταδιακή έναρξη του πόνου που επιδεινώνεται με τη δραστηριότητα και βελτιώνεται με την ανάπαυση. Ο προσβεβλημένος τένοντας μπορεί να εμφανίζεται παχυσμένος και η ψηλάφηση συνήθως αποκαλύπτει τοπική ευαισθησία (Millar et al., 2021).

Η τενοντίτιδα, μια άλλη συχνή διαταραχή του τένοντα, περιλαμβάνει οξεία φλεγμονή του τένοντα. Συνήθως προκύπτει από ξαφνική αύξηση της σωματικής δραστηριότητας ή από άμεσο τραύμα. Κλινικά, η τενοντίτιδα παρουσιάζεται με οξύ πόνο, θερμότητα, οίδημα και μερικές φορές ερυθρότητα στην πληγείσα περιοχή. Σε αντίθεση με την τενοντοπάθεια, η τενοντίτιδα περιλαμβάνει μια σαφή φλεγμονώδη διαδικασία και οι ασθενείς συχνά βιώνουν πόνο τόσο κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας όσο και κατά την ανάπαυση. Η έγκαιρη παρέμβαση με αντιφλεγμονώδεις θεραπείες και ξεκούραση μπορεί να οδηγήσει σε γρήγορη υποχώρηση των συμπτωμάτων (Oliva et al., 2017).

Η τενοντωση είναι μια χρόνια εκφύλιση στο εσωτερικό του τένοντα χωρίς σημεία φλεγμονώδους αντίδρασης και συνήθως οφείλεται σε μικροτραυματισμούς ή σε

αγγειακή δυσλειτουργία. Η τενόντωση χαρακτηρίζεται από πιθανές εστίες ασβεστοποίησης, εκφύλιση και αποπροσανατολισμό των κολλαγόνων ινών της περιοχής, και απουσία φλεγμονωδών κυττάρων. Είναι πιθανή η εμφάνιση νεο-αγγείωσης και υπερπλασίας των νεύρων στην περιοχή στην οποία συνήθως παρατηρείται και πόνος που αυξάνεται σταδιακά με την πάροδο του χρόνου (Κωνσταντίνος Α. Φουσέκης, 2015).

Η παρατενοντίτιδα είναι η φλεγμονώδης αντίδραση του παρατένοντα (εξωτερικού στρώματος του τένοντα) η οποία συνοδεύεται από εναπόθεση ινώδους ιστού. Η παρατενοντίτιδα είναι αποτέλεσμα των λανθασμένων φορτίσεων ή τριβών μεταξύ του παρατένοντα και του τένοντα ή του παρατένοντα και κάποιας οστικής προεξοχής. Στην παρατενοντίτιδα παρατηρείται κριγμός κατά την κλινική εξέταση.

Η πιθανή συνύπαρξη δύο παθολογικών καταστάσεων στον τένοντα, όπως για παράδειγμα παρατενοντίτιδα με τενόντωση, στην οποία παρατηρείται βλεννώδης εκφύλιση του τένοντα καθώς και διήθηση φλεγμονωδών κυττάρων στον παρατένοντα δυσκολεύει τόσο την ορθή διάγνωση όσο και τη στοχευμένη αποκατάσταση της (Φουσέκης, 2015).

Η ρήξη τένοντα είναι ένας σοβαρός τραυματισμός που χαρακτηρίζεται από την πλήρη ή μερική ρήξη των ινών του τένοντα. Η κατάσταση αυτή εμφανίζεται συχνά κάτω από υψηλά μηχανικά φορτία ή λόγω οξέος τραύματος. Κλινικά, οι ρήξεις τενόντων παρουσιάζονται με ξαφνικό, οξύ πόνο, ακουστό κρότο και άμεση λειτουργική απώλεια στο προσβεβλημένο άκρο (Oliva et al., 2017). Το πρήξιμο και οι μώλωπες αναπτύσσονται συνήθως γρήγορα και ένα κενό μπορεί να είναι ψηλαφητό στο σημείο της ρήξης (Millar et al., 2021). Η διάγνωση επιβεβαιώνεται με απεικονιστικές τεχνικές όπως το υπερηχογράφημα ή η μαγνητική τομογραφία. Συχνά απαιτείται χειρουργική αποκατάσταση, ιδίως για πλήρεις ρήξεις, ακολουθούμενη από εκτεταμένη αποκατάσταση για την αποκατάσταση της λειτουργικότητας (Murtaugh & Ihm, 2013).

Η τενοντοθυλακίτιδα, η φλεγμονή του περιβλήματος του τένοντα, είναι ένας άλλος τύπος πάθησης των τενόντων που συνδέεται συχνά με τη ρευματοειδή αρθρίτιδα. Παρουσιάζεται με πόνο, οίδημα και δυσκολία στην κίνηση της προσβεβλημένης

άρθρωσης. Η χρόνια τενοντίτιδα μπορεί να οδηγήσει σε εκφυλισμό του τένοντα και πιθανή ρήξη, εάν δεν αντιμετωπιστεί κατάλληλα (Scott et al., 2013).

Η τενοντοθυλακίτιδα χωρίζεται επίσης σε δυο κατηγορίες σε, του θυλάκου που παρεμβάλλεται μεταξύ του τένοντα και του δέρματος, η οποία οφείλεται σε τριβή της περιοχής. Προσβάλλει συνήθως γυναίκες που φορούν μη κατάλληλα υποδήματα, τα οποία υποβάλλουν σε τριβή την πάνω περιοχή. Εκδηλώνεται με πόνο στην περιοχή του αχίλλειου τένοντα καθώς διόγκωση και ερυθρότητα. Ενώ του θυλάκου που παρεμβάλλεται μεταξύ του τένοντα και του οστού της πτέρνας. Προσβάλλει κυρίως άτομα που είναι δρομείς ή χορευτές. Κλινικά εκδηλώνεται με πόνο στις πλάγιες επιφάνειες του αχίλλειου τένοντα και διαπιστώνεται ευαισθησία (Ν.Γ Γαλανόπουλος 2000).

Οι παθήσεις των τενόντων μπορούν επίσης να επηρεαστούν από συστηματικές καταστάσεις όπως ο διαβήτης, ο οποίος προδιαθέτει τους τένοντες σε τραυματισμό μέσω της συσσώρευσης τελικών προϊόντων προχωρημένης γλυκοποίησης. Τα προϊόντα αυτά σκληραίνουν τη μήτρα κολλαγόνου, καθιστώντας τους τένοντες πιο επιρρεπείς σε βλάβες (Millar et al., 2021). Η κλινική διαχείριση των παθήσεων των τενόντων απαιτεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση, η οποία περιλαμβάνει ακριβή διάγνωση, προσαρμοσμένες θεραπευτικές παρεμβάσεις και συνεχή παρακολούθηση για την πρόληψη της υποτροπής και τη διασφάλιση της βέλτιστης αποκατάστασης (Oliva et al., 2017).

1.3.2 Επούλωση Τένοντα

Η επούλωση των τενόντων είναι μια σύνθετη και πολύπλευρη διαδικασία που μπορεί να χωριστεί σε γενικές γραμμές σε τρεις αλληλοεπικαλυπτόμενες φάσεις: φλεγμονή, πολλαπλασιασμός και αναδιαμόρφωση. Κάθε φάση διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στην αποκατάσταση της δομικής ακεραιότητας και της λειτουργίας του τραυματισμένου τένοντα (Müller et al., 2015).

Η αρχική φάση της φλεγμονής αρχίζει αμέσως μετά τον τραυματισμό και διαρκεί αρκετές ημέρες. Η φάση αυτή χαρακτηρίζεται από την εισροή φλεγμονωδών κυττάρων, όπως τα ουδετερόφιλα και τα μακροφάγα, στο σημείο του τραυματισμού. Τα κύτταρα αυτά βοηθούν στην απομάκρυνση των υπολειμμάτων και απελευθερώνουν κυτταροκίνες και αυξητικούς παράγοντες που ξεκινούν τη διαδικασία επούλωσης. Η φάση αυτή περιλαμβάνει επίσης το σχηματισμό

αιματώματος και την απελευθέρωση σηματοδοτικών μορίων που προσελκύουν ινοβλάστες και άλλα επιδιορθωτικά κύτταρα στο σημείο του τραυματισμού (Howell et al., 2017).

Ακολουθεί η φάση του πολλαπλασιασμού, η οποία διαρκεί από λίγες ημέρες έως αρκετές εβδομάδες. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, οι ινοβλάστες συνθέτουν κολλαγόνο και άλλα συστατικά της εξωκυτταρικής μήτρας για να σχηματίσουν μια νέα, αν και αποδιοργανωμένη, μήτρα του τένοντα (Nichols et al., 2019). Η αγγειογένεση, ο σχηματισμός νέων αιμοφόρων αγγείων, λαμβάνει χώρα για την παροχή θρεπτικών συστατικών και οξυγόνου στον επουλωτικό ιστό. Αυτή η νεοαγγείωση είναι απαραίτητη για τη διατήρηση των μεταβολικών αναγκών των πολλαπλασιαζόμενων κυττάρων και τη διευκόλυνση της απομάκρυνσης των μεταβολικών αποβλήτων. Οι ίνες κολλαγόνου που παράγονται κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης είναι αρχικά κολλαγόνο τύπου III, το οποίο αντικαθίσταται σταδιακά από το ισχυρότερο κολλαγόνο τύπου I καθώς η επούλωση εξελίσσεται (Howell et al., 2017).

Η φάση της αναδιαμόρφωσης μπορεί να εκτείνεται από εβδομάδες έως μήνες και περιλαμβάνει την ωρίμανση και την αναδιοργάνωση των ινών κολλαγόνου σε μια πιο παράλληλη και ευθυγραμμισμένη δομή, που μοιάζει με εκείνη ενός υγιούς τένοντα. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, ο τένοντας ανακτά σταδιακά την εφελκυστική του αντοχή και τις λειτουργικές του ικανότητες. Η μηχανική φόρτιση μέσω ελεγχόμενων ασκήσεων είναι κρίσιμη σε αυτό το στάδιο, καθώς διεγείρει την ευθυγράμμιση των ινών κολλαγόνου και προωθεί την αποκατάσταση της φυσιολογικής αρχιτεκτονικής του τένοντα (Müller et al., 2015).

Παρά αυτές τις καλά οργανωμένες φάσεις, η επούλωση του τένοντα είναι συχνά ατελής και μπορεί να οδηγήσει σε ουλώδη ιστό που είναι λειτουργικά κατώτερος από τον αρχικό τένοντα. Η αγγειακή φύση των τενόντων περιορίζει την παροχή θρεπτικών συστατικών, επιβραδύνοντας τη διαδικασία επούλωσης. Επιπλέον, οι χρόνιοι τραυματισμοί, όπως η τενοντοπάθεια, μπορεί να περιλαμβάνουν επίμονο εκφυλισμό και ανεπαρκείς αντιδράσεις αποκατάστασης (Müller et al., 2015).

Η ενίσχυση της επούλωσης των τενόντων περιλαμβάνει διάφορες στρατηγικές, όπως η χρήση αυξητικών παραγόντων, η θεραπεία με βλαστοκύτταρα και τα πρωτόκολλα μηχανικής φόρτισης. Αυτές οι προσεγγίσεις αποσκοπούν στην επιτάχυνση της

διαδικασίας επούλωσης, στη βελτίωση της ποιότητας του αποκατεστημένου τένοντα και στην αποκατάσταση της λειτουργίας (Müller et al., 2015). Η κατανόηση των περιπλοκών της επούλωσης των τενόντων είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη αποτελεσματικών θεραπευτικών παρεμβάσεων και τη βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων της αποκατάστασης των τραυματισμών των τενόντων (Killian et al., 2012).

1.4 Τενοντοπάθεια Αχιλλείου

1.4.1 Επιδημιολογία

Η τενοντοπάθεια του αχίλλειου είναι μια διαδεδομένη πάθηση, ιδίως μεταξύ των αθλητών και των σωματικά δραστήριων ατόμων. Επιδημιολογικές μελέτες δείχνουν ότι προσβάλλει περίπου το 7-9% των δρομέων, με ποσοστό εμφάνισης περίπου 2,35 ανά 1000 αθλητές-εκθέσεις. Η πάθηση αυτή δεν περιορίζεται μόνο στους αθλητές-είναι επίσης συχνή στο γενικό πληθυσμό, ιδίως μεταξύ ατόμων μέσης ηλικίας που ασχολούνται με αθλήματα αναψυχής (Maffulli et al., 2020).

Η πάθηση είναι πιο διαδεδομένη στους άνδρες από ό,τι στις γυναίκες, πιθανώς λόγω των υψηλότερων ποσοστών συμμετοχής σε αθλήματα υψηλής πρόσκρουσης. Στους παράγοντες κινδύνου περιλαμβάνονται η υπερβολική χρήση, η ξαφνική αύξηση της έντασης της προπόνησης, τα κακά υποδήματα και οι εμβιομηχανικές ανωμαλίες, όπως η πλατυποδία ή η ακατάλληλη βάδιση (Maffulli et al., 2020). Επιπλέον, συστηματικές παθήσεις όπως ο διαβήτης και η παχυσαρκία μπορούν να συμβάλουν στην ανάπτυξη τενοντοπάθειας του αχίλλειου, καθώς επηρεάζουν την υγεία του τένοντα και τους μηχανισμούς αποκατάστασης (Wang et al., 2022).

Η υψηλότερη επίπτωση παρατηρείται σε άτομα ηλικίας 30-50 ετών, πιθανότατα λόγω του συνδυασμού της συνεχούς σωματικής δραστηριότητας και των σχετιζόμενων με την ηλικία αλλαγών στην ελαστικότητα και την αγγείωση του τένοντα. Επαγγελματικοί παράγοντες παίζουν επίσης ρόλο, με υψηλότερα ποσοστά σε επαγγέλματα που απαιτούν επαναλαμβανόμενη καταπόνηση του αχίλλειου τένοντα (Wang et al., 2022).

1.4.2 Παθοφυσιολογία

Η παθοφυσιολογία της τενοντοπάθειας του Αχιλλείου περιλαμβάνει μια πολύπλοκη αλληλεπίδραση μηχανικών, κυτταρικών και βιοχημικών παραγόντων. Η πάθηση προκύπτει από την επαναλαμβανόμενη υπερβολική χρήση και την υπερβολική

φόρτιση του αχίλλειου τένοντα, οδηγώντας σε μικρορωγμές και αποτυχημένη αντίδραση επούλωσης. Αντί να εξελίσσεται μέσω των φυσιολογικών σταδίων φλεγμονής, πολλαπλασιασμού και αναδιαμόρφωσης, ο τένοντας υφίσταται εκφυλιστικές αλλαγές (Ackermann et al., 2018).

Μικροσκοπικά, η τενοντοπάθεια χαρακτηρίζεται από αποδιοργάνωση του κολλαγόνου, αυξημένη περιεκτικότητα σε πρωτεογλυκάνη και παρουσία νεοαγγείωσης. Η συνήθης παράλληλη ευθυγράμμιση των ινών κολλαγόνου διαταράσσεται, με αποτέλεσμα την αποδυνάμωση της δομικής ακεραιότητας. Τα τενοκύτταρα, τα κύτταρα του τένοντα που είναι υπεύθυνα για τη διατήρηση της εξωκυττάριας μήτρας, γίνονται υπερκυτταρικά και παράγουν μη φυσιολογικές πρωτεΐνες της μήτρας (Wezenbeek et al., 2018).

Βιοχημικά, παρατηρείται ρύθμιση των μεταλλοπρωτεϊνών της μήτρας, ενζύμων που αποικοδομούν το κολλαγόνο, και ανισορροπία μεταξύ αναβολικών και καταβολικών διεργασιών εντός του τένοντα. Αυτές οι αλλαγές οδηγούν σε συσσώρευση αποικοδομημένης μήτρας και σε μειωμένη λειτουργία του τένοντα. Επιπλέον, φλεγμονώδεις μεσολαβητές όπως οι κυτοκίνες και οι προσταγλανδίνες, αν και υπάρχουν σε χαμηλότερα επίπεδα από ό,τι σε οξεία φλεγμονή, συμβάλλουν στον πόνο και στην περαιτέρω αποδόμηση των ιστών (Wezenbeek et al., 2018).

Η νεοαγγείωση, αν και αρχικά αποτελεί μια επανορθωτική αντίδραση, εισάγει την ενσφήνωση των νεύρων στον τένοντα, η οποία σχετίζεται με χρόνιο πόνο. Αυτή η παρεκκλίνουσα αγγείωση αποτυγχάνει να παράσχει επαρκή επούλωση, διαιωνίζοντας τον κύκλο του εκφυλισμού και του πόνου (Wezenbeek et al., 2018).

1.4.3 Αιτιολογία

Οι παράγοντες τραυματισμού του αχίλλειου τένοντα μπορούν να είναι είτε ενδογενείς είτε εξωγενείς. Μερικοί από τους ενδογενείς μπορούν να είναι: Λανθασμένος τρόπος προπόνησης (σκληρή επιφάνεια εδάφους). Η ύπαρξη εμβιομηχανικών προβλημάτων στο πόδι του αθλητή, υπέρχρηση του ποδιού (Overuse Syndromes), εναλλαγή από ψηλά υποδήματα σε χαμηλά και αντιστρόφως, Μικροτραυματισμοί σε βάθος χρόνου, ηλικία (>35 ετών), γένος (συχνότερα σε άνδρες), σωματικό βάρος και ύψος, ψυχολογικοί και ψυχοκινητικοί παράγοντες και κατασκευαστικές ανωμαλίες του ποδιού.

Μερικοί από τους εξωγενείς παράγοντες μπορούν να είναι: λανθασμένη χρήση ή κακή ποιότητα αθλητικών υποδημάτων, τραυματισμοί σε αθλήματα επαφής, αθλητικές δραστηριότητες που πραγματοποιούνται σε μη ομαλές ή ολισθηρές επιφάνειες, φαρμακευτική αγωγή αντιβιοτικών (Kvist M. et al., 1994).

Η λογική της φυσιοθεραπευτικής αποκατάστασης στην τενοντοπάθεια του αχίλλειου τένοντα βασίζεται στην ανάγκη αποκατάστασης της λειτουργίας του τένοντα, ανακούφισης του πόνου και πρόληψης της υποτροπής. Η αχίλλειος τενοντοπάθεια, που χαρακτηρίζεται από χρόνιο πόνο και εκφύλιση λόγω υπερβολικής χρήσης, διαταράσσει τη φυσιολογική αρχιτεκτονική του τένοντα και δυσχεραίνει την κίνηση. Η φυσικοθεραπεία αντιμετωπίζει αυτά τα ζητήματα μέσω μιας δομημένης, τεκμηριωμένης προσέγγισης που περιλαμβάνει διαχείριση της φόρτισης, έκκεντρες ασκήσεις και συμπληρωματικές θεραπείες (Wong et al., 2023).

Η διαχείριση της φόρτισης είναι ζωτικής σημασίας για την πρόληψη περαιτέρω βλάβης του τένοντα, ενώ παράλληλα προάγει την επούλωση. Η σταδιακή επανεισαγωγή της δραστηριότητας βοηθά τον τένοντα να προσαρμοστεί στην καταπόνηση χωρίς να επιδεινωθεί ο τραυματισμός (Amlang et al., 2011). Οι έκκεντρες ασκήσεις, όπου ο τένοντας επιμηκύνεται υπό φόρτιση, είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές στην τόνωση της αναδιαμόρφωσης και της ενδυνάμωσης του τένοντα. Αυτές οι ασκήσεις ενισχύουν την ευθυγράμμιση του κολλαγόνου και την αντοχή στον εφελκυσμό, εξουδετερώνοντας τις εκφυλιστικές αλλαγές που χαρακτηρίζουν την τενοντοπάθεια (Grävare Silbernagel & Crossley, 2015).

Συμπληρωματικές θεραπείες όπως η τεχνική μάλαξη, οι υπέρηχοι και η θεραπεία με κρουστικά κύματα μπορούν να συμπληρώσουν την άσκηση μειώνοντας τον πόνο και προάγοντας την επούλωση των ιστών. Η μάλαξη βελτιώνει την κινητικότητα του τένοντα και μειώνει τη δυσκαμψία, ενώ μέθοδοι όπως ο υπέρηχος και η θεραπεία με κρουστικά κύματα ενισχύουν την τοπική ροή του αίματος και διεγείρουν τις διαδικασίες κυτταρικής αποκατάστασης (Grävare Silbernagel & Crossley, 2015).

Η ενσωμάτωση αυτών των φυσιοθεραπευτικών στρατηγικών είναι απαραίτητη για ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα αποκατάστασης. Με την αντιμετώπιση της υποκείμενης παθοφυσιολογίας της τενοντοπάθειας του αχίλλειου τένοντα, η φυσιοθεραπεία όχι μόνο μετριάξει τα συμπτώματα αλλά προάγει επίσης τη

μακροπρόθεσμη αποκατάσταση και τη λειτουργική βελτίωση, επιτρέποντας στα άτομα να επιστρέψουν στις καθημερινές τους δραστηριότητες και στις αθλητικές τους ασχολίες με μειωμένο κίνδυνο υποτροπής (Wong et al., 2023).

1.4.4 Κλινική Εικόνα

Η κλινική εικόνα της τενοντοπάθειας του αχίλλειου χαρακτηρίζεται από μια σειρά συμπτωμάτων που αντανακλούν τις υποκείμενες εκφυλιστικές αλλαγές στον τένοντα. Οι ασθενείς συνήθως παρουσιάζουν πόνο και δυσκαμψία που εντοπίζονται στην οπίσθια πτέρνα, ιδιαίτερα στην περιοχή του αχίλλειου τένοντα. Ο πόνος αυτός συχνά επιδεινώνεται με τη δραστηριότητα, ιδίως κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων που συνεπάγονται φόρτιση του τένοντα, όπως το τρέξιμο, το άλμα ή το ανέβασμα σκαλοπατιών. Στα αρχικά στάδια, ο πόνος μπορεί να εμφανίζεται μόνο μετά την άσκηση, αλλά καθώς η κατάσταση εξελίσσεται, μπορεί να εμφανίζεται κατά τη διάρκεια και μετά τη δραστηριότητα, και τελικά ακόμη και κατά την ανάπαυση (Feilmeier, 2017).

Κατά τη φυσική εξέταση, η ευαισθησία μπορεί να προκληθεί κατά μήκος του τένοντα, με την πιο έντονη δυσφορία να εντοπίζεται συνήθως 2-6 εκατοστά πάνω από το κύρτωμα της πτέρνας. Το πρήξιμο ή η πάχυνση του τένοντα μπορεί να είναι ορατά και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να γίνει αισθητή η αίσθηση τριξίματος κατά την ψηλάφηση. Ο τένοντας μπορεί επίσης να εμφανίσει σημάδια νεοαγγείωσης, τα οποία μπορούν να εκτιμηθούν μέσω απεικονιστικών τεχνικών όπως το υπερηχογράφημα Doppler, αποκαλύπτοντας αυξημένη ροή αίματος στην πληγείσα περιοχή (Alfredson & Spang, 2018).

Η λειτουργική έκπτωση αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα της τενοντοπάθειας του Αχιλλείου, με τους ασθενείς να αναφέρουν συχνά μείωση της ικανότητάς τους να εκτελούν δραστηριότητες που καταπονούν τον τένοντα. Αυτό περιλαμβάνει μειωμένη δύναμη και αντοχή των μυών της γάμπας, που οδηγεί σε αλλοιωμένο μοτίβο βάδισης και αντισταθμιστικές κινήσεις. Η κλινική εικόνα, σε συνδυασμό με τα απεικονιστικά ευρήματα, βοηθά στην επιβεβαίωση της διάγνωσης και καθοδηγεί στην ανάπτυξη ενός αποτελεσματικού σχεδίου αποκατάστασης, με στόχο την ανακούφιση του πόνου, την αποκατάσταση της λειτουργίας και την πρόληψη της υποτροπής (Alfredson & Spang, 2018).

1.4.5 Διάγνωση

Η διάγνωση της τενοντοπάθειας του αχίλλειου περιλαμβάνει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση, η οποία συνδυάζει το ιστορικό του ασθενούς, τη φυσική εξέταση και τις απεικονιστικές τεχνικές. Οι κλινικοί γιατροί ξεκινούν με τη συλλογή λεπτομερούς ιστορικού, εστιάζοντας στην έναρξη, τη διάρκεια και τη φύση των συμπτωμάτων, καθώς και σε τυχόν δραστηριότητες ή παράγοντες που προκάλεσαν την εκδήλωση (Dams et al., 2017). Οι ασθενείς συχνά αναφέρουν σταδιακή έναρξη πόνου και δυσκαμψίας στην οπίσθια πτέρνα, που επιδεινώνεται με τη σωματική δραστηριότητα (Ceravolo et al., 2020).

Κατά τη διάρκεια της φυσικής εξέτασης, η ψηλάφηση του αχίλλειου τένοντα συνήθως αποκαλύπτει ευαισθησία, ιδιαίτερα 2-6 εκατοστά πάνω από την πτέρνα, όπου η τενοντοπάθεια είναι πιο συχνή. Μπορεί επίσης να παρατηρηθεί οίδημα, πάχυνση και τριγμός. Οι λειτουργικές αξιολογήσεις, όπως η δοκιμασία ανύψωσης της πτέρνας, βοηθούν στην αξιολόγηση της δύναμης και της αντοχής των μυών της γάμπας, αποκαλύπτοντας συχνά ελλείμματα στα πάσχοντα άτομα. Η παρατήρηση της βάδισης του ασθενούς μπορεί να προσφέρει πρόσθετες πληροφορίες για τις αντισταθμιστικές κινήσεις και τις λειτουργικές βλάβες (Matthews et al., 2021).

Η απεικόνιση παίζει καθοριστικό ρόλο στην επιβεβαίωση της διάγνωσης και στην αξιολόγηση της σοβαρότητας της πάθησης. Το υπερηχογράφημα χρησιμοποιείται συνήθως λόγω της ικανότητάς του να απεικονίζει τη δομή του τένοντα, να ανιχνεύει τη νεοαγγείωση και να αξιολογεί για πάχυνση ή ρήξεις (Ceravolo et al., 2020). Το υπερηχογράφημα Doppler μπορεί να αναδείξει την αυξημένη ροή αίματος, ενδεικτική της νεοαγγείωσης που σχετίζεται με την τενοντοπάθεια. Η μαγνητική τομογραφία (MRI) παρέχει λεπτομερείς εικόνες του τένοντα και των γύρω ιστών, εντοπίζοντας εκφυλιστικές αλλαγές, ρήξεις και σχετική παθολογία με μεγάλη ακρίβεια (Ceravolo et al., 2020).

1.4.6 Κλινική Αξιολόγηση

Η κλινική αξιολόγηση της τενοντοπάθειας του Αχιλλείου είναι μια κρίσιμη διαδικασία που περιλαμβάνει λεπτομερή αξιολόγηση των συμπτωμάτων, των λειτουργικών ικανοτήτων και των φυσικών σημείων. Ξεκινά με ένα λεπτομερές ιστορικό του ασθενούς, εστιάζοντας στην έναρξη, τη διάρκεια και την ένταση του πόνου, καθώς και σε τυχόν δραστηριότητες που επιδεινώνουν τα συμπτώματα. Οι

ασθενείς συνήθως αναφέρουν σταδιακή αύξηση του πόνου και της δυσκαμψίας που εντοπίζεται στην οπίσθια πτέρνα, ιδίως μετά από περιόδους αδράνειας ή κατά τη διάρκεια σωματικής άσκησης (Bah et al., 2020).

Η φυσική εξέταση είναι απαραίτητη για τον εντοπισμό των χαρακτηριστικών σημείων της τενοντοπάθειας του αχίλλειου. Η ψηλάφηση κατά μήκος του τένοντα συνήθως αποκαλύπτει εντοπισμένη ευαισθησία, ιδίως 2-6 εκατοστά πάνω από την πτέρνα. Το πρήξιμο και η πάχυνση του τένοντα είναι κοινά, ενώ μπορεί να υπάρχουν ψηλαφητά οζίδια ή τριγμοί (Matthews et al., 2021). Ο εξεταστής εκτελεί συχνά λειτουργικές δοκιμασίες, όπως η δοκιμασία ανύψωσης της πτέρνας, η οποία μπορεί να αποκαλύψει ελλείμματα στη δύναμη και την αντοχή των μυών της γάμπας, καθώς και πόνο κατά τη διάρκεια της άσκησης (Van der Vlist et al., 2019).

Οι αξιολογήσεις του εύρους κίνησης της άρθρωσης του αστραγάλου μπορούν να εντοπίσουν περιορισμούς ή αντισταθμιστικές κινήσεις. Η παρατήρηση της βάδισης του ασθενούς μπορεί να αποκαλύψει ανωμαλίες, όπως κουτσαίνοντας ή μεταβαλλόμενο μοτίβο πρόσκρουσης του ποδιού, ενδεικτικές αντισταθμιστικών στρατηγικών για την αποφυγή του πόνου (von Rickenbach et al., 2021).

Εκτός από αυτές τις φυσικές εκτιμήσεις, η χρήση επικυρωμένων κλινικών μέτρων έκβασης, όπως το ερωτηματολόγιο του Victorian Institute of Sports Assessment-Achilles (VISA-A), παρέχει μια τυποποιημένη μέθοδο για την ποσοτικοποίηση της σοβαρότητας των συμπτωμάτων και των λειτουργικών περιορισμών. Αυτή η ολοκληρωμένη κλινική αξιολόγηση ενημερώνει για τη διάγνωση, καθοδηγεί την ανάπτυξη ενός εξατομικευμένου σχεδίου θεραπείας και βοηθά στην παρακολούθηση της προόδου κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης (Matthews et al., 2021).

1.4.7 Ιατρική Αντιμετώπιση

Η ιατρική θεραπεία της τενοντοπάθειας του αχίλλειου τένοντα περιλαμβάνει ένα φάσμα παρεμβάσεων που αποσκοπούν στη μείωση του πόνου, την προώθηση της επούλωσης και την αποκατάσταση της λειτουργίας. Η αρχική θεραπεία περιλαμβάνει συχνά συντηρητικά μέτρα, ξεκινώντας με την τροποποίηση των δραστηριοτήτων για τη μείωση του φορτίου του τένοντα. Τα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα (ΜΣΑΦ) συνταγογραφούνται συνήθως για την ανακούφιση του πόνου και τη μείωση της φλεγμονής, αν και η αποτελεσματικότητά τους στη χρόνια τενοντοπάθεια αμφισβητείται (Chen et al., 2022).

Η φυσικοθεραπεία αποτελεί ακρογωνιαίό λίθο της θεραπείας, με τις ασκήσεις έκκεντρης φόρτισης να αποδεικνύονται ιδιαίτερα αποτελεσματικές στην τόνωση της αναδιαμόρφωσης και ενδυνάμωσης του τένοντα. Συμπληρωματικές θεραπείες όπως η θεραπεία με υπερήχους, η θεραπεία με λέιζερ και η θεραπεία με κρουστικά κύματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ενίσχυση της επούλωσης των ιστών και τη μείωση του πόνου. Αυτές οι μέθοδοι λειτουργούν προωθώντας την τοπική ροή του αίματος και προκαλώντας κυτταρικές αντιδράσεις που διευκολύνουν την αποκατάσταση (Tarantino et al., 2023).

Σε περιπτώσεις όπου η συντηρητική αντιμετώπιση αποτυγχάνει, μπορεί να εξεταστούν πιο επεμβατικές θεραπείες. Οι ενέσεις κορτικοστεροειδών μπορούν να προσφέρουν προσωρινή ανακούφιση από τον πόνο, αλλά γενικά αποφεύγονται λόγω του κινδύνου ρήξης του τένοντα. Οι ενέσεις πλάσματος πλούσιου σε αιμοπετάλια (PRP) έχουν κερδίσει δημοτικότητα λόγω της δυνατότητάς τους να προάγουν την επούλωση μέσω της χορήγησης αυξητικών παραγόντων, αν και τα στοιχεία που υποστηρίζουν την αποτελεσματικότητά τους είναι μικτά (Fares et al., 2021).

Η χειρουργική επέμβαση προορίζεται για σοβαρές περιπτώσεις ή για περιπτώσεις που δεν ανταποκρίνονται στις συντηρητικές και ελάχιστα επεμβατικές θεραπείες. Οι επεμβάσεις μπορεί να περιλαμβάνουν εκκαθάριση του εκφυλισμένου ιστού, αφαίρεση οζιδίων ή αποκατάσταση του τένοντα. Η μετεγχειρητική αποκατάσταση είναι ζωτικής σημασίας για την αποκατάσταση της λειτουργίας του τένοντα και την πρόληψη της υποτροπής (Chen et al., 2022).

1.4.8 Φυσικοθεραπευτική Αντιμετώπιση

Η Φυσικοθεραπευτική θεραπεία για την τενοντοπάθεια του Αχιλλείου αποτελεί ζωτικό στοιχείο της αποκατάστασης, εστιάζοντας στη μείωση του πόνου, την επούλωση του τένοντα και την αποκατάσταση των λειτουργικών ικανοτήτων. Ο πρωταρχικός στόχος είναι η διόρθωση της αίτιας και τη μείωση του πόνου και του οιδήματος. Χρησιμοποιούνται διάφοροι μέθοδοι ορθωτικών μέσων σε σχέση με το είδος και την αίτια της τενοντοπάθειας. Σε κάποιους ασθενείς ενδέχεται η χρήση ετοιμών ή κατά παραγγελία ορθωτικών μέσων για τη διόρθωση πρηνισμού. (McKenzie D.C et al., 1985) Οι στόχοι της θεραπευτικής άσκησης περιλαμβάνουν την πρόληψη της δυσλειτουργίας, όπως την ανάπτυξη, βελτίωση, αποκατάσταση ή διατήρηση: της δύναμης, αντοχής, κινητικότητας και της ελαστικότητας,

σταθερότητας, χαλάρωσης και της συνέργειας, της ισορροπίας και των λειτουργικών δεξιοτήτων (Carolyn Kisner\Lynn Allen Colby 2003)

Τα προγράμματα έκκεντρης άσκησης αποτελούν τον ακρογωνιαίο λίθο των φυσικοθεραπευτικών παρεμβάσεων, καθώς έχει αποδειχθεί ότι προάγουν την αναδιαμόρφωση του κολλαγόνου, αυξάνουν τη δύναμη του τένοντα και μειώνουν τον πόνο. Αυτές οι ασκήσεις περιλαμβάνουν ελεγχόμενη επιμήκυνση του τένοντα υπό φόρτιση, η οποία διεγείρει τη διαδικασία επιδιόρθωσης και βελτιώνει τη δομή του τένοντα (Malliaras, 2022).

Οι τεχνικές μάλαξης, όπως το εν τω βάθει μάλαξη, χρησιμοποιούνται για τη μείωση της μυϊκής έντασης, τη βελτίωση της κυκλοφορίας και την ανακούφιση του πόνου (Hutchison et al., 2011). Αυτές οι τεχνικές βοηθούν επίσης στη διάσπαση του ουλώδους ιστού και των συμφύσεων, ενισχύοντας την ευελιξία και τη λειτουργία του τένοντα. Επιπλέον, ενσωματώνονται ασκήσεις διάτασης που στοχεύουν στους μύες της γάμπας για τη βελτίωση της ευελιξίας και τη μείωση της καταπόνησης του αχίλλειου τένοντα (Van Der Vlist et al., 2021).

Επίσης χρησιμοποιούνται μέθοδοι όπως οι υπέρηχοι, η θεραπεία με λέιζερ και η εξωσωματική θεραπεία με κρουστικά κύματα για την ενίσχυση της επούλωσης των ιστών. Αυτές οι θεραπείες λειτουργούν αυξάνοντας την τοπική ροή του αίματος, διεγείροντας τις διαδικασίες κυτταρικής επιδιόρθωσης και μειώνοντας τη φλεγμονή (Malliaras, 2022).

Η προπόνηση ιδιοδεκτικότητας και ισορροπίας είναι αναπόσπαστο μέρος της διαδικασίας αποκατάστασης, με στόχο την αποκατάσταση του νευρομυϊκού ελέγχου και την πρόληψη μελλοντικών τραυματισμών. Πρόκειται για ασκήσεις που βελτιώνουν τον συντονισμό, την ισορροπία και τη σταθερότητα, απαραίτητες για την ασφαλή και αποτελεσματική κίνηση (Murphy et al., 2018).

1.5 Φυσιοθεραπευτικό Πλάνο Ανάλογα με το Στάδιο της Νόσου

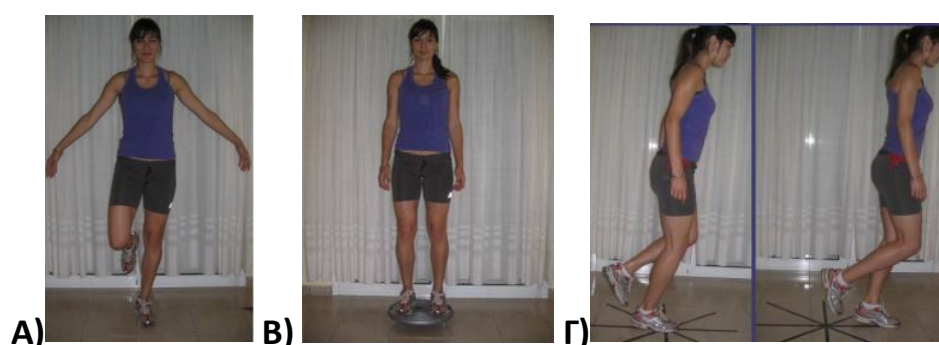
Ένα σχέδιο φυσιοθεραπείας για την τενοντοπάθεια του Αχιλλείου πρέπει να είναι προσεκτικά προσαρμοσμένο ώστε να ευθυγραμμίζεται με την εξέλιξη της νόσου, διασφαλίζοντας ότι οι παρεμβάσεις είναι κατάλληλες για κάθε στάδιο της πάθησης. Η θεραπευτική προσέγγιση χωρίζεται σε οξεία, Υποξεία και χρόνια φάση, με συγκεκριμένους στόχους και στρατηγικές για κάθε στάδιο.

Στην οξεία φάση, οι πρωταρχικοί στόχοι είναι η μείωση του πόνου και της φλεγμονής και η προστασία του τένοντα από περαιτέρω βλάβες. Αυτή η φάση διαρκεί συνήθως από λίγες ημέρες έως δύο εβδομάδες μετά την έναρξη των συμπτωμάτων. Η ανάπαυση και η τροποποίηση των δραστηριοτήτων είναι ζωτικής σημασίας, αποφεύγοντας δραστηριότητες που επιδεινώνουν τον πόνο, όπως το τρέξιμο ή τα άλματα (Frankewycz et al., 2017). Η εφαρμογή πάγου μπορεί να βοηθήσει στη διαχείριση της φλεγμονής και του πόνου. Μπορεί επίσης να συνταγογραφηθούν μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα (ΜΣΑΦ) για την ανακούφιση από τη δυσφορία και τη μείωση του οιδήματος. Εισάγονται ήπιες ασκήσεις διάτασης των μυών της γάμπας για να διατηρηθεί η ευελιξία χωρίς να ασκείται υπερβολική πίεση στον τένοντα. Επιπλέον, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανυψωτήρες φτέρνας ή ορθωτικά για να μειωθεί η καταπόνηση του αχίλλειου τένοντα κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων που φέρουν βάρος (Tarantino et al., 2023).

Καθώς ο ασθενής προχωρά στην υποξεία φάση, συνήθως δύο έως έξι εβδομάδες μετά την έναρξη των συμπτωμάτων, η εστίαση μετατοπίζεται στην προώθηση της επούλωσης και την αποκατάσταση της κινητικότητας. Οι ασκήσεις ελεγχόμενης φόρτισης αποκτούν κεντρικό ρόλο στο σχέδιο θεραπείας, ξεκινώντας με ισομετρικές ασκήσεις που περιλαμβάνουν μυϊκές συσπάσεις χωρίς κίνηση της άρθρωσης, οι οποίες βοηθούν στη διατήρηση της μυϊκής δύναμης και της ακεραιότητας του τένοντα χωρίς υπερφόρτωση του ιστού (Tarantino et al., 2023). Σταδιακά εισάγονται ασκήσεις έκκεντρης ενδυνάμωσης, δίνοντας έμφαση στην ελεγχόμενη επιμήκυνση του τένοντα υπό φόρτιση, η οποία έχει αποδειχθεί ότι διεγείρει την αναδιαμόρφωση και την αποκατάσταση του τένοντα. Οι ασκήσεις αυτές πρέπει να εκτελούνται αργά και εντός ενός εύρους χωρίς πόνο. Χρησιμοποιούνται τεχνικές μάλαξης, όπως το εν τω βάθει μαλαξη για τη βελτίωση της ροής του αίματος, τη μείωση της μυϊκής έντασης και την ενίσχυση της ευελιξίας των ιστών. Η ιδιοδεκτική εκπαίδευση, συμπεριλαμβανομένων των ασκήσεων ισορροπίας και συντονισμού, ενσωματώνεται για την αποκατάσταση του νευρομυϊκού ελέγχου και την πρόληψη μελλοντικών τραυματισμών (McAuliffe et al., 2019).

Στη χρόνια φάση, η οποία εμφανίζεται μετά από έξι εβδομάδες επίμονων συμπτωμάτων, το σχέδιο θεραπείας στοχεύει στην πλήρη αποκατάσταση της λειτουργίας του τένοντα και στην πρόληψη της υποτροπής. Σε αυτό το στάδιο, οι ασθενείς συχνά χρειάζονται ένα πιο εντατικό και δομημένο πρόγραμμα

αποκατάστασης. Συνεχίζονται οι ασκήσεις προοδευτικής φόρτισης, με έμφαση στην αύξηση της έντασης και της πολυπλοκότητας των έκκεντρων ασκήσεων (Fares et al., 2021). Οι πλειομετρικές ασκήσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν εκρηκτικές κινήσεις, όπως άλματα και πηδήματα, εισάγονται σταδιακά για την ενίσχυση της δύναμης και της ελαστικότητας του τένοντα (Malliaras, 2022). Αυτές οι ασκήσεις υψηλής έντασης πρέπει να παρακολουθούνται προσεκτικά για την αποφυγή νέου τραυματισμού. Ενσωματώνονται επίσης προηγμένες ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας και προπόνησης ισορροπίας για τη βελτίωση της δυναμικής σταθερότητας και της λειτουργικής απόδοσης (Frankewycz et al., 2017).



Εικόνα 4. Ασκήσεις ισορροπίας-ιδιοδεκτικότητας α) μονοποδική στήριξη β)διποδική στήριξη σε δίσκο ισορροπίας γ) μικρά άλματα (<https://sportsorthopaedics.gr/askisis-isorropias-idiodektikotitas/>)

Σε όλα τα στάδια της νόσου, η εκπαίδευση των ασθενών αποτελεί κρίσιμο συστατικό του σχεδίου φυσικοθεραπείας. Οι ασθενείς θα πρέπει να ενημερώνονται για τη σημασία της τήρησης του προγράμματος αποκατάστασης, το ρόλο των κατάλληλων υποδημάτων και τις στρατηγικές τροποποίησης της δραστηριότητας για την πρόληψη της υποτροπής. Θα πρέπει επίσης να εκπαιδεύονται για τα πρώιμα σημάδια της τενοντοπάθειας και τη σημασία της άμεσης αντιμετώπισης των συμπτωμάτων για την αποφυγή της εξέλιξης σε πιο σοβαρά στάδια (Frankewycz et al., 2017).

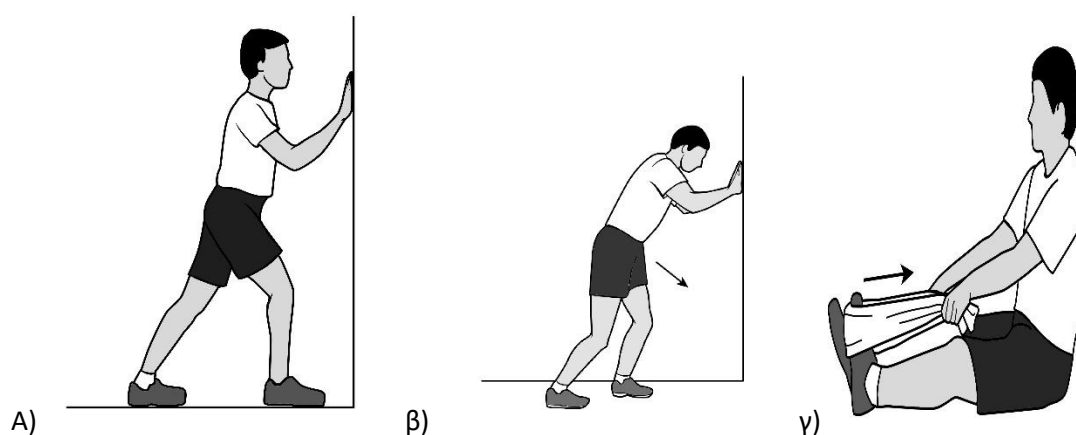
1.6 Γνωστοποιημένες Θεραπευτικές Ασκήσεις

Οι θεραπευτικές ασκήσεις και μέθοδοι παίζουν καθοριστικό ρόλο στην αποκατάσταση της τενοντοπάθειας του αχίλλειου τένοντα, με διάφορες προσεγγίσεις να έχουν αποδείξει την αποτελεσματικότητά τους στην προώθηση της επούλωσης του τένοντα και την αποκατάσταση της λειτουργίας. Οι βασικές θεραπευτικές ασκήσεις περιλαμβάνουν έκκεντρες ασκήσεις, ισομετρικές ασκήσεις και διατάσεις, ενώ οι συμπληρωματικές θεραπείες όπως η θεραπεία με κρουστικά κύματα, οι υπέρηχοι και

η θεραπεία με λέιζερ προσφέρουν πρόσθετα οφέλη στη διαχείριση των συμπτωμάτων και την ενίσχυση της αποκατάστασης (Barg & Ludwig, 2019).

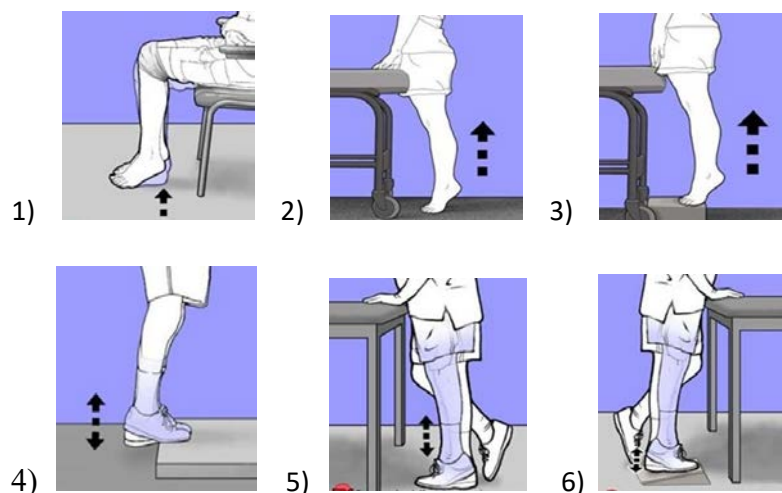
Οι ισομετρικές ασκήσεις είναι ένα άλλο πολύτιμο στοιχείο της αποκατάστασης, ιδίως στα αρχικά στάδια, όταν ο πόνος μπορεί να περιορίζει πιο δυναμικές δραστηριότητες. Οι ασκήσεις αυτές περιλαμβάνουν τη διατήρηση μιας μυϊκής σύσπασης χωρίς να αλλάζει το μήκος του μυός ή να κινείται η άρθρωση. Για τον αχίλλειο τένοντα, αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την πίεση των δακτύλων των ποδιών σε έναν τοίχο ή στο πάτωμα και τη διατήρηση της θέσης (Revak et al., 2017). Οι ισομετρικές ασκήσεις βοηθούν στη διατήρηση της μυϊκής δύναμης και της ακεραιότητας του τένοντα, στη μείωση του πόνου και στη βελτίωση της δυσκαμψίας του τένοντα, γεγονός που μπορεί να είναι ιδιαίτερα ευεργετικό κατά τις αρχικές φάσεις της αποκατάστασης (Tarantino et al., 2023).

Οι ασκήσεις διατάσεων, ειδικά για τους μύες της γάμπας, είναι απαραίτητες για τη διατήρηση της ευελιξίας και τη μείωση της τάσης στον αχίλλειο τένοντα. Η στατική διάταση περιλαμβάνει τη διατήρηση μιας διάτασης για παρατεταμένο χρονικό διάστημα, συνήθως 30 δευτερόλεπτα, για την ήπια επιμήκυνση της μονάδας μυός-τένοντα. Οι δυναμικές διατάσεις, οι οποίες ενσωματώνουν την κίνηση στη διάταση, μπορούν επίσης να είναι ευεργετικές ως μέρος μιας ρουτίνας προθέρμανσης για την προετοιμασία του τένοντα για δραστηριότητα. Οι κατάλληλες τεχνικές διάτασης διασφαλίζουν ότι το περιβάλλον μυϊκό σύστημα παραμένει ευέλικτο, μειώνοντας τον κίνδυνο περαιτέρω τραυματισμού και βοηθώντας στη συνολική αποκατάσταση του τένοντα (Egger & Berkowitz, 2017).



Εικόνα 5. Διάταση αχιλλείου τένοντα: α) γόνατο έκταση β) γόνατο κάμψη, γ) χρήση πετσέτας (<https://orthoinfo.aaos.org/en/recovery/foot-and-ankle-conditioning-program>)

Οι έκκεντρες ασκήσεις θεωρούνται ο χρυσός κανόνας για την αποκατάσταση της τενοντοπάθειας του αχίλλειου. Αυτές οι ασκήσεις περιλαμβάνουν επιμήκυνση του τένοντα υπό φόρτιση, η οποία έχει αποδειχθεί ότι διεγείρει την αναδιαμόρφωση του κολλαγόνου, αυξάνει την αντοχή του τένοντα και μειώνει τον πόνο. Ένα συνηθισμένο πρωτόκολλο περιλαμβάνει τον ασθενή να στέκεται σε ένα σκαλοπάτι με τις φτέρνες μακριά από την άκρη (Aisaiding et al., 2018). Ο ασθενής ανυψώνεται και στα δύο δάχτυλα των ποδιών και στη συνέχεια χαμηλώνει αργά την πάσχουσα φτέρνα κάτω από το σκαλοπάτι χρησιμοποιώντας μόνο το τραυματισμένο πόδι. Ο ασθενής πραγματοποιεί την άσκηση με τεντωμένο γόνατο για ενεργοποίηση του γαστροκνήμιου και με λυγισμένο γόνατο για ενεργοποίηση του υποκνημιδίου. Αυτή η άσκηση εκτελείται συνήθως δύο φορές την ημέρα για διάστημα 12 εβδομάδων, αυξάνοντας σταδιακά το φορτίο ανάλογα με την ανοχή (Revak et al., 2017). Οι έκκεντρες ασκήσεις στοχεύουν στις εκφυλιστικές αλλαγές εντός του τένοντα, προωθώντας την ευθυγράμμιση των ινών κολλαγόνου και ενισχύοντας την ικανότητα του τένοντα να φέρει φορτίο (Jielile et al., 2016).



Εικόνα 6. Έκκεντρες ασκήσεις 1) ανύψωση πτέρνας από κατιστή θέση, 2) ανύψωση από όρθια θέση με τα δυο ποδιά, 3) ανύψωση σε σκαλοπάτι, 4) αργή φόρτιση του αχιλλείου μεταφορά βάρους στο πάσχον, 5) ανύψωση μονοποδική, 6) σε κεκλιμένο επίπεδο (<https://socialwelfare.upatras.gr/2023/07/17/askisiologio-gia-apokatastasi-tenon/>)

Η θεραπεία με κρουστικά κύματα, ή εξωσωματική θεραπεία με κρουστικά κύματα (Extracorporeal Shockwave Therapy-ESWT), είναι μια μη επεμβατική θεραπεία που χρησιμοποιεί ακουστικά κύματα για την προώθηση της επούλωσης στους τενόντιους

ιστούς. Η μηχανική ενέργεια από τα κρουστικά κύματα αυξάνει τη ροή του αίματος, διεγείρει τις διαδικασίες κυτταρικής αποκατάστασης και προκαλεί αναλγητική δράση (Aisaiding et al., 2018). Κλινικές μελέτες έχουν αποδείξει ότι η ESWT μπορεί να μειώσει σημαντικά τον πόνο και να βελτιώσει τη λειτουργία σε ασθενείς με τενοντοπάθεια του Αχιλλείου, καθιστώντας την πολύτιμο συμπλήρωμα της αποκατάστασης με βάση την άσκηση. Συνήθως, η θεραπεία περιλαμβάνει πολλαπλές συνεδρίες σε διάστημα αρκετών εβδομάδων, με παραμέτρους προσαρμοσμένες στις ανάγκες του ατόμου (O'Neill et al., 2015).

Η θεραπεία με υπερήχους χρησιμοποιεί ηχητικά κύματα υψηλής συχνότητας για την τόνωση της επούλωσης των ιστών και τη μείωση του πόνου. Οι θερμικές επιδράσεις των υπερήχων αυξάνουν την τοπική ροή του αίματος, ενισχύουν την εκτασιμότητα των ιστών και προάγουν την επούλωση των τενόντιων ιστών. Οι μη θερμικές επιδράσεις, όπως η σπηλαίωση και η ακουστική ροή, μπορούν επίσης να ενισχύσουν τους μηχανισμούς κυτταρικής αποκατάστασης. Η θεραπεία με υπερήχους εφαρμόζεται συνήθως σε συνδυασμό με θεραπευτικές ασκήσεις, παρέχοντας ένα συνεργιστικό αποτέλεσμα που ενισχύει τη συνολική διαδικασία αποκατάστασης (Merry et al., 2022).

Η θεραπεία με λέιζερ, ή «θεραπεία με λέιζερ χαμηλού επιπέδου» (Low-Level Laser Therapy-LLLT), χρησιμοποιεί φωτεινή ενέργεια για να διεισδύσει στους ιστούς και να διεγείρει την κυτταρική δραστηριότητα. Αυτή η επίδραση της φωτοβιοδιαμόρφωσης ενισχύει τη μιτοχονδριακή λειτουργία, αυξάνει την παραγωγή ATP και προάγει την αποκατάσταση των ιστών. Η θεραπεία με λέιζερ έχει αποδειχθεί ότι μειώνει τον πόνο, τη φλεγμονή και επιταχύνει την επούλωση σε τενόντιους ιστούς. Συχνά χρησιμοποιείται ως συμπλήρωμα άλλων μεθόδων θεραπείας, συμβάλλοντας σε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση αποκατάστασης (Merry et al., 2022).

Οι τεχνικές μάλαξης, όπως το μασάζ εν τω βάθει ιστών, συμπληρώνουν αυτές τις ασκήσεις και τις μεθόδους, αντιμετωπίζοντας τη μυϊκή ένταση και βελτιώνοντας την κυκλοφορία αίματος γύρω από τον τένοντα. Αυτές οι τεχνικές συμβάλλουν στη διάσπαση των συμφύσεων, στη μείωση του σχηματισμού ουλώδους ιστού και στην ενίσχυση της ευελιξίας και της κινητικότητας της πληγείσας περιοχής. Σε συνδυασμό με την άσκηση, η μάλαξη μπορεί να διευκολύνει περαιτέρω την επούλωση του τένοντα και τη λειτουργική αποκατάσταση (Tarantino et al., 2023).



Εικόνα 7. Μάλαξη αχιλλείου τένοντα (https://www.fmh.gr/tenontopatheia-achilleioy-tenonta-physikotherapeia/#goog_rewarded)

3. Σκοπός

Ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα των φυσικοθεραπευτικών παρεμβάσεων στην αποκατάσταση της αχίλλειας τενοντοπάθειας, μέσα από μια συστηματική ανασκόπηση της σύγχρονης βιβλιογραφίας. Ειδικότερα, στόχος είναι να αναδειχθούν οι διαφορετικές φυσικοθεραπευτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στη θεραπεία της συγκεκριμένης πάθησης, να συγκριθούν τα αποτελέσματά τους και να εντοπιστούν οι πιο αποτελεσματικές προσεγγίσεις για τη μείωση του πόνου και τη βελτίωση της λειτουργικότητας των ασθενών.

Η εργασία στοχεύει να προσδιορίσει αν οι φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις, όπως οι έκκεντρες ασκήσεις, η χρήση θεραπευτικών υπερήχων, η προοδευτική φόρτιση και οι κρουστικοί υπέρηχοι, μπορούν να προσφέρουν κλινικά σημαντικά οφέλη στους ασθενείς με αχίλλεια τενοντοπάθεια. Παράλληλα, εξετάζεται η συμβολή της εκπαίδευσης των ασθενών και η ψυχολογική υποστήριξη στην επιτυχία της θεραπείας, καθώς και η σημασία της εξατομίκευσης των θεραπευτικών προγραμμάτων.

Μέσω αυτής της μελέτης, αναμένεται να εντοπιστούν τα ερευνητικά κενά που υπάρχουν στη σχετική βιβλιογραφία και να προταθούν κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα. Ο τελικός στόχος είναι η ενίσχυση της επιστημονικής γνώσης στον τομέα της φυσικοθεραπείας και η βελτίωση της κλινικής πρακτικής, με απώτερο σκοπό την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των ασθενών με αχίλλεια τενοντοπάθεια.

4. Μεθοδολογία

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε με τη μέθοδο της Συστηματικής Ανασκόπησης, επικεντρωμένη στην αποκατάσταση της αχίλλειας τενοντοπάθειας μέσω φυσικοθεραπευτικών παρεμβάσεων. Η ανασκόπηση αυτή βασίστηκε σε μια ενδελεχή και συστηματική αναζήτηση της σχετικής βιβλιογραφίας, η οποία περιλάμβανε μελέτες που δημοσιεύθηκαν μετά το 2019. Η επιλογή των μελετών έγινε με αυστηρά κριτήρια εισόδου, διασφαλίζοντας ότι οι επιλεγμένες μελέτες ήταν κλινικές μελέτες ή μελέτες περίπτωσης, που εξέταζαν αποκλειστικά την αποκατάσταση της αχίλλειας τενοντοπάθειας σε ανθρώπους μέσω φυσικοθεραπευτικών προσεγγίσεων. Οι βάσεις δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για την αναζήτηση των μελετών ήταν το PubMed, η PEDro, το Research Gate και το Google Scholar.

Κατά την αναζήτηση, χρησιμοποιήθηκαν συγκεκριμένες λέξεις-κλειδιά που σχετίζονταν με το θέμα της εργασίας, όπως "Achilles tendinopathy", "physical therapy", "rehabilitation", και "physiotherapeutic interventions". Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε προσεκτική αξιολόγηση των τίτλων και των περιλήψεων των μελετών για την εξασφάλιση της συνάφειας με το ερευνητικό ερώτημα και τη συμμόρφωση με τα κριτήρια εισόδου. Ακολούθησε πλήρης ανάγνωση των επιλεγμένων μελετών για να επιβεβαιωθεί η καταλληλότητά τους για την ανασκόπηση.

Κριτήρια εισαγωγής άρθρων

1. Μελέτες δημοσιευμένες μετά το 2019.
2. Μελέτες που επικεντρώνονται αποκλειστικά στην αποκατάσταση της αχίλλειας τενοντοπάθειας μέσω φυσικοθεραπευτικών παρεμβάσεων σε ανθρώπους.
3. Κλινικές μελέτες, μελέτες περίπτωσης, ή ποσοτικές - ποιοτικές μελέτες.
4. Μελέτες δημοσιευμένες στην αγγλική γλώσσα.

Η στρατηγική αναζήτησης περιλάμβανε τη χρήση συνδυαστικών λέξεων όπως "and", "or", και "vs" για να συμπεριληφθούν έρευνες που συνέκριναν διαφορετικά προγράμματα φυσιοθεραπευτικής παρέμβασης για την αποκατάσταση της αχίλλειας τενοντοπάθειας. Αρχικά, οι τίτλοι και οι περιλήψεις των άρθρων εξετάστηκαν για να διασφαλιστεί ότι πληρούσαν τα κριτήρια εισόδου. Οι μελέτες που κρίθηκαν

κατάλληλες, μελετήθηκαν σε βάθος για να επιβεβαιωθεί ότι πληρούσαν όλες τις απαιτήσεις και ότι τα αποτελέσματά τους ήταν συνεπή με τους στόχους της παρούσας εργασίας. Από την συστηματική ανασκόπηση στις βάσεις δεδομένων PubMed, η PEDro, το Research Gate και Google Scholar επιλέχθηκαν 13 άρθρα τα οποία είναι σχετικά με την παρούσα εργασία.

5. Αποτελέσματα

Πίνακας 1. Πίνακας Συνοπτικής Παρουσίασης Αποτελεσμάτων

Συγγραφείς	Σκοπός μελέτης	Μεθοδολογία και ερευνητικό εργαλείο	Συμμετέχοντες / Δείγμα	Βασικά Αποτελέσματα / Συμπεράσματα
Malmgaard-Clausen, N. et al., (2021)	Να εξετάσει εάν η προσθήκη βραχυπρόθεσμης αντιφλεγμονώδους θεραπείας (NSAIDs) σε ένα πρόγραμμα φυσικοθεραπευτικής αποκατάστασης κατά την πρώιμη φάση της αχίλλειας τενοντοπάθειας προσφέρει επιπρόσθετα κλινικά ή φυσιολογικά οφέλη.	Τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: η μία έλαβε αντιφλεγμονώδη θεραπεία με naproxen για 7 ημέρες, ενώ η άλλη έλαβε εικονικό φάρμακο. Και οι δύο ομάδες ακολούθησαν το ίδιο 12-εβδομαδιαίο πρόγραμμα φυσικοθεραπευτικής αποκατάστασης. Η αξιολόγηση έγινε μέσω του ερωτηματολογίου VISA-A, της αριθμητικής κλίμακας αξιολόγησης πόνου (NRS), υπερηχογραφίας και MRI.	69 ασθενείς με πρώιμη αχίλλεια τενοντοπάθεια (34 στην ομάδα naproxen και 35 στην ομάδα πλάσέμπο).	Η φυσικοθεραπευτική αποκατάσταση βελτίωσε τα κλινικά συμπτώματα ανεξαρτήτως της προσθήκης αντιφλεγμονώδους θεραπείας. Δεν παρατηρήθηκαν επιπλέον κλινικά ή φυσιολογικά οφέλη από την προσθήκη των NSAIDs. Η βελτίωση των συμπτωμάτων ήταν μεγαλύτερη σε ασθενείς με πολύ μικρή διάρκεια συμπτωμάτων. Αυτό υποδηλώνει ότι η φυσικοθεραπεία από μόνη της είναι επαρκής για τη βελτίωση της κλινικής εικόνας σε ασθενείς με πρώιμη αχίλλεια τενοντοπάθεια.
Griffin et al., (2021)	Να συγκρίνει την αποτελεσματικότητα ενός κριτηριοβασισμένο υ προγράμματος αποκατάστασης με ένα προϋπάρχον πρόγραμμα αποκατάστασης σε ασθενείς με χρόνια μεσαία τμηματική αχίλλεια τενοντοπάθεια.	Τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: μία ομάδα ακολούθησε καθημερινές ασκήσεις με προοδευτική ένταση και η άλλη ομάδα τρεις υψηλής έντασης συνεδρίες ανά εβδομάδα με στόχους ατομικής φόρτισης. Η αξιολόγηση έγινε με την κλίμακα VISA-A, μετρήσεις της δύναμης των μυών της γάμπας και της βιομηχανικής του κάτω άκρου.	60 ασθενείς με χρόνια αχίλλεια τενοντοπάθεια που συμμετέχουν σε αθλήματα που σχετίζονται με το τρέξιμο, χωρισμένοι σε δύο ομάδες.	Η μελέτη είναι η πρώτη που προτείνει ένα εξατομικευμένο κριτηριοβασισμένο πρόγραμμα αποκατάστασης για ασθενείς με χρόνια αχίλλεια τενοντοπάθεια. Τα αποτελέσματα θα προσφέρουν μια εκτενή αξιολόγηση της δύναμης του γαστροκνημίου μυός, της αντιδραστικής δύναμης και της βιομηχανικής του κάτω άκρου, ενώ θα πραγματοποιηθούν και μακροχρόνιες παρακολουθήσεις για την εκτίμηση της συμμετοχής σε

				αθλήματα και της πιθανότητας επανεμφάνισης τραυματισμού.
Chimenti et al., (2022)	Να εξετάσει την επίδραση της εκπαίδευσης για την επιστήμη του πόνου σε συνδυασμό με την άσκηση στη μείωση του πόνου και στη βελτίωση της λειτουργίας σε ασθενείς με χρόνια αχίλλεια τενοντοπάθεια.	Τυφλή, ελεγχόμενη, τυχαιοποιημένη δοκιμή. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες που έλαβαν είτε βιοψυχοκοινωνική εκπαίδευση (PSE) είτε βιοϊατρική εκπαίδευση (PAE), ενώ όλοι ακολούθησαν πρόγραμμα άσκησης για 8 εβδομάδες. Η αξιολόγηση έγινε μέσω ερωτηματολογίων για τον πόνο και τη λειτουργία, καθώς και μέτρησης της απόδοσης της λειτουργίας και της επεξεργασίας του πόνου από το κεντρικό νευρικό σύστημα.	66 ασθενείς με χρόνια αχίλλεια τενοντοπάθεια, χωρισμένοι σε δύο ομάδες.	Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων στην κλινική βελτίωση, παρά την σημαντική μείωση του πόνου και τη βελτίωση της λειτουργίας και στις δύο ομάδες. Η εκμάθηση δεξιοτήτων για τη διαχείριση των συμπτωμάτων και η διαδικασία μάθησης φαίνεται να είναι πιο σημαντική από την ίδια την προσέγγιση εκπαίδευσης για τα βραχυπρόθεσμα κλινικά αποτελέσματα σε ασθενείς με χρόνια αχίλλεια τενοντοπάθεια.
Rabusin et al., (2021)	Να συγκρίνει την αποτελεσματικότητα της ανύψωσης πτέρνας με τις έκκεντρες ασκήσεις γαστροκνημίου στη μείωση του πόνου και στη βελτίωση της λειτουργικότητας σε ασθενείς με μέσης μοίρας αχίλλεια τενοντοπάθεια.	Τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: μία που έλαβε ανυψώσεις πτέρνας (heel lifts) και μία που ακολούθησε πρόγραμμα εκκεντρικών ασκήσεων γαστροκνημίου για 12 εβδομάδες. Η αξιολόγηση έγινε με το ερωτηματολόγιο VISA-A, την κλίμακα πόνου (VAS), και άλλες λειτουργικές μετρήσεις.	100 συμμετέχοντες με κλινικά και υπερηχογραφικά άγνωστη αχίλλεια τενοντοπάθεια (50 στην ομάδα ανύψωσης πτέρνας και 50 στην ομάδα εκκεντρικών ασκήσεων).	Η ομάδα με τις ανυψώσεις πτέρνας παρουσίασε μεγαλύτερη βελτίωση στη βαθμολογία VISA-A (26.0 μονάδες) σε σύγκριση με την ομάδα των εκκεντρικών ασκήσεων (17.4 μονάδες). Αν και η διαφορά μεταξύ των ομάδων ήταν στατιστικά σημαντική, δεν ξεπέρασε το ελάχιστο κλινικά σημαντικό όριο των 10 μονάδων. Οι ανυψώσεις πτέρνας ήταν πιο αποτελεσματικές στη μείωση του πόνου και στη βελτίωση της λειτουργίας, αλλά απαιτείται περαιτέρω έρευνα για να

				επιβεβαιωθεί η κλινική σημασία αυτών των αποτελεσμάτων.
Solomons et al., (2020)	Να συγκρίνει την αποτελεσματικότητα της ενδομυϊκής διέγερσης με ψευδο-διέγερση στη θεραπεία της χρόνιας μεσαίας τμηματικής αχίλλειας τενοντοπάθειας.	Τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη κλινική δοκιμή. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες: μια ομάδα έλαβε ενδομυϊκή διέγερση, μια άλλη έλαβε ψευδο-διέγερση, και μια τρίτη ομάδα ήταν ομάδα ελέγχου που έλαβε μόνο το πρόγραμμα αποκατάστασης. Η αποτελεσματικότητα αξιολογήθηκε με την κλίμακα VISA-A, το εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης και το πάχος του τένοντα.	52 συμμετέχοντες με χρόνια αχίλλεια τενοντοπάθεια (25 στην ομάδα G3, 19 στην ομάδα G2, 8 στην ομάδα G1).	Η βαθμολογία VISA-A βελτιώθηκε σε όλες τις ομάδες χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Η προσθήκη της ενδομυϊκής διέγερσης δεν παρείχε επιπλέον κλινικό όφελος σε σχέση με την απλή φυσιοθεραπευτική αποκατάσταση. Δεν παρατηρήθηκαν κλινικά σημαντικές διαφορές στα δευτερεύοντα αποτελέσματα μεταξύ των ομάδων.
Stefansson et al., (2019)	Να συγκρίνει την αποτελεσματικότητα της πίεσης μέσω μάλαξης στους γαστροκνήμιους μύες έναντι των εκκεντρικών ασκήσεων και του συνδυασμού τους για τη θεραπεία της αχίλλειας τενοντοπάθειας.	Τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες: μία ομάδα εκτελούσε έκκεντρες ασκήσεις, μία ομάδα λάμβανε θεραπεία με πίεση μέσω μάλαξης και μία ομάδα συνδυάζει και τις δύο παρεμβάσεις. Η αξιολόγηση έγινε μέσω του ερωτηματολογίου VISA-A, της αλγομετρίας για την αξιολόγηση του πόνου και της υπερηχογραφικής αξιολόγησης για τη μέτρηση του πάχους και της νεοαγγείωσης του τένοντα.	60 συμμετέχοντες με χρόνια αχίλλεια τενοντοπάθεια, χωρισμένοι τυχαία στις τρεις ομάδες παρέμβασης (μία ομάδα εκτελούσε έκκεντρες ασκήσεις, μία ομάδα λάμβανε θεραπεία με πίεση μέσω μάλαξης και μία ομάδα συνδυάζει και τις δύο παρεμβάσεις).	Όλες οι ομάδες εμφάνισαν βελτίωση στη βαθμολογία VISA-A, με τη μεγαλύτερη βελτίωση να παρατηρείται στην ομάδα που συνδυάζει έκκεντρες ασκήσεις και μάλαξη. Η πίεση μέσω μάλαξης φάνηκε να προσφέρει κάποια επιπρόσθετα οφέλη όταν συνδυάζεται με εκκεντρική άσκηση, ωστόσο δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων. Η μελέτη υποδεικνύει ότι ο συνδυασμός των δύο παρεμβάσεων μπορεί να είναι μια χρήσιμη στρατηγική για τη θεραπεία της χρόνιας αχίλλειας τενοντοπάθειας.
Ko et al., (2024)	Να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα της θεραπείας με παλμικά ηλεκτρομαγνητικά	Τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή με δύο ομάδες: η μία έλαβε ενεργή θεραπεία PEMF και	65 συμμετέχοντες με αχίλλεια τενοντοπάθεια (33 στην	Και οι δύο ομάδες παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στις βαθμολογίες VISA-A και NPRS

	πεδία (PEMF) σε συνδυασμό με έκκεντρες ασκήσεις στη μείωση του πόνου και τη βελτίωση της λειτουργικότητας σε ασθενείς με αχίλλεια τενοντοπάθεια.	έκκεντρες ασκήσεις και η άλλη εικονική θεραπεία PEMF (sham) και έκκεντρες ασκήσεις για 12 εβδομάδες. Η αξιολόγηση έγινε με το ερωτηματολόγιο VISA-A, την αριθμητική κλίμακα πόνου (NPRS) και την υπερηχογραφική αξιολόγηση νεοαγγείωσης του τένοντα (Öhberg score).	ομάδα PEMF και 32 στην ομάδα sham).	μετά από 12 εβδομάδες, χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων. Η υποομάδα με μεσαία τμηματική αχίλλεια τενοντοπάθεια εμφάνισε καλύτερη ανταπόκριση με την προσθήκη PEMF στη μείωση του πόνου και στον χρόνο συμμετοχής σε αθλητικές δραστηριότητες. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στη νεοαγγείωση μεταξύ των ομάδων.
Shriya et al., (2024)	Να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα της θεραπείας με χαμηλής έντασης laser (LLLT) σε συνδυασμό με έκκεντρες ασκήσεις για τη θεραπεία της μέσης μοίρας αχίλλειας τενοντοπάθειας.	Τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή με δύο ομάδες: μία ομάδα υποβλήθηκε σε LLLT και έκκεντρες ασκήσεις και μία ομάδα η οποία υποβλήθηκε σε εικονική θεραπεία LLLT (sham) και έκκεντρες ασκήσεις. Η αξιολόγηση έγινε μέσω του ερωτηματολογίου VISA-A και της οπτικής αναλογικής κλίμακας πόνου (VAS) σε διαφορετικές χρονικές στιγμές (3, 6, 12, και 24 εβδομάδες).	60 συμμετέχοντες με μέσης μοίρας αχίλλεια τενοντοπάθεια (30 στην ομάδα LLLT και 30 στην ομάδα sham).	Και οι δύο ομάδες παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στον πόνο (VAS) και στη λειτουργικότητα (VISA-A) μετά από 24 εβδομάδες. Ωστόσο, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων σε κανένα χρονικό σημείο. Η μελέτη κατέληξε στο ότι η LLLT δεν προσφέρει επιπλέον κλινικά οφέλη όταν συνδυάζεται με έκκεντρες ασκήσεις.
Romero-Morales et al., (2019)	Να συγκρίνει την αποτελεσματικότητα των εκκεντρικών ασκήσεων με δόνηση και των εκκεντρικών ασκήσεων με κρυοθεραπεία στη θεραπεία της χρόνιας μέσης μοίρας αχίλλειας τενοντοπάθειας.	Τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: μία ομάδα ακολούθησε έκκεντρες ασκήσεις με δόνηση και η άλλη ομάδα ακολούθησε έκκεντρες ασκήσεις με κρυοθεραπεία. Η αξιολόγηση έγινε με υπερηχογραφία για τη μέτρηση του πάχους και της	61 ασθενείς με χρόνια μέση μοίρα αχίλλειας τενοντοπάθειας (30 στην ομάδα με δόνηση και 31 στην ομάδα με κρυοθεραπεία).	Και οι δύο ομάδες παρουσίασαν αύξηση στο πάχος και τη διατομική επιφάνεια (CSA) του αχίλλειου τένοντα. Ωστόσο, η ομάδα με δόνηση παρουσίασε σημαντικά μεγαλύτερη αύξηση στη διατομική επιφάνεια σε σύγκριση με την ομάδα της κρυοθεραπείας.

		διατομικής επιφάνειας (CSA) του αχίλλειου τένοντα.		
Gatz et al., (2020)	Να συγκρίνει την αποτελεσματικότητα των εκκεντρικών ασκήσεων (EE) με τον συνδυασμό εκκεντρικών και ισομετρικών ασκήσεων (EE + ISO) στη θεραπεία της χρόνιας αχίλλειας τενοντοπάθειας.	Τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: μία ομάδα ακολούθησε έκκεντρες ασκήσεις (EE) και μία ομάδα ακολούθησε έκκεντρες ασκήσεις με ισομετρικές ασκήσεις (EE + ISO). Η αξιολόγηση έγινε μέσω των κλιμάκων VISA-A, AOFAS, Likert, και της υπερηχογραφικής ελαστογραφίας (SWE).	42 συμμετέχοντες (20 στην ομάδα EE και 22 στην ομάδα EE + ISO).	Και οι δύο ομάδες παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στη λειτουργικότητα του τένοντα και στη μείωση του πόνου. Ωστόσο, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων. Η υπερηχογραφική ελαστογραφία έδειξε αλλαγές στην ελαστικότητα του τένοντα, αλλά χωρίς διαφορές μεταξύ των παρεμβάσεων.
Abdelkader et al., (2021)	Να συγκρίνει την αποτελεσματικότητα του εκκεντρικού προγράμματος φόρτισης και διατάσεων (eccentric loading + stretching exercises) με ή χωρίς τη συμπληρωματική θεραπεία με κρουστικά κύματα (ESWT) στη θεραπεία της χρόνιας μη-ενθετικής αχίλλειας τενοντοπάθειας (NAT).	Τυχαιοποιημένη, διπλή-τυφλή, ελεγχόμενη δοκιμή. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: μία ομάδα έλαβε ESWT με έκκεντρες ασκήσεις και διατάσεις, και μία ομάδα έλαβε ψευδο-ESWT (sham ESWT) με έκκεντρες ασκήσεις και διατάσεις. Η αξιολόγηση έγινε μέσω VISA-A και VAS στους 1 και 16 μήνες.	50 συμμετέχοντες (22 άνδρες, 28 γυναίκες, ηλικίας 18-40 ετών) με χρόνια μη ενθετική αχίλλεια τενοντοπάθεια (25 ανά ομάδα).	Και οι δύο ομάδες παρουσίασαν βελτίωση στον πόνο (VAS) και στη λειτουργικότητα (VISA-A). Ωστόσο, η ομάδα που έλαβε ESWT παρουσίασε στατιστικά και κλινικά σημαντικά καλύτερα αποτελέσματα τόσο στους 1 όσο και στους 16 μήνες.
Król et al., (2024)	Να συγκρίνει την αποτελεσματικότητα της θεραπείας με κρουστικά κύματα (RSWT) και της θεραπευτικής υπερηχογραφίας (US) στη βελτίωση του ελέγχου της στάσης και της στατικής ισορροπίας σε ασθενείς με χρόνια αχίλλεια τενοντοπάθεια.	Τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή (RCT). Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες: μία ομάδα έλαβε κρουστικά κύματα (RSWT), μία έλαβε υπερήχους (US) και μία έλαβε εικονική θεραπεία υπερήχων (sham US). Η αξιολόγηση έγινε μέσω σταθερογραφίας και ανάλυσης τροχιών ταλάντωσης	39 συμμετέχοντες με αχίλλεια τενοντοπάθεια, χωρισμένοι ισομερώς σε τρεις ομάδες των 13 ατόμων.	Η ομάδα των κρουστικών κυμάτων (RSWT) παρουσίασε καλύτερο έλεγχο της στάσης σε σύγκριση με την ομάδα υπερήχων (US). Οι παράμετροι rambling-trembling ήταν σημαντικά μικρότερες στην ομάδα RSWT, υποδεικνύοντας καλύτερη σταθερότητα. Η υπεροχή της RSWT αποδίδεται στην ισχυρότερη φυσική

		(rambling-trembling analysis), μετρώντας παραμέτρους σταθερότητας σε όρθια στάση με ανοιχτά και κλειστά μάτια.		διέγερση που παρέχει σε σύγκριση με τους υπερήχους.
--	--	--	--	---

Ανάλυση ερευνών:

1. Αντιφλεγμονώδους θεραπείας σε συνδυασμό με την φυσιοθεραπευτική αποκατάσταση

Στη μελέτη των Malmgaard-Clausen et al. (2021), εξετάστηκε η πιθανή προστιθέμενη κλινική και φυσιολογική επίδραση της βραχυπρόθεσμης αντιφλεγμονώδους θεραπείας σε συνδυασμό με την φυσιοθεραπευτική αποκατάσταση κατά την πρώιμη φάση της αχίλλειας τενοντοπάθειας. Οι ερευνητές υποθέτησαν ότι η συνδυαστική θεραπεία θα είχε καλύτερα αποτελέσματα από τη φυσικοθεραπεία μόνη της. Η μελέτη αυτή ήταν μια τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή που περιλάμβανε 69 ασθενείς με πρώιμη αχίλλεια τενοντοπάθεια, οι οποίοι χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες: μία ομάδα έλαβε θεραπεία με naproxen για 7 ημέρες και η άλλη ομάδα έλαβε πλασέμπο, ενώ και οι δύο ομάδες ακολούθησαν ένα 12-εβδομαδιαίο πρόγραμμα φυσιοθεραπευτικής αποκατάστασης. Τα αποτελέσματα αξιολογήθηκαν μέσω του ερωτηματολογίου Victorian Institute of Sports Assessment–Achilles (VISA-A), κλίμακας αριθμητικής αξιολόγησης (NRS), υπερηχογραφίας, μαγνητικής τομογραφίας (MRI). Κατά την έρευνα διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές στα αποτελέσματα μεταξύ των δύο ομάδων σε κανένα σημείο παρακολούθησης, υποδηλώνοντας ότι η προσθήκη της αντιφλεγμονώδους θεραπείας δεν πρόσφερε επιπλέον κλινικά ή φυσιολογικά οφέλη σε σχέση με τη φυσικοθεραπεία μόνη της. Εντούτοις, παρατηρήθηκαν σημαντικές βελτιώσεις στα συμπτώματα κατά τη διάρκεια της Φυσικοθεραπευτική αποκατάστασης, με μεγαλύτερες βελτιώσεις να παρατηρούνται σε ασθενείς με πολύ μικρή διάρκεια συμπτωμάτων (<1 μήνα). Οι μετρήσεις των δομικών αλλαγών μέσω υπερηχογραφίας και MRI δεν έδειξαν καμία σημαντική αλλαγή κατά τη διάρκεια της θεραπείας, υποδηλώνοντας ότι οι κλινικές βελτιώσεις μπορεί να είναι ανεξάρτητες από τις δομικές μεταβολές στον τένοντα.

2. Κριτηριοβασισμένου προγράμματος συγκριτικά με ένα προϋπάρχον επιτυχές πρόγραμμα αποκατάστασης

Η μελέτη των Griffin et al. (2021) επικεντρώθηκε στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας ενός κριτηριοβασισμένου προγράμματος αποκατάστασης για τη χρόνια μεσαία τμηματική αχίλλεια τενοντοπάθεια, συγκριτικά με ένα προϋπάρχον

επιτυχές πρόγραμμα αποκατάστασης. Η έρευνα αυτή ήταν μια τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή που περιλάμβανε 60 συμμετέχοντες που ασχολούνται με αθλήματα που σχετίζονται με το τρέξιμο και που υπέφεραν από χρόνια αχίλλεια τενοντοπάθεια. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: η μία ομάδα ακολούθησε ένα καθημερινό πρόγραμμα ασκήσεων με προοδευτική ένταση, καθοδηγούμενο από τα συμπτώματα, ενώ η άλλη ομάδα συμμετείχε σε τρεις υψηλής έντασης συνεδρίες αποκατάστασης ανά εβδομάδα με στόχους ατομικής φόρτισης και προόδου προς τις ασκήσεις αντιδραστικής δύναμης. Οι μετρήσεις έγιναν στο σημείο εκκίνησης, στην εβδομάδα 6 και στην εβδομάδα 12, με αξιολόγηση της μέγιστης ροπής κάμψης του ποδιού, της αντιδραστικής δύναμης και της κινητικής ανάλυσης του κάτω άκρου κατά τη διάρκεια τεστ άλματος και τρεξίματος. Μακροχρόνιες παρακολούθησεις πραγματοποιήθηκαν στους 6, 12 και 24 μήνες μετά την έναρξη του προγράμματος για την αξιολόγηση της συμμετοχής σε αθλήματα και της πιθανότητας επανεμφάνισης τραυματισμού. Η μελέτη αυτή είναι η πρώτη που προτείνει ένα εξατομικευμένο κριτηριοβασιζόμενο πρόγραμμα αποκατάστασης σε ασθενείς με χρόνια αχίλλεια τενοντοπάθεια, με την πρόοδο να καθοδηγείται από τα αποτελέσματα στην ενδυνάμωση και την αντιδραστική δύναμη. Τα πρωτογενή αποτελέσματα μετρήθηκαν με το ερωτηματολόγιο VISA-A, ενώ πραγματοποιήθηκαν μακροπρόθεσμες αξιολογήσεις για να εκτιμηθεί η διαρκής επίδραση του προγράμματος αποκατάστασης.

3. Εκπαίδευση του πόνου με την άσκηση

Η μελέτη των Chimenti et al. (2022) είχε ως στόχο να εξετάσει τις επιδράσεις της εκπαίδευσης για την επιστήμη του πόνου σε συνδυασμό με την άσκηση στη διαχείριση του πόνου και της λειτουργίας σε ασθενείς με χρόνια τενοντοπάθεια αχιλλείου. Η μελέτη αυτή ήταν μια τυφλή, ελεγχόμενη, εξηγητική, τυχαιοποιημένη δοκιμή που περιλάμβανε 66 συμμετέχοντες με χρόνια αχίλλεια τενοντοπάθεια. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, όπου η μία έλαβε εκπαίδευση για την αχίλλεια τενοντοπάθεια από μια βιοψυχοκοινωνική προοπτική (PSE) και η άλλη από μια βιοϊατρική προσέγγιση (PAE). Παράλληλα, όλοι οι συμμετέχοντες ακολούθησαν ένα πρόγραμμα άσκησης διάρκειας 8 εβδομάδων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων στην μείωση του πόνου κατά την κίνηση και στην αυτοαναφερόμενη λειτουργία, παρότι και οι δύο ομάδες

παρουσίασαν κλινικά σημαντική μείωση του πόνου και βελτίωση της λειτουργίας. Η απόδοση της λειτουργίας, όπως μετρήθηκε από τον αριθμό ανύψωσης της φτέρνας, παρουσίασε βελτίωση, ενώ η επεξεργασία του πόνου από το κεντρικό νευρικό σύστημα δεν έδειξε αλλαγές. Παράλληλα, παρατηρήθηκε μείωση του φόβου κίνησης στους συμμετέχοντες, ενώ οι βελτιώσεις στον πόνο και τη λειτουργία συσχετίστηκαν με αυξημένη αυτό αποτελεσματικότητα και κέρδος γνώσης. Συμπερασματικά, η μελέτη αυτή έδειξε ότι η εκμάθηση δεξιοτήτων για τη διαχείριση των συμπτωμάτων και η διαδικασία μάθησης μπορεί να είναι πιο σημαντική για τα βραχυπρόθεσμα κλινικά αποτελέσματα από την ίδια την προσέγγιση εκπαίδευσης στους ασθενείς με χρόνια αχίλλεια τενοντοπάθεια.

4. Έκκεντρη άσκηση σε σύγκριση με ανύψωση πτέρνας (ειδικού πάτου)

Στην έρευνα των Chantel L Rabusin et al.,(2021) γίνεται σύγκριση μεταξύ της ανύψωσης πτέρνας στο παπούτσι με την χρήση ειδικού πάτου σε σχέση με την έκκεντρη άσκηση γαστροκνημίου στην μη καταφυτική τενοντοπάθεια για να εξεταστεί ποιος είναι πιο αποτελεσματικός τρόπος στην μείωση πόνου. Οι συμμετέχοντες στην έρευνα ανήλθαν στους 100 και χωρίστηκαν σε δύο ομάδες των 50. Η έρευνα κράτησε 12 εβδομάδες όπου έγιναν οι βασικές μετρήσεις με το ερωτηματολόγιο VISA-A και με άλλες 7 δευτερεύοντες μετρήσεις στις 2 στις 6 και στις 12 εβδομάδες. Στους ασθενείς της πρώτης ομάδας χορηγήθηκε ζεύγος ανυψωτικών πάτων των 12mm για αμφίπλευρη χρήση. Στην δεύτερη ομάδα ακολουθήθηκε το πρόγραμμα έκκεντρης άσκησης του Alfredson όπου ο ασθενής τοποθετεί το πάσχον σκέλος στην άκρη ενός σκαλιού σε ανυψωμένη αρχική θέση και έκκεντρα κατεβαίνει, στη συνέχεια επανέρχεται στην αρχική θέση. Ο ασθενής πραγματοποιεί την άσκηση με τεντωμένο γόνατο για ενεργοποίηση του γαστροκνημίου και με λυγισμένο για ενεργοποίηση του υποκνημιδίου. Το πρόγραμμα εκτελείται δύο φορές την μέρα σε 3 σετ των 15 επαναλήψεων. Ο πόνος κατά την διάρκεια της άσκησης αναμενόμενος και η ένδειξη για αύξηση βάρους (5 κιλών) είναι όταν εκτελείται η άσκηση χωρίς πόνο.

Τα αποτελέσματα στην βαθμολογία VISA-A έδειξαν βελτίωση κατά 26,0 βαθμούς (95% CI 19,6 έως 32,4) στην ομάδα άρσης πτέρνας και κατά 17,4 μονάδες (95% CI 9,5 έως 25,3) στην ομάδα έκκεντρων ασκήσεων. Κατά μέσο όρο, υπήρχε διαφορά μεταξύ των ομάδων υπέρ τις πρώτης ομάδας για το VISA-A κατά 9,6, 95% CI 1,8

έως 17,4, $p=0,016$. Στις δευτερεύουσες μετρήσεις υπήρχε μια στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων για τη σοβαρότητα του πόνου (VAS) (προσαρμοσμένη μέση διαφορά $-19,2$, 95% CI $-31,0$ έως $-7,4$, $p=0,002$) υπέρ της ανύψωσης πτέρνας. Η έρευνα καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η ανύψωση πτέρνας είναι πιο αποτελεσματική στη μείωση του πόνου και στη βελτίωση της λειτουργικότητας σε ενήλικες με τενοντοπάθεια στην μεσότητα του αχίλλειου.

5. έκκεντρες ασκήσεις και ενδομυϊκής διέγερσης σε σύγκριση με ψευδο-διέγερση

Η μελέτη των Solomons et al. (2020) είχε ως στόχο να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα της ενδομυϊκής διέγερσης (IMS) σε σύγκριση με ψευδο-διέγερση για τη θεραπεία της χρόνιας μεσαίας τμηματικής αχίλλειας τενοντοπάθειας. Σε αυτήν την τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη κλινική δοκιμή συμμετείχαν 52 άτομα, εκ των οποίων 46 ολοκλήρωσαν το πρωτόκολλο θεραπείας που διήρκεσε 12 εβδομάδες. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες: η πρώτη ομάδα (G3) έλαβε πρόγραμμα αποκατάστασης σε συνδυασμό με ενδομυϊκή διέγερση, η δεύτερη ομάδα (G2) ακολούθησε το ίδιο πρόγραμμα αποκατάστασης αλλά με ψευδο-διέγερση, και η τρίτη ομάδα (G1) λειτουργούσε ως ομάδα ελέγχου, λαμβάνοντας μόνο το πρόγραμμα αποκατάστασης. Η κύρια μέτρηση του αποτελέσματος ήταν η αλλαγή στη βαθμολογία VISA-A, ενώ δευτερεύουσες μετρήσεις περιλάμβαναν την αυτό αξιολόγηση της βελτίωσης, το εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης και το πάχος του τένοντα. Τα αποτελέσματα έδειξαν βελτίωση στη βαθμολογία VISA-A και στις τρεις ομάδες, χωρίς να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Επιπλέον, η αναλογία των ασθενών που ανέφεραν σημαντική βελτίωση ήταν παρόμοια και στις τρεις ομάδες, ενώ δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές και στα δευτερεύοντα αποτελέσματα. Συνολικά, η μελέτη κατέληξε ότι η προσθήκη της ενδομυϊκής διέγερσης στο πρόγραμμα αποκατάστασης για την αχίλλεια τενοντοπάθεια δεν προσέφερε πρόσθετο κλινικό όφελος σε σύγκριση με την αποκατάσταση που βασίζεται μόνο στην άσκηση.

6.Εν τω βάθει μάλαξη με έκκεντρες ασκήσεις:

Οι Stefan H Stefansson et al., (2019) αξιολόγησαν την αποτελεσματικότητα της εν τω βάθει μάλαξης (1η ομάδα), της έκκεντρης άσκησης (2η ομάδα) και του συνδυασμού των δύο (3η ομάδα) στην καταπολέμηση της τενοντοπάθειας αχιλλείου τένοντα. Οι ασθενείς της 1ης ομάδας ακολούθησαν ένα πρωτόκολλο έκκεντρης άσκησης για 12 εβδομάδες όπως περιγράφεται από τους Alfredson et al.,. Στους ασθενείς της 2 ης ομάδα ασκήθηκε μάλαξη πίεσης από τον φυσικοθεραπευτή δύο φορές την εβδομάδα για 6 εβδομάδες και μία φορά την εβδομάδα για 6 εβδομάδες. Ο θεραπευτής χρησιμοποίησε το γόνατό του για να ασκήσει πίεση στον γαστροκνήμιο σε 3 διαφορετικές θέσεις. Η πίεση κρατήθηκε μέχρι να αρχίσει ο πόνος να μειώνεται και ο μυς να αρχίσει να χαλαρώνει αλλά όχι για περισσότερο από 60 δευτερόλεπτα. Χρησιμοποιήθηκε η ανοχή των ασθενών στον πόνο ώστε να ελέγχεται η ποσότητα της πίεσης. Με αυτή την τεχνική οι ασθενείς αναμένεται να νιώσουν μια αίσθηση ανακούφισης αμέσως μετά την θεραπεία, σαν να έχει σηκωθεί ένα φορτίο από τη γάμπα και ο πόνος στην περιοχή του αχιλλείου να έχει μειωθεί. Οι ασθενείς της 3 ης ομάδας έλαβαν το ίδιο πρόγραμμα μάλαξης με την 2η ομάδα και πραγματοποίησε το ίδιο πρωτόκολλο έκκεντρης άσκησης με την 1 η ομάδα. Οι ασθενείς αξιολογήθηκαν πριν και μετά από τη θεραπεία των 4, 8, 12, και 24 εβδομάδων. Ανθρωπομετρικές τιμές ασθενών, φύλο, ηλικία, ύψος, βάρος και διάρκεια των συμπτωμάτων συγκεντρώθηκαν. Οι ασθενείς απάντησαν στην ισλανδική εκδοχή του Ερωτηματολόγιο VISA-A (VISA-A-IS). Ο πόνος κατά την ψηλάφηση του αχιλλείου τένοντα αξιολογήθηκε με αλγόμετρο (Somedic AB). Αξιολογήθηκε η ακαμψία του μυός της γάμπας με τεστ ROM στην ποδοκνημική. Χρησιμοποιήθηκε υπερηχογράφημα για την αξιολόγηση του πάχους του αχιλλείου τένοντα και για νεοαγγείωση. Τα αποτελέσματα μας έδειξαν μειωμένα συμπτώματα σε όλες τις ομάδες όπως μετρήθηκαν με το VISA-A-IS. Η ομάδα με θεραπεία μάλαξης βελτιώθηκε σημαντικά περισσότερο από την ομάδα με το πρόγραμμα έκκεντρης άσκησης την 4η εβδομάδα στην κλίμακα VISA-A-IS, υποδεικνύοντας γρηγορότερη

ανάκτηση λειτουργικότητας όταν χρησιμοποιήθηκε αποκατάσταση με μασάζ πίεσης. Αυτά τα ευρήματα δείχνουν ότι όσον αφορά τη μείωση του πόνου, το χρόνο και τη λειτουργία της γάμπας, το μασάζ με πίεση είναι εξίσου αποδοτικό με ένα πρόγραμμα έκκεντρης άσκησης. Το μασάζ πίεσης λοιπόν φαίνεται έγκυρη θεραπεία και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτική λύση στις έκκεντρες ασκήσεις εάν δεν είναι επιτυχείς.

7. Κρουστικά κύματα και του υπέρηχου στη βελτίωση του ελέγχου της στάσης και της στατικής ισορροπίας

Król et al., (2024) Να συγκρίνει την αποτελεσματικότητα της θεραπείας με κρουστικά κύματα (RSWT) και της θεραπευτικής υπερηχογραφίας (US) στη βελτίωση του ελέγχου της στάσης και της στατικής ισορροπίας σε ασθενείς με χρόνια αχίλλεια τενοντοπάθεια. Τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή (RCT). Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες: μία ομάδα έλαβε κρουστικά κύματα (RSWT), μία έλαβε υπερήχους (US) και η τελευταία έλαβε εικονική θεραπεία υπερήχων (sham US). Η αξιολόγηση έγινε μέσω σταθερογραφίας και ανάλυσης τροχιών ταλάντωσης (rambling-trembling analysis), μετρώντας παραμέτρους σταθερότητας σε όρθια στάση με ανοιχτά και κλειστά μάτια. Οι 39 συμμετέχοντες με αχίλλεια τενοντοπάθεια, χωρισμένοι ισομερώς σε τρεις ομάδες των 13 ατόμων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ομάδα των κρουστικών κυμάτων (RSWT) παρουσίασε καλύτερο έλεγχο της στάσης σε σύγκριση με την ομάδα υπερήχων (US). Οι παράμετροι rambling-trembling ήταν σημαντικά μικρότερες στην ομάδα RSWT, υποδεικνύοντας καλύτερη σταθερότητα. Η υπεροχή της RSWT αποδίδεται στην ισχυρότερη φυσική διέγερση που παρέχει σε σύγκριση με τους υπερήχους.

8. Χαμηλής έντασης Λαϊζερ σε συνδυασμό με έκκεντρες ασκήσεις

Shriya et al., (2024) σκοπός της μελέτης να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα της θεραπείας με χαμηλής έντασης laser (LLLT) σε συνδυασμό με έκκεντρες ασκήσεις για τη θεραπεία της μέσης μοίρας αχίλλειας τενοντοπάθειας. Η έρευνα έγινε με τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή με δύο ομάδες: μία ομάδα υποβλήθηκε σε LLLT και έκκεντρες ασκήσεις και μία ομάδα η οποία υποβλήθηκε σε εικονική θεραπεία LLLT (sham) και έκκεντρες ασκήσεις. Η αξιολόγηση έγινε μέσω του ερωτηματολογίου VISA-A και της οπτικής αναλογικής κλίμακας πόνου (VAS) σε

διαφορετικές χρονικές στιγμές (3, 6, 12, και 24 εβδομάδες). Το δείγμα οι 60 συμμετέχοντες με μέσης μοίρας αχίλλεια τενοντοπάθεια (30 στην ομάδα LLLT και 30 στην ομάδα sham). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και οι δύο ομάδες παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στον πόνο (VAS) και στη λειτουργικότητα (VISA-A) μετά από 24 εβδομάδες. Ωστόσο, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων σε κανένα χρονικό σημείο. Η μελέτη κατέληξε στο ότι η LLLT δεν προσφέρει επιπλέον κλινικά οφέλη όταν συνδυάζεται με έκκεντρες ασκήσεις.

9. Έκκεντρες ασκήσεις με δόνηση και έκκεντρες ασκήσεις με κρυοθεραπεία

Romero-Morales et al., (2019) Σκοπός της έρευνας να συγκρίνει την αποτελεσματικότητα των εκκεντρικών ασκήσεων με δόνηση και των εκκεντρικών ασκήσεων με κρυοθεραπεία στη θεραπεία της χρόνιας μέσης μοίρας αχίλλειας τενοντοπάθειας. Τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: μία ομάδα ακολούθησε έκκεντρες ασκήσεις του Alfredson, 3X15 με το γονατο σε εκταση και με το γονατο σε καμψη, πάνω σε πλατφόρμα δόνησης για 5 λεπτά και η άλλη ομάδα ακολούθησε έκκεντρες ασκήσεις με κρυοθεραπεία. Η κρυοθεραπεία έγινε με τους ασθενείς να είναι καθιστοί σε καρεκλά με το πάσχον πόδι μέσα σε ένα δοχείο με νερό (70 λίτρα) για 17 λεπτά. Η αξιολόγηση έγινε με υπερηχογραφία για τη μέτρηση του πάχους και της διατομικής επιφάνειας (CSA) του αχίλλειου τένοντα. 61 ασθενείς με χρόνια μέση μοίρα αχίλλειας τενοντοπάθειας (30 στην ομάδα με δόνηση και 31 στην ομάδα με κρυοθεραπεία). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και οι δύο ομάδες παρουσίασαν αύξηση στο πάχος και τη διατομική επιφάνεια (CSA) του αχίλλειου τένοντα. Ωστόσο, η ομάδα με δόνηση παρουσίασε σημαντικά μεγαλύτερη αύξηση στη διατομική επιφάνεια σε σύγκριση με την ομάδα της κρυοθεραπείας.

10. Έκκεντρης άσκησης έναντι της έκκεντρης σε συνδυασμό με ισομετρική άσκηση

Οι Gatz M. et al., (2020) σύγκριναν αρχικά τις βραχυπρόθεσμες επιδράσεις της έκκεντρης άσκησης έναντι της έκκεντρης σε συνδυασμό με ισομετρική άσκηση σε πληθυσμό με αχίλλεια τενοντοπάθεια. Έπειτα, συσχετίστηκαν με τις βαθμολογίες της κλίμακας VISA-A σε βραχυπρόθεσμη περίοδο 3 μηνών. Οι ασθενείς ταξινομήθηκαν σε 2 ομάδες και αξιολογήθηκαν πριν την παρέμβαση, στον 1 μήνα και 3 μήνες μετά

από αυτή. Χρησιμοποιήθηκαν κλινικές βαθμολογίες, υπερηχογράφημα τόσο στον αχίλλειο τένοντα όσο και στους μύες της γάμπας. Η κύρια κλίμακα μέτρησης του πόνου ήταν η βαθμολογία VISA-A, η οποία είναι ειδικά σχεδιασμένη για AT (0, μέγιστος πόνος, 100, χωρίς πόνο). Η σχετική βελτίωση ή επιδείνωση προσδιορίστηκε από ελάχιστη αλλαγή ± 10 βαθμών στη βαθμολογία VISA-A και οι βαθμολογίες πάνω από 90 θεωρήθηκαν ως άριστη έκβαση. Στην ομάδα 1 πραγματοποιήθηκε έκκεντρη άσκηση (EA) 2 φορές την ημέρα, σε 3 σετ των 15 για 3 μήνες. Οι συμμετέχοντες από όρθια θέση στάθηκαν στην μύτη του μη προσβεβλημένου ποδιού καθώς χαμήλωναν τη πτέρνα με εκτεταμένο γόνατο αργά κάτω από το επίπεδο του βήματος και κρατώντας αυτή τη θέση για 2 δευτερόλεπτα. Αμέσως μετά όλο το βάρος μεταφερόταν στο υγιές πόδι έτσι ώστε ο ασθενής να επιστρέψει στην αρχική θέση. Ασθενείς με καταφυτική τενοντοπάθεια έλαβαν οδηγίες να μην χαμηλώσουν τη πτέρνα κάτω από το επίπεδο του βήματος για την αποφυγή πρόσκρουσης της πτέρνας με την κατάφυσης του αχίλλειου τένοντα. Η ομάδα 2 πραγματοποίησε την έκκεντρη άσκηση με τον ίδιο τρόπο και επιπλέον εκτέλεσε ισομετρική σύσπαση 1 φορά την ημέρα σε 5 σετ των 45 δευτερολέπτων. Υπήρχαν 3 προοδευτικά επίπεδα φόρτισης, στο 1ο οι ασθενείς στέκονταν για 45 δευτερόλεπτα στην άκρη και των δύο ποδιών, ενώ στο επίπεδο 2ο στέκονταν όρθιοι με όλο το σωματικό τους βάρος στο πάσχον μέλος. Στο επίπεδο 3, οι ασθενείς αύξησαν περαιτέρω το φορτίο πιέζοντας τον εαυτό τους προς τα κάτω ενώ στέκονταν κάτω από ένα πλαίσιο πόρτας.

Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική βελτίωση κατά τη διάρκεια της θεραπείας με έκκεντρη άσκηση. Η βαθμολογία είχε βελτίωση στις μετρήσεις 3 μηνών και ήταν παρόμοιες και στις δύο ομάδες. Συνοπτικά, οι συμμετέχοντες και των δύο ομάδων βελτιώθηκαν σημαντικά, αλλά δεν υπήρξε επιπλέον όφελος στα αποτελέσματα θεραπείας της 2ης ομάδας για τη βαθμολογία VISA-A. Οι ελαστικές ιδιότητες των τενόντων αυξήθηκαν σημαντικά για την ομάδα (EA) έκκεντρων ασκήσεων. Για την ομάδα EA + ΙΣΟ οι τιμές για τις ελαστικές ιδιότητες των τενόντων αυξήθηκαν μετά από 1 μήνα. Δεν υπήρχε συσχέτιση μεταξύ του αρχικής βαθμολογία VISA-A. Η έρευνα κατέληξε στο συμπέρασμα πως από την προσθήκη τις ΙΣΟ στο καθορισμένο πρόγραμμα EA δεν υπήρξαν πρόσθετα κλινικά οφέλη στην δοκιμαστική μελέτη σε περίοδο 3 μηνών.

11. Έκκεντρες, διάταση και κρουστικά με έκκεντρες, διάταση και ψευδο-κρουστικά

Abdelkader et al., (2021) Σκοπός της ερευνάς να συγκρίνει την αποτελεσματικότητα του εκκεντρικού προγράμματος φόρτισης και διατάσεων (eccentric loading + stretching exercises) με ή χωρίς τη συμπληρωματική θεραπεία με κρουστικά κύματα (ESWT) στη θεραπεία της χρόνιας μη-ενθετικής αχίλλειας τενοντοπάθειας (NAT). Τυχαιοποιημένη, διπλή-τυφλή, ελεγχόμενη δοκιμή. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: μία ομάδα έλαβε ESWT με έκκεντρες ασκήσεις και διατάσεις, και μία ομάδα έλαβε ψευδο-ESWT (sham ESWT) με έκκεντρες ασκήσεις και διατάσεις. Η αξιολόγηση έγινε μέσω VISA-A και VAS στους 1 και 16 μήνες. Οι συμμετέχοντες ήταν 50 (22 άνδρες, 28 γυναίκες, ηλικίας 18-40 ετών) με χρόνια μη ενθετική αχίλλεια τενοντοπάθεια (25 ανά ομάδα). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και οι δύο ομάδες παρουσίασαν βελτίωση στον πόνο (VAS) και στη λειτουργικότητα (VISA-A). Ωστόσο, η ομάδα που έλαβε ESWT παρουσίασε στατιστικά και κλινικά σημαντικά καλύτερα αποτελέσματα τόσο στους 1 όσο και στους 16 μήνες.

12. Κρουστικά με υπέρηχο για την σταθερότητα

Król et al., (2024) Να συγκρίνει την αποτελεσματικότητα της θεραπείας με κρουστικά κύματα (RSWT) και της θεραπευτικής υπερηχογραφίας (US) στη βελτίωση του ελέγχου της στάσης και της στατικής ισορροπίας σε ασθενείς με χρόνια αχίλλεια τενοντοπάθεια. Τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή (RCT). Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες: μία ομάδα έλαβε κρουστικά κύματα (RSWT), μία έλαβε υπερήχους (US) και μία έλαβε εικονική θεραπεία υπερήχων (sham US). Η αξιολόγηση έγινε μέσω σταθερογραφίας και ανάλυσης τροχιών ταλάντωσης (rambling-trembling analysis), μετρώντας παραμέτρους σταθερότητας σε όρθια στάση με ανοιχτά και κλειστά μάτια. 39 συμμετέχοντες με αχίλλεια τενοντοπάθεια, χωρισμένοι ισομερώς σε τρεις ομάδες των 13 ατόμων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ομάδα των κρουστικών κυμάτων (RSWT) παρουσίασε καλύτερο έλεγχο της στάσης σε σύγκριση με την ομάδα υπερήχων (US). Οι παράμετροι rambling-trembling ήταν σημαντικά μικρότερες στην ομάδα RSWT, υποδεικνύοντας καλύτερη σταθερότητα. Η υπεροχή της RSWT αποδίδεται στην ισχυρότερη φυσική διέγερση που παρέχει σε σύγκριση με τους υπερήχους.

6. Συζήτηση

Η παρούσα Συστηματική Ανασκόπηση αποσκοπούσε στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των φυσικοθεραπευτικών παρεμβάσεων στην αποκατάσταση της αχίλλειας τενοντοπάθειας, μέσα από την ανάλυση 12 κλινικών μελετών που πληρούσαν τα καθορισμένα κριτήρια εισόδου. Η ερευνητική υπόθεση της εργασίας μας ήταν ότι οι φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις, όπως η εκκεντρική άσκηση, η εφαρμογή θεραπευτικών υπερήχων και η προοδευτική φόρτιση, μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντική μείωση του πόνου και βελτίωση της λειτουργικότητας σε ασθενείς με αχίλλεια τενοντοπάθεια, με μακροπρόθεσμα αποτελέσματα. Τα αποτελέσματα των μελετών που αναλύθηκαν επιβεβαιώνουν ότι οι φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις, όπως οι έκκεντρες ασκήσεις, οι τεχνικές μάλαξης, οι τεχνολογικές παρεμβάσεις (π.χ. κρουστικά κύματα, ηλεκτρομαγνητικά πεδία, θεραπευτικοί υπέρηχοι) και οι παρεμβάσεις εκπαίδευσης, μπορούν να συμβάλουν ουσιαστικά στη μείωση του πόνου και στη βελτίωση της λειτουργικότητας σε ασθενείς με αχίλλεια τενοντοπάθεια.

Πιο αναλυτικά, η μελέτη των Malmgaard-Clausen et al. (2021) ανέδειξε ότι η φυσικοθεραπεία από μόνη της, χωρίς την προσθήκη αντιφλεγμονωδών φαρμάκων, είναι ικανή να βελτιώσει τα κλινικά συμπτώματα των ασθενών με πρόιμη αχίλλεια τενοντοπάθεια. Αυτό υποδεικνύει ότι η φυσικοθεραπεία μπορεί να είναι εξίσου αποτελεσματική χωρίς την ανάγκη για πρόσθετη φαρμακευτική αγωγή, ενισχύοντας τη θέση ότι οι φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις μπορούν να σταθούν ως αυτόνομη θεραπεία.

Επιπλέον, η μελέτη των Griffin et al. (2021) πρότεινε ένα πρόγραμμα βασισμένο σε συγκεκριμένα κριτήρια αποκατάστασης που περιελάμβανε εξατομικευμένες ασκήσεις υψηλής έντασης, οι οποίες οδήγησαν σε σημαντικές βελτιώσεις στη δύναμη των μυών και στη βιομηχανική του κάτω άκρου. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης δείχνουν ότι ένα εξατομικευμένο και προοδευτικά εντατικοποιημένο πρόγραμμα μπορεί να έχει σημαντικά οφέλη για τους ασθενείς με χρόνια αχίλλεια τενοντοπάθεια, υποστηρίζοντας έτσι την υπόθεσή μας.

Από την άλλη πλευρά, η μελέτη των Chimenti et al. (2022) εξερεύνησε την προσθήκη της εκπαίδευσης για την επιστήμη του πόνου (PSE) σε ένα πρόγραμμα άσκησης και διαπίστωσε ότι, αν και η εκπαίδευση αυτή δεν οδήγησε σε σημαντικά καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με τη βιοϊατρική εκπαίδευση (PAE), η εκπαίδευση και η απόκτηση δεξιοτήτων αυτοδιαχείρισης από τους ασθενείς παίζουν σημαντικό ρόλο στη βελτίωση του πόνου και της λειτουργικότητας, υπογραμμίζοντας τη σημασία της ενσωμάτωσης της εκπαίδευσης και της ψυχολογικής υποστήριξης σε συνδυασμό με τη φυσικοθεραπεία για την αντιμετώπιση της αχίλλειας τενοντοπάθειας.

Η μελέτη των Rabusin et al. (2021) συνέκρινε την αποτελεσματικότητα των ανυψώσεων πτέρνας (heel lifts) με τις έκκεντρες ασκήσεις γαστροκνημίου για τη θεραπεία της μέσης μοίρας αχίλλειας τενοντοπάθειας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ανυψώσεις πτέρνας ήταν πιο αποτελεσματικές στη βελτίωση της λειτουργικότητας (VISA-A Score) και στη μείωση του πόνου (VAS Score) σε σύγκριση με τις έκκεντρες ασκήσεις. Ωστόσο, παρότι η διαφορά ήταν στατιστικά σημαντική, δεν ξεπέρασε το κλινικά σημαντικό όριο των 10 μονάδων στη βαθμολογία VISA-A. Αυτό το εύρημα υποδηλώνει ότι οι ανυψώσεις πτέρνας μπορεί να προσφέρουν μια πρακτική και αποτελεσματική εναλλακτική λύση για ασθενείς που δυσκολεύονται να συμμορφωθούν με τα πιο απαιτητικά προγράμματα εκκεντρικών ασκήσεων.

Η μελέτη των Stefansson et al. (2019) σύγκρινε την αποτελεσματικότητα των εκκεντρικών ασκήσεων, της μάλαξης με πίεση και του συνδυασμού των δύο παρεμβάσεων στη θεραπεία της χρόνιας αχίλλειας τενοντοπάθειας και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλες οι ομάδες παρέμβασης παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στη βαθμολογία VISA-A και στη μείωση του πόνου. Παρόλο που η ομάδα που συνδύασε τις δύο παρεμβάσεις εμφάνισε την καλύτερη κλινική ανταπόκριση, οι διαφορές μεταξύ των ομάδων δεν ήταν στατιστικά σημαντικές, υποδεικνύοντας ότι ο συνδυασμός εκκεντρικών ασκήσεων και μάλαξης με πίεση μπορεί να είναι μια χρήσιμη προσέγγιση, ειδικά για ασθενείς που δεν ανταποκρίνονται ικανοποιητικά σε μεμονωμένες παρεμβάσεις.

Ωστόσο, η μελέτη των Solomons et al. (2020), η οποία σύγκρινε την ενδομυϊκή διέγερση με ψευδο-διέγερση στη θεραπεία της αχίλλειας τενοντοπάθειας, δεν βρήκε σημαντικά πρόσθετα οφέλη από τη χρήση της διέγερσης σε σύγκριση με το απλό πρόγραμμα αποκατάστασης. Αυτό το εύρημα υποδηλώνει ότι, αν και οι

φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις είναι αποτελεσματικές, ορισμένες πρόσθετες τεχνικές μπορεί να μην προσφέρουν το αναμενόμενο κλινικό όφελος και θα πρέπει να αξιολογούνται με προσοχή.

Η μελέτη των Ko et al. (2024) αξιολόγησε την αποτελεσματικότητα της θεραπείας με παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία (PEMF) σε συνδυασμό με έκκεντρες ασκήσεις για τη θεραπεία της αχίλλειας τενοντοπάθειας και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και οι δύο ομάδες (PEMF και εικονική θεραπεία) παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στον πόνο (NPRS) και στη λειτουργικότητα (VISA-A). Ωστόσο, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων. Μια ενδιαφέρουσα παρατήρηση ήταν ότι οι ασθενείς με μεσαία τμηματική αχίλλεια τενοντοπάθεια φάνηκε να ανταποκρίνονται καλύτερα στην προσθήκη PEMF, ιδιαίτερα όσον αφορά τη μείωση του πόνου και τον χρόνο συμμετοχής σε αθλητικές δραστηριότητες. Η μελέτη υποδεικνύει ότι, ενώ η θεραπεία με PEMF μπορεί να προσφέρει οφέλη, η προστιθέμενη αξία της σε σχέση με τις έκκεντρες ασκήσεις μόνο, παραμένει αβέβαιη και απαιτεί περαιτέρω έρευνα.

Η μελέτη των Shriya et al. (2024) διερεύνησε την αποτελεσματικότητα της χαμηλής έντασης θεραπείας με λέιζερ (LLLT) σε συνδυασμό με έκκεντρες ασκήσεις για τη θεραπεία της μέσης μοίρας αχίλλειας τενοντοπάθειας. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: μία ομάδα η οποία υποβλήθηκε σε ενεργή θεραπεία με LLLT και μία που υποβλήθηκε σε εικονική θεραπεία (sham LLLT), δηλαδή η συσκευή λέιζερ εφαρμόστηκε αλλά δεν παρήγαγε ενεργή θεραπευτική ακτινοβολία, ενώ και οι δύο ομάδες ακολούθησαν το ίδιο πρωτόκολλο έκκεντρων ασκήσεων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και οι δύο ομάδες παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στη λειτουργικότητα (VISA-A) και στη μείωση του πόνου (VAS). Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων σε καμία χρονική στιγμή αξιολόγησης. Τα ευρήματα αυτά φανερώνουν ότι πιθανότατα τα οφέλη που παρατηρήθηκαν αποδίδονται κυρίως στις έκκεντρες ασκήσεις, ενώ η προσθήκη της θεραπείας με LLLT δεν παρείχε επιπρόσθετο κλινικό όφελος, ενισχύοντας την άποψη ότι οι έκκεντρες ασκήσεις παραμένουν το θεμέλιο της αποκατάστασης για την αχίλλεια τενοντοπάθεια.

Επίσης, η μελέτη των Romero-Morales et al. (2019) συνέκρινε την αποτελεσματικότητα των έκκεντρων ασκήσεων σε συνδυασμό με δόνηση και των

εκκεντρών ασκήσεων με κρυοθεραπεία για την αντιμετώπιση της χρόνιας μέσης μοίρας αχίλλειας τενοντοπάθειας. Η αξιολόγηση έγινε μέσω υπερηχογραφίας, με μετρήσεις που αφορούσαν το πάχος και τη διατομική επιφάνεια (CSA) του αχίλλειου τένοντα και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και οι δύο ομάδες παρουσίασαν βελτίωση, με αύξηση στο πάχος και τη διατομική επιφάνεια του τένοντα. Ωστόσο, η ομάδα που ακολούθησε έκκεντρες ασκήσεις σε συνδυασμό με δόνηση παρουσίασε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη αύξηση στη διατομική επιφάνεια (CSA) σε σύγκριση με την ομάδα που έλαβε κρυοθεραπεία. Αυτό υποδηλώνει ότι η δόνηση μπορεί να ενισχύσει τις προσαρμογές του τένοντα στις έκκεντρες ασκήσεις, προσφέροντας ένα επιπλέον όφελος σε σχέση με την κρυοθεραπεία. Παρ' όλα αυτά, απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για να επιβεβαιωθεί η μακροπρόθεσμη αποτελεσματικότητα αυτών των θεραπευτικών παρεμβάσεων.

Η μελέτη των Gatz et al. (2020) διερεύνησε την αποτελεσματικότητα των έκκεντρων ασκήσεων (EE) σε σύγκριση με τον συνδυασμό εκκεντρών και ισομετρικών ασκήσεων (EE + ISO) στη θεραπεία της χρόνιας αχίλλειας τενοντοπάθειας. Η αξιολόγηση έγινε μέσω VISA-A, AOFAS, Likert, και της υπερηχογραφικής ελαστογραφίας (SWE) και από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι και οι δύο ομάδες εμφάνισαν σημαντική βελτίωση στον πόνο και στη λειτουργικότητα μετά από τρεις μήνες θεραπείας. Ωστόσο, δεν διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων, υποδεικνύοντας ότι οι ισομετρικές ασκήσεις δεν προσέφεραν επιπλέον κλινικό όφελος πέραν των εκκεντρικών ασκήσεων. Επιπλέον, η ελαστογραφία ανέδειξε σημαντικές διαφορές στην ελαστικότητα μεταξύ της μεσαίας μοίρας και της περιοχής πρόσφυσης του αχίλλειου τένοντα, προσφέροντας μια ενδιαφέρουσα διάσταση στην κατανόηση της παθοφυσιολογίας της τενοντοπάθειας.

Η μελέτη των Abdelkader et al. (2021) αξιολόγησε την αποτελεσματικότητα ενός προγράμματος έκκεντρης φόρτισης και διατάσεων, με ή χωρίς τη συμπληρωματική θεραπεία με εξωσωματικά κρουστικά κύματα (ESWT), για τη θεραπεία της χρόνιας μη-ενθετικής αχίλλειας τενοντοπάθειας (NAT). Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: μία ομάδα έλαβε ενεργό ESWT σε συνδυασμό με έκκεντρες ασκήσεις και διατάσεις, ενώ η άλλη ομάδα έλαβε εικονικό ESWT (sham ESWT) με το ίδιο πρόγραμμα ασκήσεων και διατάσεων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και οι δύο ομάδες παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στον πόνο (VAS) και στη λειτουργικότητα (VISA-A) σε σχέση με τις αρχικές μετρήσεις. Ωστόσο, η ομάδα που έλαβε ενεργό ESWT

παρουσίασε σημαντικά καλύτερα αποτελέσματα, τόσο βραχυπρόθεσμα (1 μήνας) όσο και μακροπρόθεσμα (16 μήνες), σε σύγκριση με την ομάδα που έλαβε ψευδο-ESWT. Αυτά τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι ο συνδυασμός εκκεντρικών ασκήσεων και διατάσεων με ESWT μπορεί να βελτιώσει αποτελεσματικά την κλινική εικόνα και τη λειτουργικότητα του αχίλλειου τένοντα.

Η μελέτη των Król et al. (2024) εξέτασε την αποτελεσματικότητα δύο διαφορετικών φυσικοθεραπευτικών παρεμβάσεων, της θεραπείας με κρουστικά κύματα (RSWT) και της θεραπευτικής υπερηχογραφίας (US), στον έλεγχο της στάσης και της στατικής ισορροπίας σε ασθενείς με χρόνια αχίλλεια τενοντοπάθεια. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν τυχαία σε τρεις ομάδες: μία ομάδα έλαβε θεραπεία με κρουστικά κύματα (RSWT), μία έλαβε θεραπευτική υπερηχογραφία (US) και μία τρίτη ομάδα έλαβε εικονική θεραπεία υπερήχων (sham US). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ομάδα που έλαβε θεραπεία με κρουστικά κύματα παρουσίασε σημαντικά καλύτερη βελτίωση στον έλεγχο της στάσης, ειδικά σε συνθήκες μειωμένης οπτικής ανατροφοδότησης (κλειστά μάτια), συγκριτικά με την ομάδα υπερήχων. Οι διαφορές στις παραμέτρους rambling-trembling, που αξιολογήθηκαν μέσω σταθερομετρίας, ήταν επίσης υπέρ της ομάδας RSWT, υποδηλώνοντας ότι η θεραπεία με κρουστικά κύματα υπερτερεί της θεραπείας με υπερήχους στη βελτίωση της σταθερότητας και του ελέγχου στάσης, πιθανώς λόγω του ισχυρότερου μηχανικού ερεθίσματος που προσφέρει.

Συνολικά, οι περισσότερες μελέτες καταδεικνύουν ότι οι έκκεντρες ασκήσεις αποτελούν τη βάση για την αποκατάσταση της αχίλλειας τενοντοπάθειας, με πρόσθετες θεραπείες όπως τα εξωσωματικά κρουστικά κύματα (ESWT) και οι ανυψώσεις πτέρνας (heel lifts) να προσφέρουν επιπρόσθετα οφέλη σε ορισμένες περιπτώσεις. Αντίθετα, τεχνολογίες όπως τα παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία (PEMF) και η θεραπεία με λέιζερ (LLLT) δεν φαίνεται να προσφέρουν στατιστικά σημαντικά πρόσθετα οφέλη. Ενώ η χρήση εξατομικευμένων προγραμμάτων και συνδυαστικών προσεγγίσεων αναδεικνύονται σημαντικοί παράγοντες για την επιτυχία των φυσικοθεραπευτικών παρεμβάσεων. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι η ετερογένεια στις μεθοδολογίες των μελετών, τα διαφορετικά πρωτόκολλα και η ποικιλία στα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων ενδέχεται να επηρεάζουν τα αποτελέσματα, γεγονός που υπογραμμίζει την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα με σαφή και εναρμονισμένα κριτήρια αξιολόγησης.

7. Συμπεράσματα

Η τενοντοπάθεια του αχιλλείου τένοντα έχει απασχολήσει αρκετούς κλινικούς και ειδικούς εδώ και πολλά χρόνια. Ο χώρος του αθλητισμού είναι ένας κλάδος που επηρεάζεται άμεσα από τέτοιου είδους παθήσεις. Είναι σημαντικό για τον κάθε ασθενή ξεχωριστά, να ακολουθήσει ένα κατάλληλο πρόγραμμα αποκατάστασης, που θα τον επαναφέρει στην ενεργό δράση το συντομότερο δυνατό με τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα. Η ανάλυση των μελετών κατέδειξε ότι οι φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις, με επίκεντρο τις έκκεντρες ασκήσεις, αποτελούν μια από τις πιο αποτελεσματικές μεθόδους στην αποκατάσταση της αχίλλειας τενοντοπάθειας, οδηγώντας σε σημαντική βελτίωση της λειτουργικότητας των ασθενών.

Η εξατομίκευση των προγραμμάτων φυσικοθεραπείας αναδείχθηκε ως καθοριστικός παράγοντας για την επιτυχία των παρεμβάσεων. Προγράμματα με σαφώς καθορισμένα κριτήρια προόδου, όπως η άσκηση υψηλής έντασης τρεις συνεδρίες ανά εβδομάδα, φάνηκε να οδηγούν σε βελτιωμένα κλινικά και λειτουργικά αποτελέσματα στη δύναμη του κατω άκρου. Παράλληλα, η σύγκριση διαφορετικών φυσικοθεραπευτικών μεθόδων, όπως στην έρευνα ανύψωσης πτέρνας με έκκεντρες ασκήσεις, κατέδειξε ότι οι ανυψώσεις πτέρνας μπορούν να αποτελέσουν μια πρακτική εναλλακτική των έκκεντρων ασκήσεων, ιδιαίτερα για ασθενείς που δυσκολεύονται να ακολουθήσουν αυστηρά πρωτόκολλα άσκησης.

Η προσθήκη συμπληρωματικών τεχνικών, όπως τα εξωσωματικά κρουστικά κύματα και η χρήση δόνησης κατά τη διάρκεια των έκκεντρων ασκήσεων, έδειξαν ενθαρρυντικά αποτελέσματα, προσφέροντας επιπρόσθετα οφέλη στη μείωση του πόνου και τη βελτίωση της λειτουργίας. Αντίθετα, οι παρεμβάσεις με παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία και θεραπεία χαμηλής έντασης με λέιζερ δεν φάνηκε να προσφέρουν στατιστικά σημαντικά πρόσθετα οφέλη όταν συνδυάστηκαν με έκκεντρες ασκήσεις.

Επιλέον, στη μελέτη που έγινε για την σύγκριση έκκεντρων ασκήσεων με μάλαξη και ο συνδυασμός των δυο, ανέδειξε ότι ο συνδυασμός εκκεντρικών ασκήσεων και

μάλαξης με πίεση μπορεί να προσφέρει επιπλέον κλινικά οφέλη, παρόλο που οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Αντίστοιχα, μια άλλη μελέτη έδειξε ότι η ενδομυϊκή διέγερση δεν προσέφερε πρόσθετο όφελος πέραν των εκκεντρικών ασκήσεων.

Σε επίπεδο ανάλυσης κίνησης και ελέγχου της στάσης, η μελέτη ανέδειξε ότι οι παρεμβάσεις με κρουστικά κύματα υπερέχουν έναντι της θεραπευτικής υπερηχογραφίας στη βελτίωση της ισορροπίας και της σταθερότητας, κάτι που πιθανώς οφείλεται στο ισχυρότερο μηχανικό ερέθισμα που προσφέρουν.

Παρά την πληθώρα των διαθέσιμων μεθόδων, όπως οι έκκεντρες ασκήσεις, οι υπέρηχοι, η προοδευτική φόρτιση και οι άλλες τεχνικές, δεν υπάρχει σαφής καθοδήγηση για το ποια είναι η πλέον αποτελεσματική θεραπευτική παρέμβαση. Το πρόβλημα αυτό αναδεικνύεται και από τη βιβλιογραφία, καθώς αρκετές μελέτες καταλήγουν σε διαφορετικά συμπεράσματα σχετικά με το ποια παρέμβαση αποφέρει τα καλύτερα αποτελέσματα.

Για μελλοντική έρευνα, προτείνεται η διεξαγωγή μεγαλύτερων, πολυκεντρικών τυχαιοποιημένων ελεγχόμενων δοκιμών που να εξετάζουν συγκεκριμένα τις διάφορες φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις και τις μακροπρόθεσμες επιδράσεις τους στην αποκατάσταση της αχίλλειας τενοντοπάθειας. Επιπλέον, θα ήταν χρήσιμο να διερευνηθούν οι επιδράσεις της συνδυαστικής προσέγγισης φυσικοθεραπείας με άλλες μορφές θεραπείας, όπως η φαρμακοθεραπεία ή η χειρουργική επέμβαση, προκειμένου να καθοριστεί η βέλτιστη θεραπευτική στρατηγική.

Τέλος, η ενσωμάτωση ψυχολογικών παραμέτρων στις μελλοντικές μελέτες είναι σημαντική για την κατανόηση του πώς οι ψυχολογικοί παράγοντες επηρεάζουν την αποκατάσταση και την επιτυχία της θεραπείας. Η έρευνα σε αυτή την κατεύθυνση θα μπορούσε να συμβάλει στην ανάπτυξη πιο ολοκληρωμένων και εξατομικευμένων προσεγγίσεων για την αντιμετώπιση της αχίλλειας τενοντοπάθειας, προσφέροντας καλύτερα αποτελέσματα στους ασθενείς.

Βιβλιογραφία

1. Abdelkader, N. A., Helmy, M. N. K., Fayaz, N. A., & Saweeres, E. S. (2021). Short-and intermediate-term results of extracorporeal shockwave therapy for noninsertional Achilles tendinopathy. *Foot & Ankle International*, 42(6), 788-797.
2. Ackermann, P. W., Phisitkul, P., & Pearce, C. J. (2018). Achilles tendinopathy—pathophysiology: state of the art. *Journal of ISAKOS*, 3(5), 304-314.
3. Aisaiding, A., Wang, J., Maimaiti, R., Jialihasi, A., Aibek, R., Qianman, B., ... & Jielile, J. (2018). A novel minimally invasive surgery combined with early exercise therapy promoting tendon regeneration in the treatment of spontaneous Achilles tendon rupture. *Injury*, 49(3), 712-719.
4. Alfredson, H., & Spang, C. (2018). Clinical presentation and surgical management of chronic Achilles tendon disorders—A retrospective observation on a set of consecutive patients being operated by the same orthopedic surgeon. *Foot and Ankle Surgery*, 24(6), 490-494.
5. Amlang, M. H., Zwipp, H., Friedrich, A., Peaden, A., Bunk, A., & Rammelt, S. (2011). Ultrasonographic classification of Achilles tendon ruptures as a rationale for individual treatment selection. *International Scholarly Research Notices*, 2011(1), 869703.
6. Bah, I., Fernandes, N. R., Chimenti, R. L., Ketzi, J., Flemister, A. S., & Buckley, M. R. (2020). Tensile mechanical changes in the Achilles tendon due to insertional Achilles tendinopathy. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 112, 104031.
7. Barg, A., & Ludwig, T. (2019). Surgical strategies for the treatment of insertional Achilles tendinopathy. *Foot and Ankle Clinics*, 24(3), 533-559.
8. Bordoni, B., & Varacallo, M. (2018). Anatomy, tendons.
9. Ceravolo, M. L., Gaida, J. E., & Keegan, R. J. (2020). Quality-of-life in Achilles tendinopathy: an exploratory study. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 30(5), 495-502.
10. Chen, J., Janney, C. F., Khalid, M. A., & Panchbhavi, V. K. (2022). Management of insertional Achilles tendinopathy. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 30(10), e751-e759.
11. Chimenti, R., Post, A., Rio, E., Moseley, G., Dao, M., Mosby, H., Hall, M., Netto, C., Wilken, J., Danielson, J., Bayman, E., & Sluka, K. (2022). The effects of pain

science education plus exercise on pain and function in chronic Achilles tendinopathy: a blinded, placebo-controlled, explanatory, randomized trial.. *Pain*. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000002720>.

12. Dams, O. C., Reininga, I. H., Gielen, J. L., van den Akker-Scheek, I., & Zwerver, J. (2017). Imaging modalities in the diagnosis and monitoring of Achilles tendon ruptures: a systematic review. *Injury*, 48(11), 2383-2399.
13. Del Buono, A., Chan, O., & Maffulli, N. (2013). Achilles tendon: functional anatomy and novel emerging models of imaging classification. *International orthopaedics*, 37, 715-721.
14. Doral, M. N., Alam, M., Bozkurt, M., Turhan, E., Atay, O. A., Dönmez, G., & Maffulli, N. (2010). Functional anatomy of the Achilles tendon. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 18, 638-643.
15. Egger, A. C., & Berkowitz, M. J. (2017). Achilles tendon injuries. *Current reviews in musculoskeletal medicine*, 10, 72-80.
16. Fares, M. Y., Khachfe, H. H., Salhab, H. A., Zbib, J., Fares, Y., & Fares, J. (2021). Achilles tendinopathy: Exploring injury characteristics and current treatment modalities. *The Foot*, 46, 101715.
17. Feilmeier, M. (2017). Noninsertional Achilles tendinopathy pathologic background and clinical examination. *Clinics in podiatric medicine and surgery*, 34(2), 129-136.
18. Frankewycz, B., Krutsch, W., Weber, J., Ernstberger, A., Nerlich, M., & Pfeifer, C. G. (2017). Rehabilitation of Achilles tendon ruptures: is early functional rehabilitation daily routine?. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, 137, 333-340.
19. Gatz, M., Betsch, M., Dirrichs, T., Schradling, S., Tingart, M., Michalik, R., & Quack, V. (2020). Eccentric and isometric exercises in Achilles tendinopathy evaluated by the VISA-A score and shear wave elastography. *Sports health*, 12(4), 373-381.
20. Grävare Silbernagel, K., & Crossley, K. M. (2015). A proposed return-to-sport program for patients with midportion Achilles tendinopathy: rationale and implementation. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 45(11), 876-886.
21. Griffin, C., Daniels, K., Hill, C., Franklyn-Miller, A., & Morin, J. (2021). A criteria-based rehabilitation program for chronic mid-portion Achilles

- tendinopathy: study protocol for a randomised controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 22. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04553-6>.
22. Howell, K., Chien, C., Bell, R., Laudier, D., Tufa, S. F., Keene, D. R., ... & Huang, A. H. (2017). Novel model of tendon regeneration reveals distinct cell mechanisms underlying regenerative and fibrotic tendon healing. *Scientific reports*, 7(1), 1-14.
 23. Hutchison, A. M., Beard, D., Pallister, I., Topliss, C. J., & Williams, P. (2011). Is physiotherapy effective for patients with a chronic mid-body Achilles tendinopathy? A systematic review of non-surgical and non-pharmacological interventions. *International Musculoskeletal Medicine*, 33(4), 152-160.
 24. Jielile, J., Badalihan, A., Qianman, B., Satewalede, T., Wuerliebieke, J., Kelamu, M., & Jialihasi, A. (2016). Clinical outcome of exercise therapy and early post-operative rehabilitation for treatment of neglected Achilles tendon rupture: a randomized study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 24(7), 2148-2155.
 25. Killian, M. L., Cavinatto, L., Galatz, L. M., & Thomopoulos, S. (2012). The role of mechanobiology in tendon healing. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 21(2), 228-237.
 26. Ko, V. M. C., Chen, S. C., He, X., Fu, S. C., Franco-Obregón, A., Yung, P. S. H., & Ling, S. K. K. (2024). Short-term Effects of Pulsed Electromagnetic Field Therapy for Achilles Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 12(11), 23259671241284772.
 27. Kongsgaard, M., Nielsen, C. H., Hegnsvad, S., Aagaard, P., & Magnusson, S. P. (2011). Mechanical properties of the human Achilles tendon, in vivo. *Clinical Biomechanics*, 26(7), 772-777.
 28. Król, P., Słomka, K. J., Juras, G., Marszałek, W., & Stania, M. (2024). Post-mechanotherapy differences in postural control in patients with Achilles tendinopathy-A randomized controlled trial. *Gait & Posture*, 114, 180-192.
 29. Kvist, M. Τραυματισμοί Αχίλλειου Τένοντα σε Αθλητές. *Sports Medicine* 18 , 173-201 (1994). <https://doi.org/10.2165/00007256-199418030-00004>
 30. Lozano, P. F., Scholze, M., Babian, C., Scheidt, H., Vielmuth, F., Waschke, J., ... & Hammer, N. (2019). Water-content related alterations in macro and micro scale tendon biomechanics. *Scientific reports*, 9(1), 7887.

31. Maffulli, N., Longo, U. G., Kadakia, A., & Spiezia, F. (2020). Achilles tendinopathy. *Foot and Ankle Surgery*, 26(3), 240-249. Wang, Y., Zhou, H., Nie, Z., & Cui, S. (2022). Prevalence of Achilles tendinopathy in physical exercise: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine and Health Science*, 4(3), 152-159.
32. McKenzie, DC, Clement, DB & Taunton, JE Running Shoes, Orthotics και Injuries. *Sports Medicine* 2 , 334-347 (1985). <https://doi.org/10.2165/00007256-198502050-00003>
33. Malliaras, P. (2022). Physiotherapy management of Achilles tendinopathy. *Journal of Physiotherapy*, 68(4), 221-237.
34. Malmgaard-Clausen, N., Jørgensen, O., Høffner, R., Andersen, P., Svensson, R., Hansen, P., Nybing, J., Magnusson, S., & Kjær, M. (2021). No Additive Clinical or Physiological Effects of Short-term Anti-inflammatory Treatment to Physical Rehabilitation in the Early Phase of Human Achilles Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial. *The American Journal of Sports Medicine*, 49, 1711 - 1720. <https://doi.org/10.1177/0363546521991903>.
35. Matthews, W., Ellis, R., Furness, J., & Hing, W. A. (2021). The clinical diagnosis of Achilles tendinopathy: a scoping review. *PeerJ*, 9, e12166.
36. McAuliffe, S., Tabuena, A., McCreesh, K., O'Keeffe, M., Hurley, J., Comyns, T., ... & O'Sullivan, K. (2019). Altered strength profile in Achilles tendinopathy: a systematic review and meta-analysis. *Journal of athletic training*, 54(8), 889-90
37. Merry, K., Napier, C., Waugh, C. M., & Scott, A. (2022). Foundational principles and adaptation of the healthy and pathological achilles tendon in response to resistance exercise: a narrative review and clinical implications. *Journal of Clinical Medicine*, 11(16), 4722.
38. Millar, N. L., Silbernagel, K. G., Thorborg, K., Kirwan, P. D., Galatz, L. M., Abrams, G. D., ... & Rodeo, S. A. (2021). Tendinopathy. *Nature reviews Disease primers*, 7(1), 1.
39. Müller, S. A., Todorov, A., Heisterbach, P. E., Martin, I., & Majewski, M. (2015). Tendon healing: an overview of physiology, biology, and pathology of tendon healing and systematic review of state of the art in tendon bioengineering. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 23, 2097-2105.
40. Murphy, M., Travers, M., & Gibson, W. (2018). Is heavy eccentric calf training superior to wait-and-see, sham rehabilitation, traditional physiotherapy and other

- exercise interventions for pain and function in mid-portion Achilles tendinopathy?. *Systematic reviews*, 7, 1-7.
41. Murtaugh, B., & Ihm, J. M. (2013). Eccentric training for the treatment of tendinopathies. *Current sports medicine reports*, 12(3), 175-182.
 42. Nichols, A. E., Best, K. T., & Loisel, A. E. (2019). The cellular basis of fibrotic tendon healing: challenges and opportunities. *Translational Research*, 209, 156-168.
 43. O'Neill, S., Watson, P. J., & Barry, S. (2015). Why are eccentric exercises effective for achilles tendinopathy?. *International journal of sports physical therapy*, 10(4), 552.
 44. O'Brien, M. (2005). The anatomy of the Achilles tendon. *Foot and ankle clinics*, 10(2), 225-238.
 45. Oliva, F., Piccirilli, E., Berardi, A. C., Frizziero, A., Tarantino, U., & Maffulli, N. (2016). Hormones and tendinopathies: the current evidence. *British medical bulletin*, 117(1).
 46. Pierre-Jerome, C., Moncayo, V., & Terk, M. R. (2010). MRI of the Achilles tendon: a comprehensive review of the anatomy, biomechanics, and imaging of overuse tendinopathies. *Acta radiologica*, 51(4), 438-454.
 47. Rabusin, C. L., Menz, H. B., McClelland, J. A., Evans, A. M., Malliaras, P., Docking, S. I., ... & Munteanu, S. E. (2021). Efficacy of heel lifts versus calf muscle eccentric exercise for mid-portion Achilles tendinopathy (HEALTHY): a randomised trial. *British journal of sports medicine*, 55(9), 486-492.
 48. Revak, A., Diers, K., Kernozek, T. W., Gheidi, N., & Olbrantz, C. (2017). Achilles tendon loading during heel-raising and-lowering exercises. *Journal of Athletic Training*, 52(2), 89-96.
 49. Romero-Morales, C., Javier Martín-Llantino, P., Calvo-Lobo, C., Palomo-López, P., López-López, D., Fernández-Carnero, J., & Rodríguez-Sanz, D. (2019). Ultrasonography effectiveness of the vibration vs cryotherapy added to an eccentric exercise protocol in patients with chronic mid-portion Achilles tendinopathy: A randomised clinical trial. *International wound journal*, 16(2), 542-549.
 50. Scott, A., Docking, S., Vicenzino, B., Alfredson, H., Zwerver, J., Lundgreen, K., ... & Danielson, P. (2013). Sports and exercise-related tendinopathies: a review of selected topical issues by participants of the second International

- Scientific Tendinopathy Symposium (ISTS) Vancouver 2012. *British journal of sports medicine*, 47(9), 536-544.
51. Seynnes, O. R., Bojsen-Møller, J., Albracht, K., Arndt, A., Cronin, N. J., Finni, T., & Magnusson, S. P. (2015). Ultrasound-based testing of tendon mechanical properties: a critical evaluation. *Journal of Applied Physiology*, 118(2), 133-141.
 52. Shriya, S., Arya, R. K., Kushwaha, S., Chahar, S., Manikandan, P., & Mehra, P. (2024). Effectiveness of Low-Level Laser Therapy Combined With Eccentric Exercise in Treating Midportion Achilles Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial. *Cureus*, 16(6), e62919.
 53. Snedeker, J. G., & Foolen, J. (2017). Tendon injury and repair—A perspective on the basic mechanisms of tendon disease and future clinical therapy. *Acta biomaterialia*, 63, 18-36.
 54. Solomons, L., Lee, J., Bruce, M., White, L., & Scott, A. (2020). Intramuscular stimulation vs sham needling for the treatment of chronic midportion Achilles tendinopathy: A randomized controlled clinical trial. *PLoS ONE*, 15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238579>.
 55. Stefansson, S. H., Brandsson, S., Langberg, H., & Arnason, A. (2019). Using pressure massage for Achilles tendinopathy: a single-blind, randomized controlled trial comparing a novel treatment versus an eccentric exercise protocol. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 7(3), 2325967119834284.
 56. Tarantino, D., Mottola, R., Resta, G., Gnasso, R., Palermi, S., Corrado, B., ... & Aicale, R. (2023). Achilles Tendinopathy Pathogenesis and Management: A Narrative Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(17), 6681.
 57. Thomopoulos, S., Parks, W. C., Rifkin, D. B., & Derwin, K. A. (2015). Mechanisms of tendon injury and repair. *Journal of Orthopaedic Research*, 33(6), 832-839.
 58. Thorpe, C. T., & Screen, H. R. (2016). Tendon structure and composition. *Metabolic influences on risk for tendon disorders*, 3-10.
 59. Van der Vlist, A. C., Breda, S. J., Oei, E. H., Verhaar, J. A., & de Vos, R. J. (2019). Clinical risk factors for Achilles tendinopathy: a systematic review. *British journal of sports medicine*, 53(21), 1352-1361.
 60. Van Der Vlist, A. C., Winters, M., Weir, A., Ardern, C. L., Welton, N. J., Caldwell, D. M., ... & De Vos, R. J. (2021). Which treatment is most effective for patients

- with Achilles tendinopathy? A living systematic review with network meta-analysis of 29 randomised controlled trials. *British journal of sports medicine*, 55(5), 249-256.
61. Van Schie, H. T. M., de Vos, R. J., de Jonge, S., Bakker, E. M., Heijboer, M. P., Verhaar, J. A. N., ... & Weinans, H. (2010). Ultrasonographic tissue characterisation of human Achilles tendons: quantification of tendon structure through a novel non-invasive approach. *British journal of sports medicine*, 44(16), 1153-1159.
 62. von Rickenbach, K. J., Borgstrom, H., Tenforde, A., Borg-Stein, J., & McInnis, K. C. (2021). Achilles tendinopathy: evaluation, rehabilitation, and prevention. *Current sports medicine reports*, 20(6), 327-334.
 63. Wang, J. H., Guo, Q., & Li, B. (2012). Tendon biomechanics and mechanobiology—a minireview of basic concepts and recent advancements. *Journal of hand therapy*, 25(2), 133-141.
 64. Weinreb, J. H., Sheth, C., Apostolakos, J., McCarthy, M. B., Barden, B., Cote, M. P., & Mazzocca, A. D. (2014). Tendon structure, disease, and imaging. *Muscles, ligaments and tendons journal*, 4(1), 66.
 65. Wezenbeek, E., Willems, T., Mahieu, N., De Muynck, M., Vanden Bossche, L., Steyaert, A., ... & Witvrouw, E. (2018). The role of the vascular and structural response to activity in the development of achilles tendinopathy: a prospective study. *The American journal of sports medicine*, 46(4), 947-954.
 66. Winnicki, K., Ochała-Kłos, A., Rutowicz, B., Pękala, P. A., & Tomaszewski, K. A. (2020). Functional anatomy, histology and biomechanics of the human Achilles tendon—A comprehensive review. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 229, 151461.
 67. Wong, M., Jardaly, A. H., & Kiel, J. (2023). Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Achilles Tendon. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.
 68. Wong, M., Jardaly, A. H., & Kiel, J. (2023). Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Achilles Tendon. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΕΙΑ

1. Φουσέκης Κ., (2015). *Εφαρμοσμένη Αθλητική Φυσικοθεραπεία*, Broken Hill Publishers Ltd
2. Carol A.Oatis(2010). *Κινησιολογία, Η Μηχανική και η Παθομηχανική της Ανθρώπινης Κίνησης τομος 1* σελ,95-97
3. Μπαλτόπουλος Π. (2003) *Ανατομική του Ανθρώπου* σελ. 329,330
4. Δρ.Πέτρος Α.Πουλμέντης (2007). *Βιολογική μηχανική εργονομία* σελ, 50-61
5. William E. Prentice (2007) . *Τεχνικές αποκατάστασης* σελ,664
6. Ν.Γ Γαλανόπουλος (2000). *Επώδυνες καταστάσεις μαλακών ιστών Μυοσκελετικού συστήματος*. Σελ, 75
7. Carolyn Kisner\Lynn Allen Colby (2003). *Θεραπευτικές ασκήσεις Βασικές αρχές και Τεχνικές* σελ, 15