



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΚΚΕΝΤΡΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΗΝ
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΕΝΟΝΤΙΩΝ ΠΑΘΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΚΑΤΩ
ΑΚΡΟΥ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:

ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

A.M: 999

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΔΡ. ΦΟΥΣΕΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΑΙΓΙΟ - 2019

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Μέσα σε λίγες γραμμές θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους με βοήθησαν για την εκπόνηση και την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας. Ειδικότερα τον κ. Φουσέκη Κωνσταντίνο για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου πρόσφερε σε όλη την διάρκεια συγγραφής της πτυχιακής μου. Θα ήθελα επίσης να απευθύνω τις ευχαριστίες μου σε όλους τους καθηγητές μου για τις γνώσεις που μου μετέδωσαν.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια η έκκεντρη άσκηση έχει λάβει μεγάλης προσοχής εκ μέρους της επιστημονικής κοινότητας, ως μέσο για την αντιμετώπιση και αποκατάσταση μιας ποικιλίας κακώσεων τόσο του άνω, όσο και του κάτω άκρου.

Οι κακώσεις του κάτω άκρου αποτελούν μια μεγάλη, ετερογενή ομάδα κακώσεων, οι οποίες είναι συχνότερες στους αθλητές, αλλά και τους ανθρώπους που κάνουν καθιστική ζωή. Λόγω του έντονου αντίκτυπου που αποφέρουν επί της λειτουργικότητας και της ποιότητας ζωής των ασθενών, η έγκαιρη και ταχεία αποκατάστασή τους είναι κρίσιμη για τόσο για τον ασθενή, όσο και τον επαγγελματία υγείας.

Η παρούσα εργασία συνοψίζει τα μέχρι σήμερα δεδομένα της βιβλιογραφίας, σχετικά με την αποτελεσματικότητα αλλά και τους περιορισμούς της έκκεντρης άσκησης στην αποκατάσταση του κάτω άκρου. Με βάση τα δεδομένα αυτά, η έκκεντρη άσκηση έχει αναδειχθεί πολύ αποτελεσματική σε μια ποικιλία κακώσεων του κάτω άκρου, όπως οι τενοντοπάθειες, με κύριες την τενοντοπάθεια του αχίλλειου τένοντα και της επιγονατίδας, των κακώσεων των οπίσθιων μηριαίων μυών, των κακώσεων των προσαγωγών, καθώς και ως μέσο αποκατάστασης μετά από χειρουργική ανάπλαση των πρόσθιων χιαστών συνδέσμων (ACL). Μάλιστα, στις περισσότερες περιπτώσεις κρίνεται το ίδιο ή και περισσότερο αποτελεσματική με τις παραδοσιακές παρεμβάσεις, όπως η ομόκεντρη άσκηση.

Παρόλα αυτά, υπάρχει έλλειψη συστηματικής ανάλυσης της βιβλιογραφίας σχετικά με τον ακριβή και ορθό τρόπο εφαρμογής της και τη διατύπωση σαφών πρωτοκόλλων θεραπείας, ειδικών για κάθε τύπο κάκωσης. Μια τέτοια μελλοντική συνεισφορά αναμένεται να συμβάλλει στη μεγιστοποίηση της χρησιμότητας και αποτελεσματικότητας της έκκεντρης άσκησης, ως εργαλείο αποκατάστασης στα χέρια του φυσικοθεραπευτή.

ΛΕΞΕΙΣ – ΚΛΕΙΔΙΑ

έκκεντρη άσκηση, κακώσεις κάτω άκρου, τενοντοπάθειες, λειτουργική αποκατάσταση, αχίλλειος τένοντας, επιγονατίδα, ACL, πρόσθιοι χιαστοί σύνδεσμοι, οπίσθιοι μηριαίοι μυς, προσαγωγοί μυς.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	ii
ΛΕΞΕΙΣ – ΚΛΕΙΔΙΑ	ii
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	1
2. Η ΕΚΚΕΝΤΡΗ ΑΣΚΗΣΗ ΩΣ ΜΕΣΟ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ.....	3
2.1 Ιστορική αναδρομή – Η μηχανική της έκκεντρης άσκησης	3
2.2 Η χρήση της έκκεντρης άσκησης ως μέσο πρόληψης και αποκατάστασης.	5
2.3 Ο μηχανισμός μέσω του οποίου η έκκεντρη άσκηση προάγει την επούλωση	7
2.4 Κύριοι τραυματισμοί στους οποίους χρησιμοποιείται η έκκεντρη άσκηση.....	9
2.4.1 Τενοντοπάθειες	9
2.4.2 Θλάσεις των οπίσθιων μηριαίων μυών	11
2.4.3 Ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (Anterior Cruciate Ligament – ACL).	12
3. ΟΙ ΚΑΚΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΚΑΤΩ ΑΚΡΟΥ.....	16
3.1 Επιδημιολογία	16
3.2 Κύρια είδη κακώσεων του κάτω άκρου σε αθλητικούς τραυματισμούς - Μηρός και γόνατο	18
3.2.1 Ρήξη χιαστών συνδέσμων	19
3.2.2 Ρήξη πλάγιων συνδέσμων	23
3.2.3 Σύνδρομο μηριαιοεπιγονατιδικού πόνου (Patellofemoral Pain Syndrome – PFPS)....	25
3.2.4 Χονδρομαλακία της επιγονατίδας	27
3.2.5 Τραυματισμός των μηνίσκων	28
3.2.6 Τενοντοπάθεια της επιγονατίδας	31
3.2.7 Θλάση οπίσθιων μηριαίων μυών (hamstring strain)	32
3.2.8 Θλάση προσαγωγών μυών.....	34

3.3 Κύρια είδη αθλητικών κακώσεων – Πέλμα και αστράγαλος.....	36
3.3.1 Διάστρεμμα ποδοκνημικής άρθρωσης	37
3.3.2 Τενοντοπάθεια του Αχιλλείου τένοντα.....	40
3.4 Τραυματισμοί του κάτω άκρου έπειτα από τροχαίο ατύχημα.....	42
4.Η ΕΚΚΕΝΤΡΗ ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΚΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΚΑΤΩ ΑΚΡΟΥ – ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	43
4.1 Δεδομένα υπέρ της χρήσης της έκκεντρης άσκησης στις κακώσεις του κάτω άκρου	43
4.2 Η έκκεντρη άσκηση στην τενοντοπάθεια του Αχιλλείου Τένοντα (ΑΤ).	45
4.2.1 Η ΕΕ έναντι της ομόκεντρης προπόνησης στην ΑΤ	50
4.2.3 Η αποτελεσματικότητα της ΕΕ έναντι του κρουστικού υπέρηχου (ESWT) και άλλων θεραπευτικών παρεμβάσεων.	51
4.3 Η έκκεντρη άσκηση στην τενοντοπάθεια της επιγονατίδας (ΕΤ).....	53
4.3.1 Η ΕΕ έναντι άλλων μορφών θεραπείας στην ΕΤ	55
4.4 Η έκκεντρη άσκηση στην τενοντοπάθεια των προσαγωγών και τον πόνο στη βουβωνική χώρα (groin pain).....	59
4.5 Η έκκεντρη άσκηση στην λειτουργική αποκατάσταση μετά από χειρουργική ανάπλαση της ρήξης των πρόσθιων χιαστών συνδέσμων (ACL) και της ρήξης μηνίσκου.....	61
4.6 Η έκκεντρη άσκηση στην αποκατάσταση της θλάσης των οπίσθιων μηριαίων μυών (hamstring strain).	64
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ -ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	67
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	70

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι κακώσεις του κάτω άκρου, σοβαρότερες ή πιο ήπιες, αποτελούν συχνότατα αντικείμενο φυσιοθεραπευτικής παρέμβασης, αφού χρήζουν ταχύτατης και αποτελεσματικής αποκατάστασης, κυρίως λόγω του μεγάλου αντίκτυπου και των πολλαπλών λειτουργικών περιορισμών που επιφέρουν στην καθημερινότητα, την ποιότητα ζωής και την ψυχολογία των ασθενών (Read et al., 2004).

Αρχικά, οι κακώσεις των κάτω άκρων, ποικίλης βαρύτητας, είναι πολύ συχνές μεταξύ των αθλητών, με σημαντικές συνέπειες τόσο για τους ίδιους, όσο και για τις ομάδες τους (Sullivan et al., 2012). Σημαντικότερα, οι τραυματισμένοι αθλητές, ιδίως υψηλού επιπέδου, ασχολούμενοι επαγγελματικά με τα αθλήματα, φαίνεται να εμφανίζουν σε μεγαλύτερα ποσοστά κατάθλιψη και άγχος, καθώς και χαμηλότερη αυτοεκτίμηση από τους υγιείς αθλητές, τόσο αμέσως μετά τον σωματικό τραυματισμό, όσο και δύο μήνες αργότερα (Leddy et al., 1994). Αυτά τα ευρήματα υποστηρίζονται από πολυάριθμες γενικότερες παρατηρήσεις ότι οι αθλητές που έχουν τραυματιστεί σωματικά αντιμετωπίζουν μια περίοδο συναισθηματικής δυσφορίας που σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να είναι αρκετά σοβαρή ώστε να δικαιολογεί την κλινική παρέμβαση (Shuer and Dietrich, 1997, Ardern et al., 2013, Putukian, 2016, Walker et al., 2007).

Ακόμα, οι βαρύτεροι τραυματισμοί του κάτω άκρου, όπως αυτοί που προκαλούνται συχνά από τροχαία ατυχήματα, έχει αναδειχθεί ότι μπορεί να έχουν τόσο μεγάλο αντίκτυπο στον ασθενή που να αλλάξουν ολότελα τη ζωή του (Read et al., 2004). Οι ασθενείς με τέτοιους τραυματισμούς συχνά χρειάζονται θεραπεία για χρόνια και έχουν σημαντική νοσηρότητα για παρατεταμένο χρονικό διάστημα (Read et al., 2004). Προηγούμενες μελέτες έχουν καταδείξει ότι τα αποτελέσματα μιας χειρουργικής επέμβασης για τη θεραπεία τέτοιων εκτεταμένων βλαβών των κάτω άκρων, σπάνια είναι από μόνες τους αποτελεσματικές στην ανάκτηση της λειτουργικότητας του τραυματισμένου άκρου, και μάλιστα, ορισμένες φορές, τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματά τους στην υγεία και τη ζωή του ασθενούς συγκρίνονται ακόμα και με τον ακρωτηριασμό (Read et al., 2004).

Για το λόγο αυτό, και βάσει της σχετικής αδυναμίας της χειρουργικής αποκατάστασης να βελτιώσει ικανοποιητικά τη λειτουργικότητα, η σωστή, έγκαιρη και καλά σχεδιασμένη φυσιοθεραπευτική αποκατάσταση κρίνεται απαραίτητη.

Ακόμα και σε αυτή την κατεύθυνση, παρόλα αυτά, πολλές φορές, οι παραδοσιακές τεχνικές αποκατάστασης κρίνονται αναποτελεσματικές (Sullivan et al., 2012). Ελλείπει σαφούς γνώσεις του ειδικού τρόπου παρέμβασης που πρέπει να εφαρμοστεί, τα κύρια προγράμματα αποκατάστασης τραυματισμού του κάτω άκρου περιλαμβάνουν ασκήσεις ενδυνάμωσης, διατάσεων και εκμάθησης ισορροπίας (Sullivan et al., 2012).

Παρόλα αυτά, διάφορα βιβλιογραφικά δεδομένα αναδεικνύουν ότι η εφαρμογή έκκεντρης άσκησης μπορεί να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική στη λειτουργική αποκατάσταση τραυματισμών του κάτω άκρου, αφού μπορούν να αυξήσουν την ευελιξία των τραυματισμένων μυϊκών ομάδων, προάγοντας επιπλέον την ενδυνάμωσή τους, και μειώνοντας τον κίνδυνο νέου τραυματισμού (Sullivan et al., 2012).

Με βάση το παραπάνω, η έκκεντρη άσκηση, συνδυαστικά με άλλα προγράμματα, μπορεί να είναι πολύ αποτελεσματική στη γρήγορη και όσο το δυνατό μεγαλύτερη αποκατάσταση του ασθενούς. Συνεπώς, στόχο της παρούσας εργασίας, αποτελεί η βιβλιογραφική ανάλυση της σημασίας και της αποτελεσματικότητας της ένταξης της έκκεντρης άσκησης στην αποκατάσταση σχετικών τραυματισμών, στην κατεύθυνση της αποκατάστασης της λειτουργικότητας και της ποιότητας ζωής του ασθενούς.

Σκοπό της παρούσας εργασίας αποτελεί η λεπτομερής ανάλυση των βασικών σημείων της βιβλιογραφίας σχετικά με τη χρήση της έκκεντρης άσκησης στην αποκατάσταση κακώσεων του κάτω άκρου, των σημείων που χρειάζονται περαιτέρω μελέτη, αλλά και των σημείων που πρέπει να προσέξει ο επαγγελματίας της αποκατάστασης, ώστε να εφαρμόσει με το ασφαλέστερο και αποτελεσματικότερο για τον ασθενή τρόπο, αυτό το χρήσιμο μέσο στην λειτουργική αποκατάσταση του κάτω άκρου.

2. Η ΕΚΚΕΝΤΡΗ ΑΣΚΗΣΗ ΩΣ ΜΕΣΟ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ

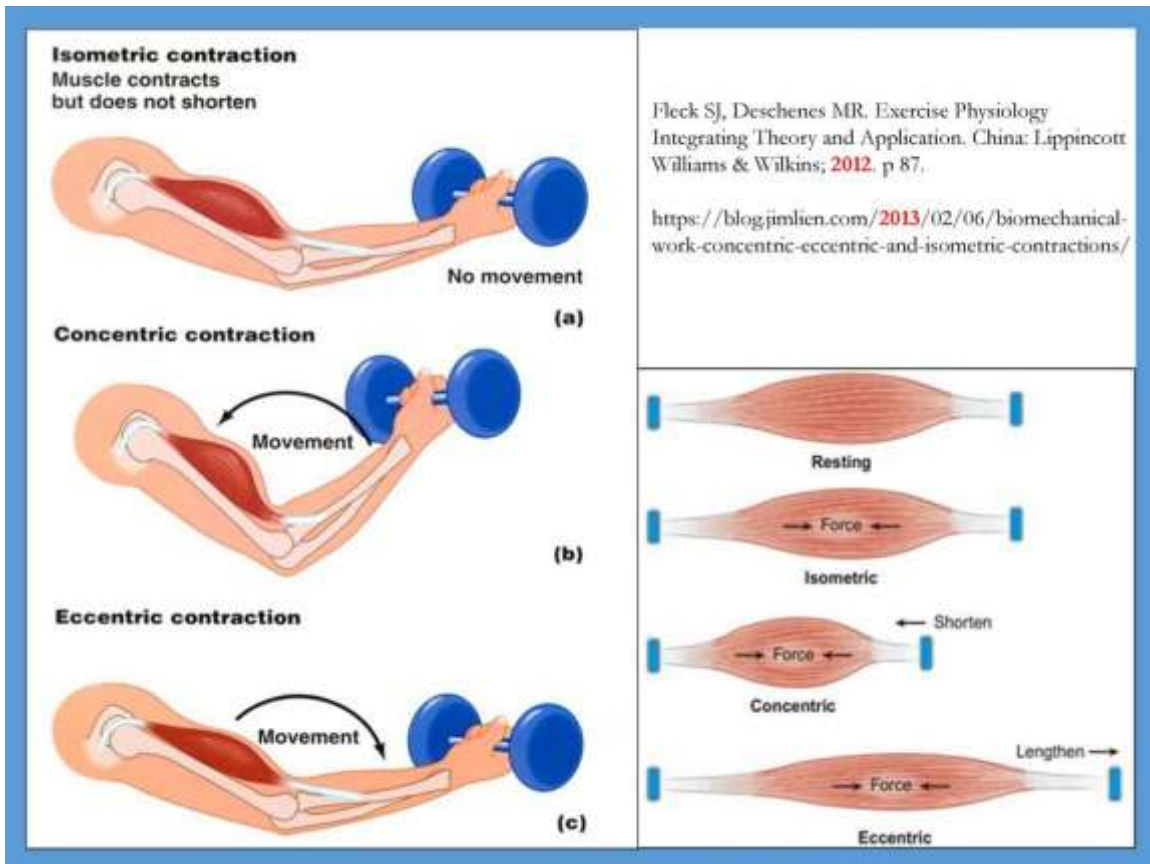
2.1 Ιστορική αναδρομή – Η μηχανική της έκκεντρης άσκησης

Βιβλιογραφικά, οι έκκεντρες μυϊκές συστολές, δηλαδή οι συστολές του μυός που συμβαίνουν κατά την επιμήκυνση (και όχι κατά τη βράχυνση) αυτού, έχουν λάβει πολύ λιγότερη προσοχή, είτε από τις ισομετρικές ή τις ομόκεντρες συστολές, ιδιαίτερα όσον αφορά τη χρήση τους για τη φυσιοθεραπευτική αποκατάσταση μετά από τραυματισμό (Lastayo et al., 2013).

Η σύγχρονη επιστημονική κατανόηση της ενεργειακής λειτουργίας του μυός αποδίδεται από πολλούς, στον επιστήμονα A.V. Hill και τους λαμπρούς μαθητές του Bassett και Fenn. Πιο συγκεκριμένα, ο Fenn επικεντρώθηκε στην μυϊκή ενεργειακή εν γένει και ειδικότερα στη μελέτη του ενεργειακού κόστους της μυϊκής συστολής. Σήμερα, είναι γνωστή ως το "φαινόμενο Fenn", η πρόταση ότι ενεργειακό κόστος της συστολής των μυών είναι περίπου ίσο με το κόστος της παραγωγής δύναμης συν το πρόσθετο κόστος του έργου που παράγεται. Με άλλα λόγια, η ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή δύναμης στους σκελετικούς μύες αυξάνεται, όταν οι μύες βραχύνονται, δηλαδή εκτελούν θετικό έργο (Lastayo et al., 2013).

Ωστόσο, ο Fenn έκανε επίσης μια παρατήρηση που έλαβε πολύ λιγότερη προσοχή, την εποχή εκείνη, δηλαδή ότι αν ένας μυς είναι τεντωμένος κατά τη συστολή, η απελευθερωμένη από το μυ ενέργεια είναι μειωμένη. Θα μπορούσαμε να ονομάσουμε το φαινόμενο αυτό ως "αρνητικό φαινόμενο Fenn". Βιοχημικά, το φαινόμενο υποστηρίχθηκε τότε από την υπόθεση ότι οι χημικές αντιδράσεις που καταναλώνουν ATP κατά τη βράχυνση των μυών, θα μπορούσε να αντιστραφεί όταν οι μύες υποβάλλονται σε μηχανική έκταση ("αρνητική εργασία") παράγοντας τελικά ATP (Lastayo et al., 2013).

Ενώ αυτή η έννοια της "γεννήτριας ATP" έχει εδώ και πολύ καιρό καταρριφθεί, αυτά τα πρώτα πειράματα καθόρισαν για πρώτη φορά ότι το ενεργειακό κόστος της παραγωγής δύναμης είναι: 1) αυξημένο εάν το έργο παράγεται από τον ίδιο το μυ και 2) μειωμένη αν το έργο εφαρμόζεται στο μυ εξωγενώς (έκκεντρα προκαλούμενο αρνητικό έργο). Έτσι, αυτές οι πρώτες μελέτες καθόρισαν ότι το ενεργειακό κόστος την παραγωγή ταυτόσημης έντασης και διάρκειας δύναμης, είναι ελάχιστο κατά τη διάρκεια των έκκεντρων συστολών (Lastayo et al., 2013) (Εικόνα 2-1).



Εικόνα 2- 1 Οι τρεις τύποι άσκησης. Α) ισομετρική (συστολή χωρίς καμία μεταβολή του μήκους του μυός, Β) ομόκεντρη (συστολή κατά τη βράχυνση του μυός), C) Έκκεντρη (συστολή κατά την επιμήκυνση του μυός). Πηγή: https://lh3.googleusercontent.com/P2HyvhJV0E2aoljHoKjLyVq35WYiJ7av65NdPGphZa-8w_Jhdp tspp6 sb GXMu8uDprLcuw=s113

Εκτός από το χαμηλό ενεργειακό κόστος παραγωγής δύναμης, οι έκκεντρες συστολές παράγουν επίσης τις μεγαλύτερες δυνάμεις. Σχεδόν πριν από έναν αιώνα και μισό και πολύ πριν από την συνεισφορά του A.V. Hill, ο Adolf Ficksee Fick δημοσίευσε ένα έγγραφο που εισήγαγε τον όρο "ισομετρική" συστολή, για να δηλώσει μια συστολή μυών στην οποία δεν υπάρχει μεταβολή του μήκους του και, επιπρόσθετα τεκμηρίωσε ότι εάν ο μυς βρίσκεται τεντωμένος κατά τη διάρκεια μιας συστολής αυτό οδηγεί στην παραγωγή αυξημένης δύναμης (Lastayo et al., 2013).

Έτσι, οι δύο καθοριστικές ιδιότητες των έκκεντρων μυϊκών συστολών ήταν γνωστές για σχεδόν έναν αιώνα: 1) η παραγωγή δύναμης είναι μοναδικά υψηλή και 2) το ενεργειακό κόστος για την παραγωγή της είναι μοναδικά χαμηλό. Πάνω από 40 χρόνια πριν, η παρατήρηση που έγινε από τους Komí και Buskik ήταν ότι, λόγω αυτών των καθοριστικών ιδιοτήτων, οι έκκεντρες ασκήσεις

θα ήταν πλεονεκτικές για μυϊκή προπόνηση ή "προετοιμασία". Πράγματι, η υψηλή δύναμη και το χαμηλό ενεργειακό κόστος αποτελούν ιδανικά χαρακτηριστικά για φυσιοθεραπευτικές παρεμβάσεις με ασκήσεις αντίστασης (Lastayo et al., 2013).

2.2 Η χρήση της έκκεντρης άσκησης ως μέσο πρόληψης και αποκατάστασης.

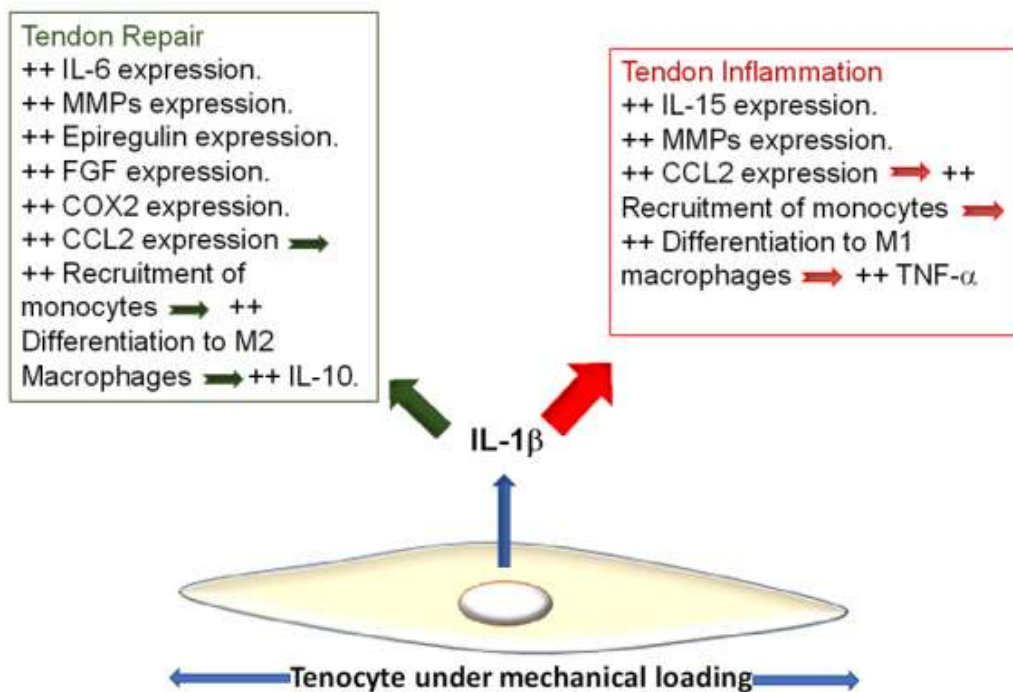
Πάνω από τα τελευταία 15 χρόνια, η ιατρική βιβλιογραφία επικεντρώνεται όλο και περισσότερο στην έκκεντρη άσκηση για την αποκατάσταση ενός πλήθους παθολογικών καταστάσεων. Ωστόσο, όπως προαναφέρθηκε, η έννοια της έκκεντρης άσκησης δεν είναι καινούργια. Η παλαιότερη γνωστή ερευνητική μελέτη σχετικά με τη σύγκριση των αποτελεσμάτων της έκκεντρης και της ομόκεντρης άσκησης πραγματοποιήθηκε το 1938 (Lorenz and Reiman, 2011).

Η έκκεντρη άσκηση έχει προταθεί και υποστηριχθεί βιβλιογραφικά κυρίως για τη διαχείριση τενοντοπαθειών, αλλά ολοένα και περισσότερα δεδομένα συσσωρεύονται για τη χρησιμότητά της στη θεραπεία μυϊκών θλάσεων, και σε τραυματισμούς των οπίσθιων μηριαίων μυών. Ακόμα, η έκκεντρη προπόνηση αναφέρεται αποτελεσματική, ως μέσο πρόληψης έναντι του τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (ACL), καθώς και στην αποκατάσταση μετά από τη χειρουργική ανάπλαση του ACL (Lorenz and Reiman, 2011).

Αρκετές μελέτες αφορούν τον μηχανισμό δράσης της έκκεντρης άσκησης στην αποκατάσταση. Μία θεωρία αναφέρει ότι, για παράδειγμα, οι τραυματισμοί του αχίλλειου τένοντα μπορεί να προκύψουν στους δρομείς εξαιτίας των επαναλαμβανόμενων μικροτραυματισμών, υποστηρίζοντας μια πιθανή συμβολή της έκκεντρης άσκησης στην προπόνηση, στην αναδιαμόρφωση του τένοντα και την προστασία από τους τραυματισμούς (Frizziero et al., 2014).

Πράγματι, τα τενοκύτταρα αποτελούν μηχανικά ευαίσθητα κύτταρα, δεδομένου ότι είναι σε θέση να αναπρογραμματίσουν τον φαινότυπο τους (γονιδιακή έκφραση, μεταβολισμός, δομικές ιδιότητες) ως απάντηση σε μηχανικά ερεθίσματα (Zhang and Wang, 2013). Ωστόσο, το εξαρτώμενο από την ταχύτητα αποτέλεσμα της έκκεντρης προπόνησης δεν αναλύθηκε εκτενώς τα προηγούμενα έτη (Frizziero et al., 2014).

Σε πειραματική μελέτη στον ανθρώπινο αχίλλειο τένοντα *in vivo*, κατέστη σαφές ότι η έκκεντρη άσκηση προκαλεί μηχανικό φορτίο, το οποίο με τη σειρά του πυροδοτεί μηχανικές και μορφολογικές αλλαγές μόνο όταν υπερβαίνει ένα κατώτατο όριο ενεργοποίησης. Ωστόσο, το κατάλληλο μοτίβο φόρτωσης εξακολουθεί να είναι ασαφές, δεδομένου ότι το όριο μεταξύ επουλωτικού ερεθισμού και βλάβης (πρόκλησης φλεγμονής) δεν είναι σαφές, με αποτέλεσμα να υπάρχει κίνδυνος επιπλέον τραυματισμού, εάν το φορτίο αυξηθεί πάρα πολύ (Frizziero et al., 2014, Fouda et al., 2017). Πράγματι, ανάλογα το φορτίο που εφαρμόζεται πάνω στον τένοντα, η μεταβολή της γονιδιακής ρύθμισης μπορεί να είναι τέτοια που να οδηγεί είτε σε αποκατάσταση του τένοντα (για ήπια φορτία), είτε σε φλεγμονή (για ισχυρότερα φορτία) (Fouda et al., 2017) (Εικόνα 2-2).



Εικόνα 2- 2 Διαφορική απόκριση των τενοκυττάρων κάτω από μηχανικό ερέθισμα, είτε προς την κατεύθυνση της επιδιόρθωσης, είτε της ανάπτυξης φλεγμονής, ανάλογα με την ένταση του εφαρμοζόμενου μηχανικού ερεθίσματος. Πηγή: Fouda, M. B., et al. (2017). "Alterations in tendon microenvironment in response to mechanical load: potential molecular targets for treatment strategies." *Am J Transl Res* 9(10): 4341-4360.

2.3 Ο μηχανισμός μέσω του οποίου η έκκεντρη άσκηση προάγει την επούλωση

Οι τραυματισμένοι τένοντες περιέχουν υψηλά επίπεδα γλουταμινικού οξέος, ουσίας P και θειικής χονδροϊτίνης. Οι προαναφερθέντες νευροδιαβιβαστές και συστατικά μόρια του χόνδρου έχουν κατά καιρούς εμπλακεί εκτεταμένα στην αιτιολογία του πόνου που προκύπτει σε χρόνιες τενοντοπάθειες. Μία πρώτη θεωρία σχετικά με την επίδραση της έκκεντρης άσκησης επί της θεραπείας τέτοιων καταστάσεων, αφορούσε στη μείωση των επιπέδων των παραπάνω ουσιών, και, ιδιαίτερα του διεγερτικού νευροδιαβιβαστή γλουταμινικού οξέος. Ωστόσο, η μικροδιάλυση και ανάλυση του περιεχομένου που εκτελέστηκε σε χρόνια τραυματισμένους αχίλλειους τένοντες έξι ασθενών που έλαβαν θεραπεία με έκκεντρη άσκηση, απέτυχαν να ανιχνεύσουν σημαντική μείωση του γλουταμινικού οξέος μετά από τη θεραπεία (Alfredson and Lorentzon, 2003).

Ένας άλλος μηχανισμός που υποστηρίζεται από πολλούς επιστήμονες, αλλά ακόμα δεν έχει αποδειχθεί σε ικανοποιητικό βαθμό (Frizziero et al., 2014), αναφέρει ότι κατά την έκκεντρη άσκηση, λαμβάνει χώρα προσωρινή συμπίεση των νεοσχηματισμένων αγγείων, προκαλώντας έτσι την παροδική διακοπή της ροής του αίματος στον τραυματισμένο τένοντα (Ohberg and Alfredson, 2004).

Μία τρίτη θεωρία υποστηρίζει, ότι η ισχυρή μηχανική έκταση των τενόντων κατά την έκκεντρη άσκηση μπορεί να οδηγεί στην παραγωγή μέτριας έντασης πόνου, η οποία, νευρολογικά, μπορεί να δράσει ρυθμιστικά επί της ανώμαλης νευρολογικής απόκρισης στην έκταση, την οποία εμφανίζουν οι αχίλλειοι τένοντες με τενοντοπάθεια. Κατά την υπόθεση αυτή, υποστηρίζεται συνεπώς ότι η προκληθείσα έκταση, παρά η προκληθείσα ενδυνάμωση, είναι αυτή που οδηγεί στην ανακούφιση από τον πόνο (Allison and Purdam, 2009a) (Εικόνα 2-2).



Εικόνα 2- 3 Έκκεντρες ασκήσεις για την τενοντοπάθεια του αχίλλειου τένοντα. (Α) Οι ασθενείς αρχίζουν με ίσιο πόδι και την ποδοκνημική σε ραχιαία έκταση. (Β) Η ποδοκνημική του τραυματισμένου ποδιού στη συνέχεια χαμηλώνει σε πλήρη ραχιαία κάμψη και επιστρέφει στην αρχική του θέση με τη βοήθεια του μη τραυματισμένου ποδιού. (Γ) Η άσκηση επαναλαμβάνεται με το γόνατο λυγισμένο σε περίπου 45 μοίρες. Η άσκηση οδηγεί τόσο στην έκταση, όσο και στην ενδυνάμωση του τραυματισμένου μέλους. Πηγή: <https://ai2-s2-public.s3.amazonaws.com/figures/2017-08-08/abb2aa1527ed66ad3bcf84e91dd14cd47b417bd4/3-Figure2-1.png>

Το πρόβλημα στην εξαγωγή ασφαλών, ενιαίων συμπερασμάτων σε σχέση με το μηχανισμό της έκκεντρης άσκησης στην αποκατάσταση είναι ότι τα εφαρμοζόμενα πρωτόκολλα άσκησης στις διάφορες ερευνητικές μελέτες διαφέρουν μεταξύ τους, όχι μόνο για τη συχνότητα εφαρμογής τους και τον αριθμό εκτελούμενων επαναλήψεων, αλλά και στις παραμέτρους της ταχύτητας και του φορτίου, καθώς και με στην ύπαρξη ή μη της ένδειξης για τη συνέχιση της άσκησης σε περίπτωση εκδήλωσης πόνου, ή τη διακοπή της δραστηριότητα σε περίπτωση που αυτός ανακύπτει (Frizziero et al., 2014).

Επιπλέον, υπάρχει ασυνέπεια μεταξύ των μελετών όσον αφορά την πρόβλεψη της ταυτόχρονης με τη θεραπεία σωματικής δραστηριότητας, στην οποία εμπλέκεται ο ασθενής, καθώς και στην πιθανή συσχέτιση με άλλες θεραπείες (π.χ. ESWT, εφαρμογή νάρθηκα, θεραπεία με λέιζερ) ή επιπλέον μορφές θεραπευτικής άσκησης (π.χ. ομόκεντρη άσκηση, stretching) (Frizziero et al., 2014).

2.4 Κύριοι τραυματισμοί στους οποίους χρησιμοποιείται η έκκεντρη άσκηση

Όπως προαναφέρθηκε, σήμερα η συμβολή της έκκεντρης άσκησης έχει μελετηθεί για μια πληθώρα τραυματισμών, με κύριες τις τενοντοπάθειες. Παρόλα αυτά, οι κάποιες εξ αυτών έχουν λάβει ιδιαίτερης προσοχής και ανάλυσης εκ μέρους της επιστημονικής κοινότητας και, για το λόγο αυτό, αξίζει να αναλυθούν στο παρόν κεφάλαιο.

2.4.1 Τενοντοπάθειες

Οι τραυματισμοί των τενόντων αντιπροσωπεύουν το 30% έως 50% των τραυματισμών στον αθλητισμό (Lorenz and Reiman, 2011). Συγκεκριμένα, τα χρόνια προβλήματα που προκαλούνται από την υπερβολική χρήση των τενόντων έχουν ως αποτέλεσμα το 30% όλων των τραυματισμών που σχετίζονται με το τρέξιμο (Sharma and Maffulli, 2006). Επιπλέον, έχει αναφερθεί ότι επίπτωση της επιγονατιδικής τενοντοπάθειας αγγίζει το 32% και το 45% σε αθλητές μπάσκετ και βόλεϊ, αντίστοιχα (Lian et al., 2005).

Οι παθολογίες των τενόντων οδηγούν όχι μόνο σε απώλεια χρόνου και μείωση των επιδόσεων του αθλητή, αλλά μπορεί επίσης να οδηγήσουν σε μακροπρόθεσμη βλάβη των τενόντων που μπορούν να επηρεάσει την καθημερινή λειτουργία. Μάλιστα έχουν προταθεί τέσσερα στάδια της τενοντοπάθειας, ανάλογα με το αντίκτυπό της στην καθημερινή ζωή, καθώς και τα κλινικά της σημεία, γνωστά ως στάδια Nirschl (Εικόνα 2.4).

Πολλές μελέτες έχουν τεκμηριώσει την εκκεντρική άσκηση ως αποτελεσματική θεραπεία για τις τενοντοπάθειες. Το 1998, δημοσιεύθηκε η πρώτη μελέτη που μελέτησε την επίδραση της έκκεντρης άσκησης στον παθολογικό τένοντα (Alfredson et al., 1998, Lorenz and Reiman, 2011). Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιήθηκε από τους εν λόγω συγγραφείς έχει χρησιμοποιηθεί από τότε στις περισσότερες μελέτες για την έκκεντρη προπόνηση (Lorenz and Reiman, 2011).

Αξίζει να αναφερθεί, ότι σε μια προοπτική μελέτη 15 αθλητών με χρόνια τενοντίτιδα του Αχίλλειου τένοντα, και οι 15 αθλητές επέστρεψαν σε επίπεδα προ του τραυματισμού. Επιπλέον, εμφάνισαν σημαντική μείωση του πόνου και σημαντική αύξηση της αντοχής (Lorenz and Reiman, 2011).

Table 1: Nirschl's Stages of Tendinopathy¹⁸				
Stage	Diagnosis	Macroscopic Pathology	Histologic Findings	Clinical Signs
0	<i>Healthy</i>	No inflammation	Organized collagen, absent blood cells	Firm tendon, not painful, absent swelling, normal temperature
I	<i>Acute tendinitis</i>	Symptomatic tendon degeneration, Increased cellularity; vascular disruption; inflammation of paratenon	Degenerative changes w/ microtears, inflammatory cells in paratenon; focal collagen disorientation	Acute swelling, pain, local tenderness, warmth, dysfunction
II	<i>Chronic tendinitis</i>	Increased tendon degeneration and vascularity	Greater evidence of microtears, increased levels of collagen disorientation in tissue hypercellularity	Chronic pain w/ tenderness, increased dysfunction, person voluntarily unloads structure
III	Tendinosis	Intratendinous degeneration due to microtrauma, cellular/tissue aging; vascular compromise	Increased cellularity, neovascularization, focal necrosis, collagen disorganization and disorientation	Palpable tendon enlargement, swelling of tissues, increased dysfunction w/ or w/o pain, tendon sheath may be swollen
IV	<i>Rupture</i>	Tendon failure	Complete disruption of fibers	Weak and painful muscle testing, inability to move affected joint, + clinical tests for tendon disruption

Εικόνα 2- 4 Τα στάδια Nirschl της τενοντοπάθειας. Ανάλογα με τα κλινικά της ευρήματα η τενοντοπάθεια μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε 4 στάδια αυξανόμενης βαρύτητας. I- Οξεία τενοντίτιδα, II- Χρόνια τενοντίτιδα, III- Τενοντοπάθεια, IV- Ρήξη. Πηγή: Lorenz, D. and M. Reiman (2011). "The role and implementation of eccentric training in athletic rehabilitation: tendinopathy, hamstring strains, and ACL reconstruction." *International journal of sports physical therapy* 6(1): 27-44.

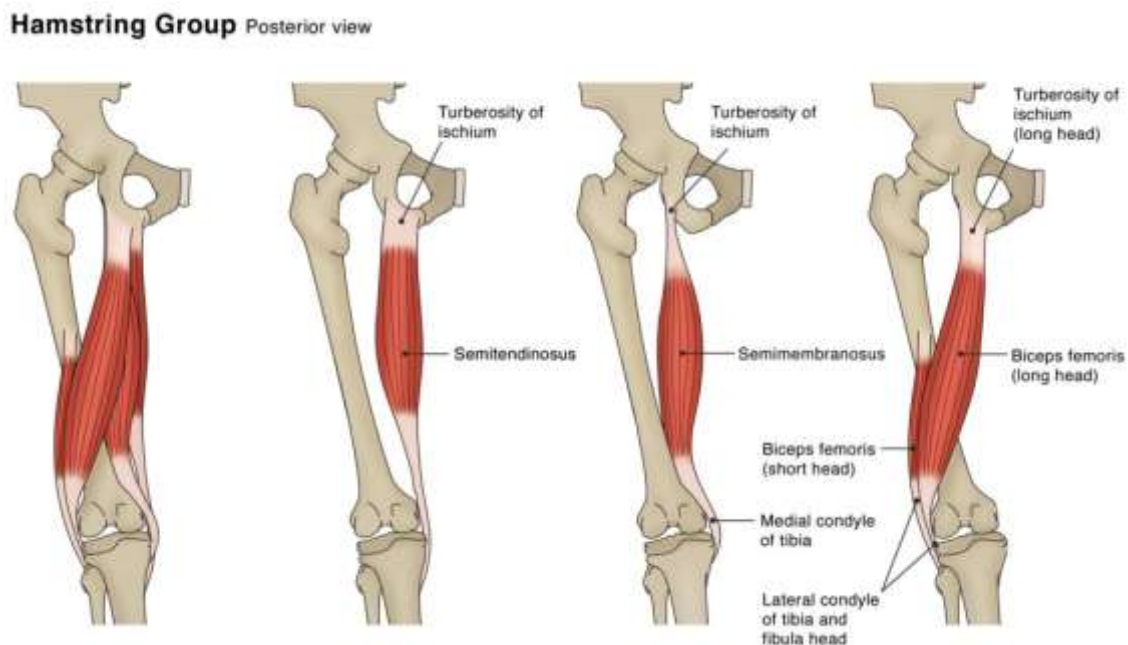
Θετικές αλλαγές στη δομή των ιστών και στις μηχανικές ιδιότητες του τένοντα έχουν διαπιστωθεί ως αποτέλεσμα της έκκεντρης άσκησης. Τέτοιες μεταβολές περιλαμβάνουν μείωση του όγκου του παθολογικού τένοντα (όπως αυτός προσδιορίστηκε με μαγνητική τομογραφία), μείωση του ενδοτενοντιακού σήματος στη μαγνητική τομογραφία, μείωση του συσσωρευμένου υγρού στο εσωτερικό του τένοντα (όπως καταδεικνύεται από το προηγούμενο

εύρημα) και, πιθανώς, αύξηση της εναπόθεσης κολλαγόνου στον τένοντα (Alfredson et al., 1998).

Ακόμα, έχει διαπιστωθεί σε επόμενες μελέτες, αύξηση της έκφρασης του κολλαγόνου έπειτα από την εφαρμογή έκκεντρης άσκησης (γεγονός το οποίο μπορεί να εξηγεί το παραπάνω εύρημα), κανονικοποίηση της δομής του τένοντα και μείωση του όγκου του, γεγονότα που συσχετίζονται θετικά με τη μείωση του πόνου, θετικές αλλαγές στον ιστό των πελματιαίων καμπτηρών μυών και ενδυνάμωση της άρθρωσης στο σύνολό της. Τα παραπάνω μπορεί να εξηγούν εν μέρει, την ευεργετική ιδιότητα της έκκεντρης άσκησης στις τενοντοπάθειες (Lorenz and Reiman, 2011).

2.4.2 Θλάσεις των οπίσθιων μηριαίων μυών

Το μεγαλύτερο μέρος της βιβλιογραφίας σχετικά με τις μυϊκές θλάσεις περιστρέφεται γύρω από τους τραυματισμούς της μυϊκής ομάδας των οπίσθιων μηριαίων (hamstring muscle group) (Εικόνα 2-5, 2-6).



Εικόνα 2- 5 Η ομάδα των οπίσθιων μηριαίων μυών– Μύες και τένοντες. Πηγή: <http://sportsinjury.wpengine.com/wp-content/uploads/2018/04/hamasting-group-1024x583.jpg>

Η κάκωση των οπίσθιων μηριαίων μυών αποτελεί αναμφισβήτητα μία από τις πιο δύσκολες και περίπλοκες καταστάσεις που πρέπει να αντιμετωπίσει επαγγελματίας της φυσιοθεραπευτικής

αποκατάστασης αντιμετωπίζει και η διαχείρισή του αποτελεί θέμα έντονης συζήτησης (Lorenz and Reiman, 2011).

Τέτοιου είδους κακώσεις αποτελούν σήμερα τις πιο κοινές κακώσεις ανάμεσα σε επαγγελματίες ποδοσφαιριστές, Οι κακώσεις των οπίσθιων μηριαίων μυών είναι κοινές σε αθλήματα που απαιτούν μέγιστο σπριντ, κλοτσιές, επιτάχυνση και αλλαγή κατεύθυνσης (Lorenz and Reiman, 2011).

Ο μέσος χρόνος που χάνεται από τον ανταγωνισμό και την προπόνηση, όταν ένας αθλητής υφίσταται μια τέτοια κάκωση, είναι 18 ημέρες, αλλά έχει αναφερθεί ότι μπορεί να κυμανθεί μεταξύ 8 και 25 ημερών (Petersen and Holmich, 2005). Επιπλέον, οι αθλητές καλούνται να αντιμετωπίσουν τα επίμονα, χρόνια συμπτώματα και την αυξημένη επανεμφάνιση της κάκωσης, η οποία συμβαίνει σε ποσοστό 12% έως 31% των περιπτώσεων (Petersen and Holmich, 2005). Ο μεγαλύτερος κίνδυνος επανεμφάνισης εμφανίζεται μάλιστα κατά τις δύο πρώτες εβδομάδες επιστροφής στον αθλητισμό (Lorenz and Reiman, 2011).

Οι ανισορροπίες της μυϊκής δύναμης έχουν εμπλακεί ως πιθανή πηγή των κακώσεων οπίσθιων μηριαίων μυών. Δύο μελέτες έλεγξαν τη σχέση ισοκινητικής, ομόκεντρης και έκκεντρης μυϊκής δύναμης ισχιακών μυών, των τετρακέφαλων και των οπίσθιων μηριαίων μυών σε σχέση με τον κίνδυνο κάκωσης οπίσθιων μηριαίων μυών (Sugiura et al., 2008, Orchard et al., 1997). Η μυϊκή αδυναμία κατά την έκκεντρη συστολή των οπίσθιων μηριαίων μυών συσχετίστηκε θετικά ως ένας κοινός παράγοντας μεταξύ των τραυματισμών, αφού ο τραυματισμός συνέβη σε όλες τις περιπτώσεις στην ασθενέστερη πλευρά (Sugiura et al., 2008, Orchard et al., 1997).

2.4.3 Ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (*Anterior Cruciate Ligament – ACL*).

Ο τραυματισμός στο ACL (Εικόνα 2-6) είναι ο πιο κοινός και σημαντικός από όλους τους τραυματισμούς στο γόνατο, ενώ μπορεί να οδηγήσει δυνητικά σε περιορισμούς της εμβέλειας κίνησης, εκφυλιστικές μεταβολές στην άρθρωση του γόνατος και μυϊκή ατροφία (Lorenz and Reiman, 2011).



Εικόνα 2- 6 Τραυματισμός του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (ACL). Πηγή: https://www.mayoclinic.org/-/media/kcms/gbs/patient-consumer/images/2013/11/15/17/41/ds00555_ds00662_im02520_mcdc7_acl_injurythu.jpg

Ατροφία των μυών μεγαλύτερη από 20% και απώλεια αντοχής άνω του 30% έχουν αναδειχθεί να συμβαίνουν κατά τη διάρκεια των τριών πρώτων μηνών μετά τη χειρουργική επέμβαση της αποκατάστασης του ACL, συνοδευόμενα από 10% έως 20% έλλειμμα στο μέγεθος και τη μυϊκή δύναμη του τετρακέφαλου. Μάλιστα, οι αρνητικές αυτές συνέπειες φαίνεται να επιμένουν για αρκετά χρόνια μετά τη χειρουργική επέμβαση (Lorenz and Reiman, 2011). Ακόμα, απώλεια του όγκου των οπίσθιων μηριαίων και των εκτεινόντων μυών του γονάτου κατά 10% και 30% αντίστοιχα, έχουν περιγραφεί μετά από χειρουργική αποκατάσταση του ACL με αυτόλογο μόσχευμα (Williams et al., 2004).

Η βελτίωση αυτών των ελλειμμάτων εξακολουθεί να αποτελεί κλινική πρόκληση που απαιτεί τη συστηματική εφαρμογή προοδευτικών πρωτοκόλλων ενδυνάμωσης που να καλύπτουν όλα τα συστατικά της κινητικής λειτουργίας των κάτω άκρων (Lorenz and Reiman, 2011).

Τα προγράμματα παρέμβασης υψηλής έντασης και επιτάχυνσης είναι ασφαλής μετά την ανάπλαση του ACL. Επιπρόσθετα, έχει προταθεί ότι η έκκεντρη προπόνηση είναι πιο αποτελεσματική από την ομόκεντρη για την ανάκαμψη, από την έλλειψη αντοχής μετά την

ανάπλαση του ACL επειδή η έκκεντρη προπόνηση προωθεί μεγαλύτερες μεταβολές στη νευρική ενεργοποίηση και μυϊκή υπερτροφία (Lorenz and Reiman, 2011).

Αξίζει να αναφερθεί ότι κατά τη διερεύνηση της επίδρασης της άσκησης μεγαλύτερης έντασης (που προκαλεί σταδιακά και μεγαλύτερο φορτίο στο μόσχευμα ACL) έναντι ενός προγράμματος που παράγει ελάχιστο φορτίο στο μόσχευμα δεν ανιχνεύθηκαν διαφορές στη χάλαση του γονάτου, επίπεδο δραστηριότητας, τη λειτουργία, την ικανοποίηση του ασθενούς και την απόκριση σε βιοδείκτες χαρακτηριστικούς του μεταβολισμού του χόνδρου, με αποτέλεσμα να μπορεί κανείς να συμπεράνει ότι αυτά τα προγράμματα υψηλότερης έντασης είναι ασφαλή μετεγχειρητικά (Beynon et al., 2005).

Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι όταν εφαρμόζεται σταδιακά και προοδευτικά, η έκκεντρη άσκηση είναι ασφαλής για τους μετεγχειρητικούς ασθενείς και μπορεί να γίνει ανεκτή χωρίς κίνδυνο βλάβης (Lorenz and Reiman, 2011, Frizziero et al., 2014).

Η έκκεντρη εκγύμναση του γονάτου θεωρείται απαραίτητη για την αποκατάσταση της λειτουργικής ικανότητας έπειτα από επέμβαση ανάπλασης του ACL λόγω των ευρημάτων των σημαντικά μεγαλύτερων ελλειμμάτων ροπής στους εκτεινόντες του γόνατος μύες σε σύγκριση με τους καμπτήρες μύες στο ίδιο γόνατο (Gerber et al., 2007a).

Σε σύγκριση με ένα τυπικό πρόγραμμα αποκατάστασης μετά την ανάπλαση των ACL, η προοδευτική εφαρμογή έκκεντρης άσκησης έχει επίσης αποδειχθεί πλεονεκτική όσον αφορά όγκο και την εγκάρσια διατομή των τετρακέφαλων και των γλουτιαίων μυών, όσον αφορά τη ροπή των τετρακέφαλων, την απόσταση άλματος, το επίπεδο δραστηριότητας και το εύρος κίνησης κάμψης/έκτασης του γόνατος κατά τη διάρκεια της βάρδισης (Lorenz and Reiman, 2011).

Συμπερασματικά, η έκκεντρη άσκηση αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη παρέμβαση για μια σειρά κοινών κακώσεων. Αυτή η προσέγγιση είναι πολλά υποσχόμενη, επειδή βασίζεται στην φυσιολογία των μυών και των τενόντων. Αν και τα αποδεικτικά στοιχεία για τη συμβολή της έκκεντρης άσκησης είναι προφανή, αποτελούν ένα μόνο συστατικό ενός επιτυχούς πλάνου αποκατάστασης. Η κινητοποίηση μαλακών ιστών, η ρύθμιση του πόνου, η τροποποίηση της δραστηριότητας και η εκπαίδευση των ασθενών αποτελούν αναπόσπαστα μέρη της διαδικασίας (Lorenz and Reiman, 2011). Η μελλοντική έρευνα κρίνεται απαραίτητη, σε αυτή την κατεύθυνση, για την αποσαφήνιση του τρόπου και των περιπτώσεων που θα πρέπει να

εφαρμόζεται η έκκεντρη άσκηση. Κατόπιν εκπλήρωσης αυτής της προϋπόθεσης, η έκκεντρη άσκηση φαίνεται ότι μπορεί να αποτελέσει ένα θετικό εργαλείο στα χέρια του φυσικοθεραπευτή.

3. ΟΙ ΚΑΚΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΚΑΤΩ ΑΚΡΟΥ

3.1 Επιδημιολογία

Οι κακώσεις του κάτω άκρου, οι οποίες εκτείνονται από το ισχίο μέχρι το πέλμα, αποτελούν κοινές τραυματικές κακώσεις, ιδίως σε δύο κατηγορίες τραυματισμών: Τους αθλητικούς τραυματισμούς και τα τροχαία ατυχήματα.

Ετησίως, υπολογίζεται ότι συμβαίνουν στις ΗΠΑ 4.5 εκατομμύρια τραυματισμοί που σχετίζονται με αθλητικές και ψυχαγωγικές δραστηριότητες μεταξύ παιδιών και νεαρών ενηλίκων. Οι πιο συχνές αθλητικές βλάβες αφορούν τα κάτω άκρα, με τα δύο τρίτα αυτών των τραυματισμών να εμφανίζονται μεταξύ παιδιών και νεαρών ενηλίκων σε ηλικίες 5-24 έτη. Οι τραυματισμοί αυτοί αντιπροσωπεύουν το 20% όλων των επειγόντων περιστατικών παιδιών και νέων ενηλίκων (Fernandez et al., 2007). Τα ποσοστά είναι αντίστοιχα υψηλά και σε μεγαλύτερους σε ηλικία ενήλικες, τόσο ερασιτέχνες, όσο και επαγγελματίες αθλητές. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι περίπου το 49% των γυναικών και το 52% των ανδρών που τρέχουν ερασιτεχνικά και συστηματικά, έχει υποστεί κάποια στιγμή τραυματισμό του κάτω άκρου (Macera et al., 1989), ενώ αγγίζει το 65% μεταξύ επαγγελματιών αθλητών ποδοσφαίρου (Wong and Hong, 2005).

Ειδικά οι τραυματισμοί των μυών είναι ιδιαίτερα συνηθισμένοι και συμβαίνουν συχνά κατά τη διάρκεια του αθλητισμού ή της προπόνησης με ποσοστό άνω του 90% εξ αυτών να οφείλεται σε υπερβολική καταπόνηση. Μια πενταετής μελέτη σε επαγγελματίες ποδοσφαιριστές στην Ευρώπη έδειξε ότι οι μυϊκοί τραυματισμοί του κάτω άκρου αγγίζουν το 30% του συνόλου των τραυματισμών, με τους τραυματισμούς στον τετρακέφαλο μυ (32%), τους οπίσθιους μηριαίους μυς (28%), τον προσαγωγό (19%) και τον γαστροκνήμιο (12%) μυ, να είναι οι πιο συχνές (Armfield et al., 2006).

Αντιστοίχως, μεταξύ των ασθενών που διακομίζονται στο νοσοκομείο μετά από αυτοκινητιστικό ατύχημα, περίπου το 20% των οδηγών εμφανίζει τουλάχιστον ένα τραυματισμό κάτω άκρου. Η συχνότερη εξ αυτών των κακώσεων αφορά το κάταγμα αστραγάλου. Οι έρευνες δείχνουν επίσης οι τραυματισμοί του κάτω άκρου αντιπροσωπεύουν το 8-12% όλων των τραυματισμών μέτριας έως μεγάλης σοβαρότητας στους επιβαίνοντες σε οχήματα που εμπλέκονται σε μετωπικές συγκρούσεις (Dischinger et al., 2004).

Ομοίως, μια νεότερη ανάλυση πραγματικών δεδομένων τροχαίων ατυχημάτων με σύγκρουση από το NASS, έδειξε ότι το κάτω άκρο αποτελεί τη συχνότερη περιοχή του σώματος που τραυματίζεται στις μπροστινές εξωτερικές θέσεις αυτοκινήτων που διαθέτουν αερόσακο. Πιο συγκεκριμένα μεταξύ των κακώσεων που εμφανίζονται ετησίως στο στις ΗΠΑ στους εμπρόσθιους εξωτερικούς επιβάτες τέτοιων οχημάτων, το 33% συμβαίνουν στο πόδι και τον αστράγαλο και οι τραυματισμοί αυτοί αντιπροσώπευαν το 41% των ετών της ζωής του ασθενούς που «χάνονται» λόγω του τραυματισμού (Kurra, 2001). Οι συγγραφείς συμπεραίνουν ότι, αν και οι τραυματισμοί στον αστράγαλο και το πόδι δεν είναι απειλητικές για τη ζωή, "ο συνδυασμός του απόλυτου αριθμού ετήσιων τραυματισμών και του σχετικά υψηλού επιπέδου αναπηρίας, βλάβης και λειτουργικής απώλειας που προκαλεί ο τραυματισμός, καθιστούν τις προσπάθειες πρόληψης να έχουν δυνατότητες για υψηλά οφέλη" (Kurra, 2001).

Μάλιστα, οι τραυματισμοί των κάτω άκρων από τα τροχαία ατυχήματα τείνουν να κατατάσσονται ως υψηλής ενέργειας τραυματισμοί, οι οποίοι έχουν φτωχότερη πρόγνωση σε σύγκριση με χαμηλής ενέργειας τραυματισμούς που προκαλούνται για παράδειγμα από τις πτώσεις. Επειδή περιλαμβάνουν επιφάνειες που φέρουν λειτουργικά μεγάλο μέρος του βάρους του σώματος, καθώς και κύριες αρθρώσεις όπως του ισχίου, του γόνατος και του αστραγάλου, τα κατάγματα των περιοχών αυτών συχνά οδηγούν σε μεγάλη και μακροχρόνια μείωση στην κινητικότητα, με αποτέλεσμα την πρόκληση σοβαρής βλάβης και αναπηρίας (Dischinger et al., 2004). Δυστυχώς, η ικανότητα αυτών των τραυματισμών να προκαλούν σοβαρή μείωση της λειτουργικότητας του ατόμου δεν αντανακλάται στις βαθμολογίες που κατέχουν σε κλίμακες αξιολόγησης της σοβαρότητας τραυματισμών, όπως η κλίμακα AIS (Abbreviated Index Score), διότι αυτές οι κλίμακες είναι πρωτίστως σχεδιασμένες να εκτιμούν και να αντικατοπτρίζουν την απειλή για τη ζωή και όχι να χαρακτηρίζουν τις αναπηρίες που συνδέονται με μη θανατηφόρους τραυματισμούς. Επιπρόσθετα, ενώ ο καταστροφικός αντίκτυπος των κακώσεων του κάτω άκρου δεν είναι νέο εύρημα στην ορθοπεδική χειρουργική, η ιδιαιτερότητα των ειδικών τύπων τέτοιων κακώσεων, όπως οι αρθρικοί τραυματισμοί του αστραγάλου και του ποδιού, δεν είναι καλά αναγνωρισμένοι (Dischinger et al., 2004).

3.2 Κύρια είδη κακώσεων του κάτω άκρου σε αθλητικούς τραυματισμούς - Μηρός και γόνατο

Το γόνατο είναι η μεγαλύτερη άρθρωση στο σώμα και είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο σε διάφορους τύπους τραυματισμών ή δυσλειτουργίας λόγω του δομικού σχεδιασμού του (Εικόνα 3.2).

Υπάρχουν δύο αρθρώσεις οστών που συσχετίζονται με το γόνατο, η μηριαιοκνημική και η μηριαιοεπιγονατιδική (Εικόνα 3.1). Η μηριαιοκνημική αποτελεί μια γνήσια άρθρωση όπου δύο μακρά οστά αρθρώνονται μεταξύ τους. Είναι η δομή που φέρει το φορτίο του γόνατος που οφείλεται στο σωματικό βάρος και ως αποτέλεσμα, παίζει σημαντικό ρόλο στην απορρόφηση κραδασμών και την κίνηση. Η μηριαιοεπιγονατιδική άρθρωση δεν είναι πραγματική άρθρωση μεταξύ οστών, ούτε φέρει μεγάλο φορτίο λόγω του σωματικού βάρους. Παρόλα αυτά, η άρθρωση της επιγονατίδας εμπλέκεται σε πολυάριθμες διαταραχές των μαλακών ιστών του γονάτου, λόγω της ισχυρής δύναμη που δέχεται από τους τετρακέφαλους μύες κατά τη διάρκεια της έκτασης γόνατος (Lowe and Chaitow, 2009b).



Εικόνα 3- 1 Η ανατομία του γόνατος. Πηγή: <http://www.ponosgonato.gr/wp-content/uploads/2013/06/png4>.

Οι τραυματισμοί στο γόνατο είναι πάρα πολύ συχνοί στις αθλητικές δραστηριότητες, έτσι ο ρόλος της λειτουργίας του γόνατος στην κίνηση έχει μελετηθεί με μεγάλη λεπτομέρεια. Πολλή προσοχή έχει δοθεί στον τραυματισμό των αρθρώσεων που περιλαμβάνει τις εσωτερικές δομές του γόνατος, όπως οι χιαστοί σύνδεσμοι, οι μηνίσκοι, και οι αρθρικές επιφάνειες. Ωστόσο, οι

μαλακοί ιστοί παίζουν σημαντικό ρόλο στη λειτουργία αυτών των δομών (Lowe and Chaitow, 2009b).

3.2.1 Ρήξη χιαστών συνδέσμων

Ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος (ACL) είναι ένας από τους τέσσερις πρωταρχικούς σταθεροποιητικούς συνδέσμους του γόνατος. Ο όρος χιαστός υποδεικνύει ότι ο σύνδεσμος χιάζεται σχηματίζοντας ένα χιαστό σχηματισμό μέσα στο γόνατο (Εικόνα 3.2).

Ο ACL συνδέεται με την πρόσθια επιφάνεια πτυχή του κνημιαίου οροπεδίου και έχει σχεδιαστεί για να αντιστέκεται στην πρόσθια μετατόπιση της κνήμης σε σχέση με το μηριαίο οστό. Λειτουργεί επίσης για να περιορίσει την υπερέκταση του γονάτου και να αντιστέκεται στην περιστροφή της κνήμης σε σχέση με το μηρό (Lowe and Chaitow, 2009b).

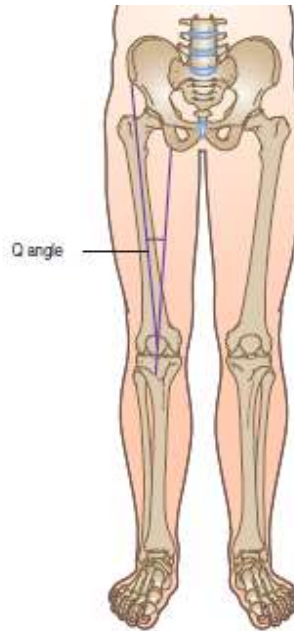


Εικόνα 3- 2 Οι χιαστοί σύνδεσμοι του γόνατου. Πηγή: <http://www.kouloumentas.gr/img/knee.gif>

Οι ρήξεις του ACL είναι σχετικά συνήθεις τραυματισμοί. Καθώς ολοένα και περισσότεροι άνθρωποι δραστηριοποιούνται σε έντονες αθλητικές και ψυχαγωγικές δραστηριότητες, οι τραυματισμοί τείνουν να αυξάνονται ακόμη περισσότερο. Εκτιμάται ότι οι τραυματισμοί των ACL εμφανίζονται με συχνότητα περίπου 60 στα 100.000 άτομα ανά έτος (Parolie and Bergfeld, 1986).

Οι ρήξεις των ACL συμβαίνουν συχνότερα στις γυναίκες από ότι στους άνδρες. Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν αυτά τα στατιστικά στοιχεία. Η οιστρογονικές ορμόνες μπορεί να αποτελούν ένα παράγοντα που προκαλεί χαλάρωση των μαλακών ιστών, ειδικά των συνδέσμων (Boden et al., 2000).

Οι γυναίκες έχουν επίσης μεγαλύτερο Q από τους άνδρες. Η γωνία Q ή τετρακέφαλος γωνία, καθορίζεται από τη γωνία που σχηματίζει η νοητή γραμμή μεταξύ της επικονδύλιας επιφάνειας της κνήμης και του κεντρικού σημείου της επιγονατίδας, με τη νοητή γραμμή από το μέσο της επιγονατίδας προς την κύρια λαγόνια άκανθα (Εικόνα 3-3) (Lowe and Chaitow, 2009).



Εικόνα 3- 3 Η γωνία Q. Πηγή: Lowe, W. and L. Chaitow (2009). Chapter 7 - Knee and thigh. *Orthopedic Massage (Second Edition)*. W. Lowe and L. Chaitow. Edinburgh, Mosby: 117-151.

Η ομάδα των τετρακέφαλων συνδέεται με τον κόνδυλο της κνήμης. Λόγω της γωνίας έλξης της, τραβά την κνήμη σε μία πρόσθια κατεύθυνση. Εάν υπάρχει μεγαλύτερη έλξη από τον τετρακέφαλο στην κνήμη, αυτό θέτει μεγαλύτερο φορτίο εφελκυσμού στους ACL και μπορεί να συμβάλλει στον τραυματισμό τους.

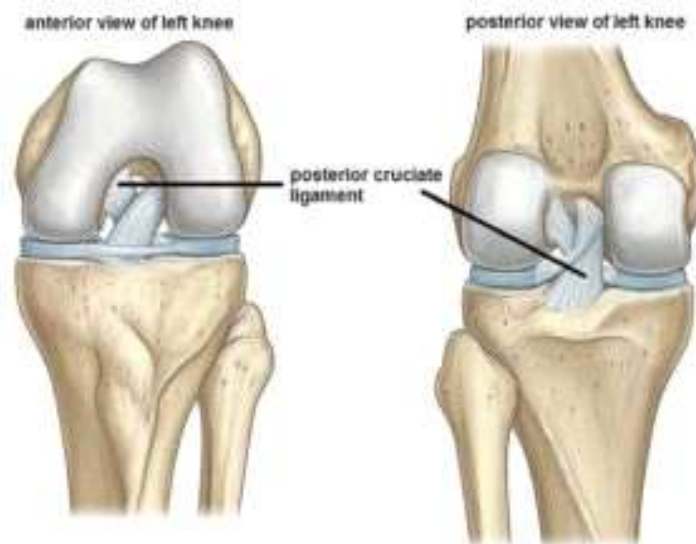
Η ομάδα τετρακέφαλων τραβά την κνήμη σε πρόσθια κατεύθυνση. Όπως προαναφέρθηκε οι ACL αποτρέπουν την υπερβολική κίνηση προς τα εμπρός της κνήμης. Οι οπίσθιοι μηριαίοι μύς από την άλλη τραβούν την κνήμη προς την οπίσθια κατεύθυνση. Κατά συνέπεια, η ενδυνάμωσή τους αποτρέπει επίσης την υπερβολική προώθηση της κνήμης κατά την έκταση και, συνεπώς, η εξάσκησή τους αποτελεί σημαντική συνιστώσα της αποκατάστασης του τραυματισμού των ACL (Lowe and Chaitow, 2009b).

Οι ρήξεις των ACL είναι οξείς τραυματισμοί που συμβαίνουν ως αποτέλεσμα υπερβολικών φορτίων που εναποτίθενται στον σύνδεσμο. Αυτά τα υπερβολικά φορτία συνήθως συμβαίνουν κάτω ορισμένες συνθήκες που περιλαμβάνουν: (Lowe and Chaitow, 2009b):

1. Κακή επιβράδυνση ή επιτάχυνση πριν από την αλλαγή κατεύθυνσης. Όταν υπάρχει μια απότομη επιβράδυνση, το ένα πόδι τοποθετείται μπροστά από το άλλο για να σταματήσει ή να επιβραδύνει την ορμή του σώματος. Παράλληλα οι τετρακέφαλοι μύες συστέλλονται έντονα για να προσφέρουν αντίσταση στην ορμή. Αυτός ο συνδυασμός της ορμής και της ισχυρής δύναμης των τετρακέφαλων επιφέρει τον τραυματισμό των ACL.

2. Η προσγείωση από άλμα είναι μια άλλη δραστηριότητα που ευθύνεται για ξαφνική ρήξη των ACL. Οι μηχανική της δραστηριότητας αυτής είναι οι ίδια με αυτή της επιβράδυνσης από τρέξιμο.

Ο οπίσθιος χιαστός σύνδεσμος (PCL) από την άλλη, συνδέει την οπίσθια όψη της κνήμης με την πρόσθια επιφάνεια του μηρού. Η κύρια λειτουργία του PCL είναι να αποτρέπει την οπίσθια κίνηση της κνήμης σε σχέση με το μηριαίο οστό (Εικόνα 3-4).



Εικόνα 3- 4 Ο οπίσθιος χιαστός σύνδεσμος (PLC) από πρόσθια (αριστερά) και οπίσθια (δεξιά) οπτική γωνία. Πηγή: <https://www.physiotutors.com/wp-content/uploads/2017/10/PCL-300x221.jpg>

Οι τραυματισμοί του PCL δεν είναι τόσο διαδεδομένοι και προκαλούν πολύ λιγότερη λειτουργική βλάβη από τους τραυματισμούς του ACL. Ωστόσο, θα πρέπει να λάβει κανείς υπόψιν ότι οι τραυματισμοί των PCL μπορεί στην πραγματικότητα να συμβαίνουν συχνότερα

από ότι αναφέρονται στα ιατρικά αρχεία, λόγω του μικρού τους λειτουργικού αντικτύπου (Morgan and Wroble, 1997).

Οι τραυματισμοί των ACL αποτελούν συχνότερα το αποτέλεσμα τραυματισμού χωρίς επαφή, όπου η ορμή του σώματος του ατόμου προκαλεί τον τραυματισμό. Αντίθετα, οι τραυματισμοί των PCL συμβαίνουν συχνότερα εξ επαφής με μία εξωτερική δύναμη. Κοινά παραδείγματα ρήξης των PCL διάτρησης περιλαμβάνουν την πτώση στο έδαφος, όπου η εγγύτερη κνήμη χτυπά στο έδαφος ή σε κάποιο άλλο αντικείμενο πρώτα. Αυτό είναι ιδιαίτερα πιθανό να συμβεί αν το πέλμα είναι εκτεταμένο ραχιαία κατά το χτύπημα του γόνατος στο έδαφος, καθιστώντας την εγγύτερη (στην άρθρωση του γόνατου) κνήμη το πρώτο σημείο της κρούσης (Lowe and Chaitow, 2009b).

Ένα άλλο παράδειγμα τραυματισμού του PCL συμβαίνει στους επιβάτες στο μπροστινό κάθισμα ενός αυτοκινήτου στα τροχαία ατυχήματα. Εάν η δύναμη είναι επαρκής, ο επιβάτης πετιέται προς τα εμπρός και το εγγύς άκρο της κνήμης χτυπά το ταμπλό με μεγάλη δύναμη. Αυτή η δύναμη ωθεί την εγγύτερη κνήμη πίσω και προκαλεί σοβαρή ρήξη στον PCL (Lowe and Chaitow, 2009b).

Επίσης, ο PCL μπορεί να τραυματιστεί από περιστροφικές δυνάμεις που εφαρμόζονται στο γόνατο. Αυτό γιατί ένας άλλος ρόλος του PCL είναι να αποτρέπει την υπερβολική περιστροφή στο γόνατο. Η πλευρική περιστροφή συμβαίνει όταν ένα άτομο ακινητοποιεί το πόδι στο έδαφος και γυρίζει προς την αντίθετη πλευρά. Αυτό το είδος της ξαφνικής κίνησης μπορεί να συμβεί συχνά σε ένα άτομο που ασχολείται με αθλητικές δραστηριότητες και αποτελεί μια κοινή αιτία της βλάβης του συνδέσμου στο γόνατο. Αν και η συμβολή του PLC στην σταθερότητα της περιστροφής δεν είναι μεγάλη, εξακολουθεί να υπάρχει πιθανότητα τραυματισμού συνδέσμων από την υπερβολική περιστροφική πίεση. Οι μελέτες αναφέρουν μάλιστα ότι ο PCL μπορεί να παίξει ισχυρότερο ρόλο στη συγκράτηση των περιστροφικών κινήσεων όταν το γόνατο είναι σε κάμψη σε σύγκριση με όταν βρίσκεται σε έκταση (Lowe and Chaitow, 2009b).

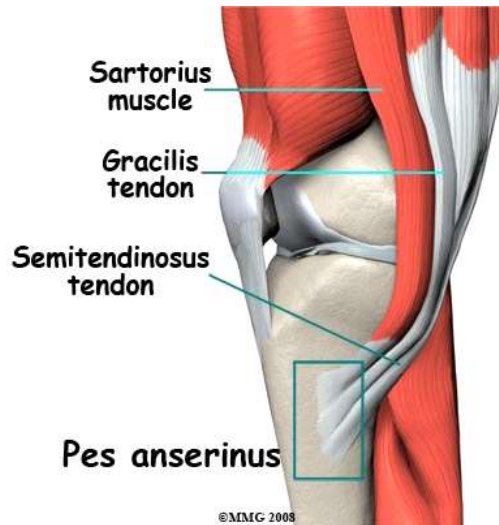
Και στην περίπτωση του PLC, ο ισχυρός τετρακέφαλος προσδίδει επιπλέον αντοχή στη δύναμη περιστροφής και μπορεί να προφυλάξει από έναν τέτοιο τραυματισμό ή και να συνδράμει στην ταχεία και καλή αποκατάσταση του τραυματισμού αυτού (Lowe and Chaitow, 2009b).

3.2.2 Ρήξη πλάγιων συνδέσμων

Ο έσω (κνημιαίος) παράπλευρος σύνδεσμος (MCL) βρίσκεται στην εσωτερική πλευρά του γόνατος και είναι ο μεγαλύτερος από τους δύο πλάγιους συνδέσμους του γόνατου (Εικόνα 3-5). Το εγγύς σημείο πρόσφυσής του βρίσκεται στον έσω κόνδυλο του μηριαίου οστού, ενώ η άπω πρόσφυσή του στην έσω πλευρά της κνήμης, ακριβώς πίσω από το σημείο προσάρτησης των μυϊκών ομάδων του χηνείου ποδός (pes anserine), που περιλαμβάνει το ραπτικό μυ (sartorius muscle), τον ισχνό προσαγωγό μυ (gracilis muscle) και τον ημιτεντονώδη μυ (semitendinous muscle) (Εικόνα 3-6). Η γωνία κατεύθυνσης των μυών της ομάδας σε συνδυασμό με την εγγύτητά τους με τον MCL, συμβάλουν σημαντικά στη σταθεροποίηση του γόνατου (Karandji, 1971).



Εικόνα 3- 5. Ο έσω πλάγιος σύνδεσμος του γόνατου. Πηγή: <http://papaloucasn.com/wp-content/uploads/2013/05/%CE%95%CE%A0-1.png>



Εικόνα 3- 6 Η μυϊκή ομάδα του χηναίου ποδός. Διακρίνεται το σημείο πρόσφυσής τους στην έσω επιφάνεια του γονάτου. Πηγή: http://www.runningnews.gr/lib_photos/articles/2014_08_30_hipious/image001.jpg

Αν συμβεί τραυματισμός ρήξης του MCL, αυτοί οι σταθεροποιητές μύες μπορεί να προσφέρουν πρόσθετη υποστήριξη (Lowe and Chaitow, 2009b).

Το MCL συνδέεται μέσω ινώδων δομών με τον αρθρικό θύλακα του γόνατος. Συνεπώς, ένας τραυματισμός του MCL μπορεί επίσης να προκαλέσει βλάβες στο θύλακα. Ο έσω μηνίσκος διαθέτει επίσης ινώδη σύνδεση με το MCL. Αυτή η ινώδης σύνδεση είναι ένας από τους κύριους λόγους που οι ρήξεις του MCL συμβαίνουν συχνά σε συνδυασμό με βλάβη στο μηνίσκο. Όταν ο MCL εκτίθεται σε υψηλές δυνάμεις εφελκυσμού, μπορεί να τραβήξει το μηνίσκο και να προκαλέσει ρήξη του χόνδρου του (Lowe and Chaitow, 2009b).

Η κύρια λειτουργία του MCL είναι να ενισχύσει τη σταθερότητα του έσω γόνατος. Συγκεκριμένα, έχει σχεδιαστεί ώστε να αντιστέκεται σε βλαισούς (valgus) δυνάμεις στο γόνατο. Μια βλαισός στρέψη της άρθρωσης είναι εκείνη στην οποία το περιφερικό τμήμα του οστού αποκλίνει σε πλάγια κατεύθυνση. Στο γόνατο, η βλαισός δύναμη αναφέρεται σε σχέση με τη γωνία της κνήμης. Ως εκ τούτου, μια τέτοια δύναμη θα ήταν αυτή που θα προκαλούσε το περιφερικό άκρο της κνήμης να παρεκκλίνει σε πλευρική κατεύθυνση (Εικόνα 3-8) (Lowe and Chaitow, 2009b).

Ο ACL παρέχει κάποια σταθεροποίηση ενάντια στις βλαισούς δυνάμεις του γονάτου. Μάλιστα, οι ACL φαίνεται να διαδραματίζουν ισχυρότερο ρόλο στην αντίσταση σε βλαισούς δυνάμεις όταν το γόνατο βρίσκεται σε εκτεταμένη θέση. Για το λόγο αυτό, οι διαδικασίες αξιολόγησης

των MLC συνδέσμων συχνά τοποθετούν το γόνατο σε μερική κάμψη, έτσι ώστε ο ρόλος του ACL στην έσω-πλευρική σταθερότητα να ελαχιστοποιείται (Lowe and Chaitow, 2009b).

Με τη σειρά του ο έξω πλάγιος σύνδεσμος (LCL) εκφύεται στο άνω μέρος του στον πλάγιο κόνδυλο του μηριαίου οστού και καταφύεται στο κάτω μέρος του στην κεφαλή της περόνης (Εικόνα 3-7). Ο LCL είναι σημαντικά μικρότερος από τον αντίστοιχο του, στην αντίθετη πλευρά του γόνατος, MCL. Επίσης, ο LCL δεν είναι συνδεδεμένος στον αρθρικό θύλακα ή στο μηνίσκο όπως ο MCL, και, συνεπώς οι τραυματισμοί σε αυτόν τον σύνδεσμο είναι σπάνια το ίδιο σοβαροί με αυτούς του MCL (Lowe and Chaitow, 2009b).

Οι ρήξεις του LCL συμβαίνουν συνήθως από καθαρή εφαρμογή ραίβου δύναμης (varus) γόνατο. Μια τέτοια δύναμη για το γόνατο, αναγκάζει το εγγύς στην άρθρωση άκρος της κνήμης να κινηθεί προς τα έξω, και το απώτερο προς τα έσω, όπως κατά την πρόσκρουση στην έσω πλευρά του γόνατος μιας δύναμης που κινείται προς την έξω πλευρά. Ωστόσο, όταν εφαρμόζεται μια τέτοια δύναμη, είναι πιθανότερο να προκύψει διάστρεμμα ποδοκνημικής άρθρωσης, παρά μια ρήξη του LCL. Αυτό διότι οι πλάγιοι σύνδεσμοι της ποδοκνημικής άρθρωσης αποτελούν το ασθενέστερο σημείο της κινηματικής αλυσίδας κατά την εφαρμογή βίαιης δύναμης στο κάτω άκρο, με αποτέλεσμα τα διαστρέμματα ποδοκνημικής να είναι πιο συχνά από τις ρήξεις του LCL (Lowe and Chaitow, 2009b).

3.2.3 Σύνδρομο μηριαιοεπιγονατιδικού πόνου (Patellofemoral Pain Syndrome – PFPS)

Το σύνδρομο του μηριαιοεπιγονατιδικού πόνου (PFPS) αποτελεί μια κατάσταση χωρίς με σαφή αιτία ή περιγραφή. Το PFPS είναι ένας γενικός όρος που αναφέρεται στον πόνο του πρόσθιου γόνατος και μπορεί να προέρχεται από διάφορες αιτίες. Κάποιες φορές ο όρος χρησιμοποιείται λανθασμένα ως συνώνυμο της χονδρομαλακίας της επιγονατίδας (Lowe and Chaitow, 2009b).

Το PFPS χαρακτηρίζεται από πόνο στο πρόσθιο γόνατο που χειροτερεύει όταν χρησιμοποιούνται οι μύες που εκτείνουν το γόνατο, σε δραστηριότητες όπως το ανέβασμα ή κατέβασμα σκαλιών. Η κύρια αιτία του προβλήματος φαίνεται να είναι εσφαλμένη πορεία κίνησης της επιγονατίδας κατά τη διάρκεια των κινήσεων έκτασης. Ωστόσο, δεν είναι σαφές ποιοι ιστοί αποτελούν την πραγματική πηγή πόνου στο PFPS. Η διεθνής βιβλιογραφία έχει υποδείξει διάφορες τέτοιες πιθανές πηγές πόνου. Η βασική κατανόηση της βιομηχανικής του γόνατος αποτελεί προϋπόθεση για την κατανόηση του PFPS και άλλων επιγονατιδικών

διαταραχών. Η επιγονατίδα είναι ενσωματωμένη στον τετρακέφαλο τένοντα, και η κύρια λειτουργία της είναι να βελτιώνει τη γωνία έλξης του τετρακέφαλου στο εγγύς οστό της κνήμης. Λόγω της ανατομικής της ενσωμάτωσης, η επιγονατίδα έλκεται προς τα πάνω κατά μήκος της γραμμής έλξης του τετρακέφαλου. Στα περισσότερα άτομα, η ομάδα τετρακέφαλων δεν τραβάει σε ευθεία κατεύθυνση την επιγονατίδα, αλλά κατά μήκος της γραμμής του μηριαίου οστού (Lowe and Chaitow, 2009b).

Η γωνία της έλξης μπορεί να προσεγγιστεί με τον υπολογισμό της γωνίας Q, όπως αναφέρθηκε ανωτέρω. Ο έσω πλατύς μυς των τετρακέφαλων - VMO (*vastus medialis obliquus*), είναι υπεύθυνος για την κίνηση της επιγονατίδας στη διαγώνια αυτή κατεύθυνση. Οι ανισορροπία της δύναμης μεταξύ αυτού του μυός και άλλων μυών της ομάδας του τετρακέφαλου, έχει περιγραφεί ως μια κύρια αιτία εμφάνισης του με PFPS (Thomee et al., 1999).

Επιπρόσθετα, πολλές ανατομικές δομές γύρω από την άρθρωση του γονάτου φέρουν πλούσια νεύρωση. Η έσω και έξω επιφάνεια του επιγονατιδικού τένοντα φέρουν ινώδη σύνδεση με την αρθρική κάψουλα, και υπερβολική καταπόνηση των δομών αυτών, μπορεί αντίστοιχα να προκαλέσει καταπόνηση της έντονα εννευρωμένης αρθρικής κάψουλας με αποτέλεσμα το αίσθημα πόνου (Lowe and Chaitow, 2009b).

Ο ασθενής με PFPS διαμαρτύρεται για πρόσθιο πόνο στο γόνατο που επιδεινώνεται από δραστηριότητες όπως η διατήρηση του γονάτου σε λυγισμένη θέση για μεγάλο χρονικό διάστημα. Όταν το γόνατο διατηρείται σε κάμψη μακροχρόνια, πολλές από τις εκτίνουσες ανατομικές δομές συστέλλονται. Ο ασθενής δεν αισθάνεται τίποτα, μέχρι οι δομές αυτές να αλλάξουν θέση. Τότε η αίσθηση του πόνου γίνεται μέγιστη. Η ένδειξη αυτή ονομάζεται και θετικό σημείο ταινίας, επειδή συχνά εκδηλώνεται στον κινηματογράφο ή το θέατρο όπου το άτομο παραμένει καθισμένο σε μια θέση για περίπου 2 ώρες. Όταν ο ασθενής σηκώνεται για να κινηθεί, υπάρχει μια δραματική αύξηση της αίσθησης πόνου που υποχωρεί σταδιακά μετά από λίγα λεπτά (Lowe and Chaitow, 2009b).

Δεν είναι σπάνιο να αναφερθεί επίσης αστάθεια και αδυναμία εκ μέρους του ασθενούς. Η αστάθεια δεν είναι απαραίτητως αποτέλεσμα βλάβης κάποιου συνδέσμου ή πραγματικής παθολογίας της άρθρωσης, αλλά αντανάκλαστικό αποτέλεσμα της προσπάθειας αναχαίτησης του πόνου, όπου το κεντρικό νευρικό σύστημα αναστέλλει τη συστολή των τετρακέφαλων μυών, προκειμένου να μειώσει το αρνητικό ερέθισμα. Αυτό, μακροχρόνια μπορεί να οδηγήσει

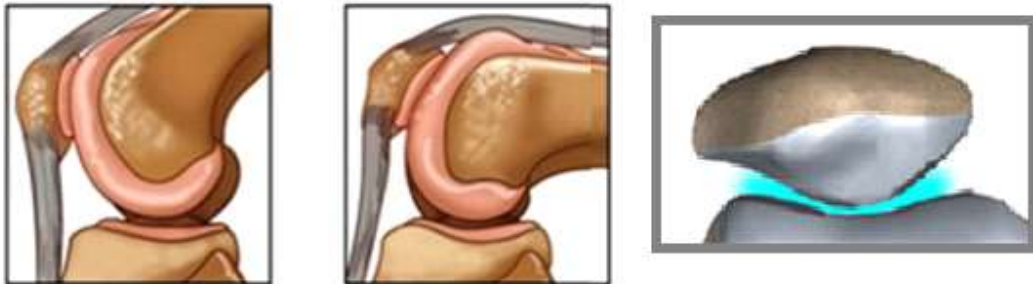
ακόμα και σε μερική ατροφία των τετρακέφαλων μυών, γεγονός που αποτελεί και κλινικό σημείο διάγνωσης της διαταραχής. Η ατροφία είναι πιο εμφανής στους τετρακέφαλους σε σχέση με τις λοιπές μυϊκές ομάδες. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η ατροφία στο PFPS επηρεάζει τους αντιβαρυντικούς μύες, όπως οι τετρακέφαλοι, περισσότερο από άλλους (Lowe and Chaitow, 2009b).

3.2.4 Χονδρομαλακία της επιγονατίδας

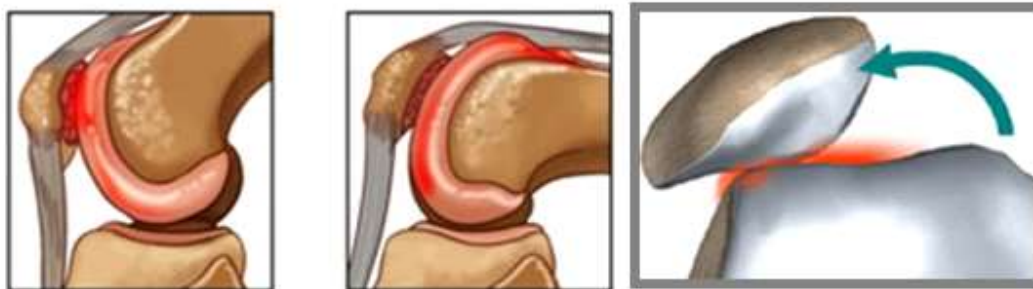
Όπως και το PFPS, η χονδρομαλακία συχνά ξεκινά με πρόβλημα στην κίνηση της επιγονατίδας. Στην πραγματικότητα, το PFPS είναι πιθανό να αποτελεί έναν πρόδρομο της χονδρομαλακίας. Ωστόσο, υπάρχει μια σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο νοσημάτων. Αντίθετα με το PFPS, η χονδρομαλακία είναι μια ξεχωριστή κλινική οντότητα που μπορεί να επαληθευτεί μέσω συγκεκριμένων διαδικασιών αξιολόγησης (Lowe and Chaitow, 2009b).

Η χονδρομαλακία σημαίνει στην κυριολεξία, μαλάκωμα του υαλώδους χόνδρου που εντοπίζεται στην κάτω πλευρά της επιγονατίδας (Εικόνα 3-7).

ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΙΓΟΝΑΤΙΔΑ



ΕΠΙΓΟΝΑΤΙΔΑ ΜΕ ΧΟΝΔΡΟΜΑΛΑΚΙΑ



Εικόνα 3- 7 Φυσιολογική επιγονατίδα (πάνω) και επιγονατίδα με χονδρομαλακία (κάτω). Προσαρμογή από: http://www.cnaeun.com/images/content/sub0206_img201.jpg

Εάν η κίνηση της επιγονατίδας δεν ακολουθεί σωστά την αυλάκωση δημιουργείται από τους δύο μηριαίους κονδύλους, υπάρχει αυξημένη τριβής στην κάτω πλευρά της, η οποία τελικά προκαλεί μαλάκυνση και εκφυλισμό του χόνδρινου τμήματος της άρθρωσης. Η επιφάνεια του χόνδρου μπορεί να γίνει αδρή και ο πελάτης είναι πιθανό να αναφέρει μια αίσθηση τριψίματος κατά τη διάρκεια της κάμψης και επέκτασης του γόνατος (Lowe and Chaitow, 2009b).

Για χρόνια θεωρείτο ότι ο πόνος της χονδρομαλακίας ήταν αποτέλεσμα της μαλάκυνσης του αρθρικού χόνδρου. Ωστόσο, πρόσφατες ανακαλύψεις έχουν δείξει ότι ο αρθρικός χόνδρος στο κάτω μέρος της επιγονατίδας δεν περιέχει νευρικές απολήξεις και έτσι ο εκφυλισμός του χόνδρου δεν είναι δυνατό να προκαλεί τον πόνο. Ωστόσο, το υπό-χονδρικό οστό ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του χόνδρου είναι πλούσιο σε αισθητική νεύρωση και συνεπώς αποτελεί την πηγή του πόνου, αφού εκτίθεται στην τριβή, λόγω της εκφύλισης του υπερκείμενου χόνδρου (Niskanen et al., 2001).

3.2.5 Τραυματισμός των μηνίσκων

Μέσα στο γόνατο υπάρχουν δύο δομές ινώδους χόνδρου που χωρίζουν την κνήμη και το μηρό – ο έσω και έξω μηνίσκος (Εικόνα 3-8).



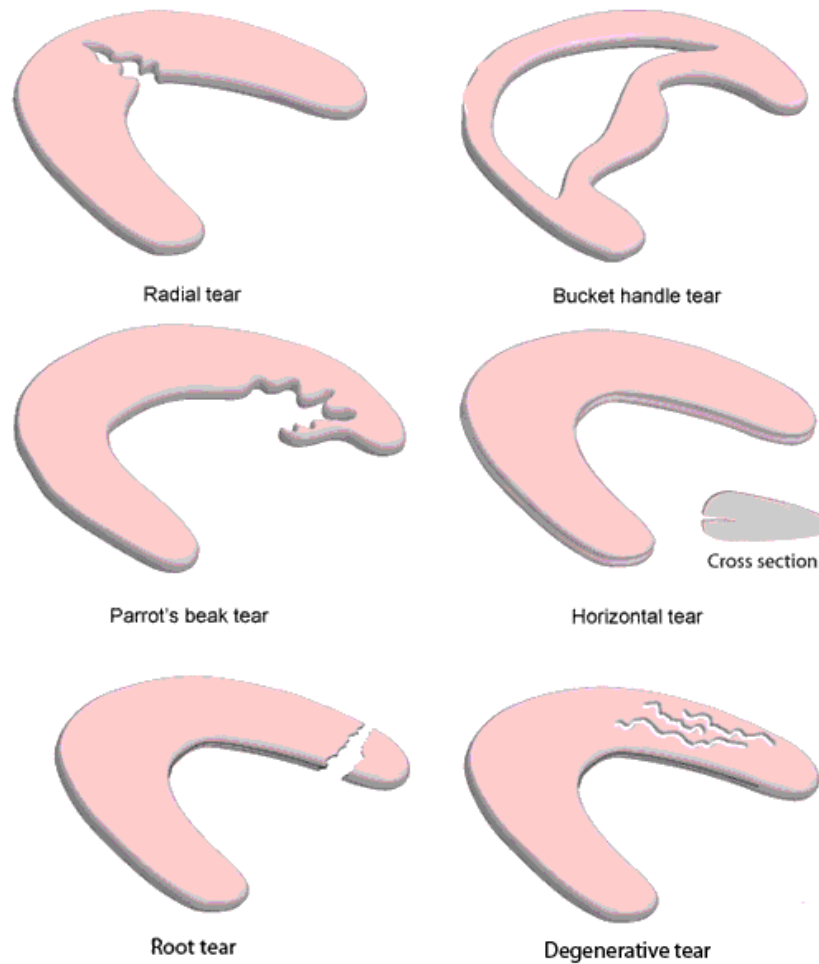
Εικόνα 3- 8 Ο έσω και έξω μηνίσκος. Πηγή: <https://i0.wp.com/www.ostoun.gr/wp-content/uploads/2019/03/Discoïd-Meniscus-1.jpg?resize=552%2C281&ssl=1>

Η κύρια λειτουργία των μηνίσκων είναι απορροφούν τους κραδασμούς και να προσφέρουν μια μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής μεταξύ μηρού και κνήμης. Η απορροφητικότητα των

κραδασμών του μηνίσκου είναι ζωτικής σημασίας για την μακροπρόθεσμη υγεία των γόνατων (Lowe and Chaitow, 2009b).

Κάθε μηνίσκος παρέχει επίσης μια προστατευτική λειτουργία, αποτρέποντας το μηριαίο οστό να εκτραπεί από την κορυφή του κνημιαίου οροπεδίου. Εάν ο μηνίσκος υποστεί σοβαρές βλάβες ή αφαιρεθεί από το γόνατο, είναι πιθανό να ακολουθήσει οστική εκφύλιση με αρθρίτιδα και στις δύο αρθρικές επιφάνειες (Lowe and Chaitow, 2009b).

Ο μηνίσκος μπορεί να υποστεί βλάβη είτε από την εφαρμογή συμπιεστικών, είτε από την εφαρμογή εφελκυστικών δυνάμεων. Οι συμπιεστικές δυνάμεις μπορούν να προκαλέσουν μερική ή ολική ρήξη του μηνίσκου (Εικόνα 3-9, 3-10). Είναι εύκολο να συλλογιστεί κανείς το μέγεθος της συμπιεστικής δύναμης που εφαρμόζεται στην άρθρωση μεταξύ του μηρού και της κνήμης λόγω του σωματικού βάρους (Lowe and Chaitow, 2009b).

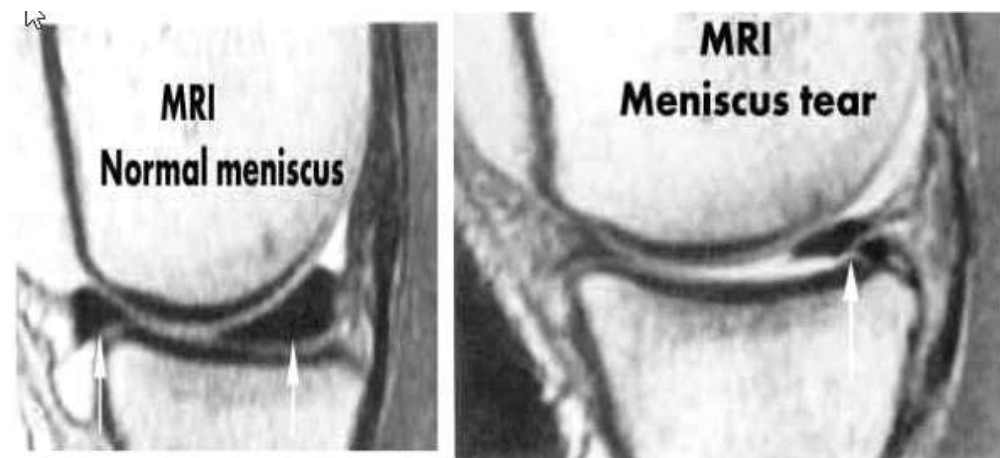


Εικόνα 3- 9 Τύποι πιθανού τραυματισμού του μηνίσκου. Πηγή: https://online.epocrates.com/data_dx/reg/826/img/826-4-iline.gif

Οι δυνάμεις εφελκισμού μπορούν επίσης να προκαλέσουν τραυματισμό του μηνίσκου, επειδή ο έσω πλάγιος σύνδεσμος συνδέεται με τον έσω μηνίσκο. Αν εφαρμοστεί μια οξεία βλαισός δύναμη (βλ. ανωτέρω) στο γόνατο που τραβά τον MCL, αυτό μπορεί να είναι αρκετό για να προκαλέσει επίσης ρήξη του μηνίσκου (Lowe and Chaitow, 2009b).

Τα κομμάτια του κατακερματισμένου μηνίσκου μπορούν να διαχωριστούν από το άθικτο τμήμα του και να επιπλέουν στο αρθρικό υγρό που πληρώνει την αρθρική κοιλότητα του γόνατος. Αυτά τα ελεύθερα σωματίδια χόνδρου μπορεί να επηρεάσουν τη σωστή μηχανική του γόνατος και, συχνά, να προκαλέσουν ένα «κλείδωμα» ή διακοπή της ομαλής κίνησης του γόνατος (Maffulli et al., 2010). Συνήθως, το γόνατο θα κλειδώσει κατά τη διάρκεια μιας κίνησης, αλλά δεν κλειδώνει όταν αυτή η κίνηση επαναλαμβάνεται αμέσως μετά. Αυτό το περιοδικό

κλείδωμα συμβαίνει επειδή το χαλαρό σωματίδιο χόνδρου έχει μετακινηθεί ελαφρά και δεν βρίσκεται στην ίδια θέση που προκαλεί περιορισμό της κίνησης (Lowe and Chaitow, 2009b).



Εικόνα 3- 10 Διάγνωση ρήξης μηνίσκου με μαγνητική τομογραφία (MRI). Πηγή: <https://image.slidesharecdn.com/meniscalinjury-160826150820/95/meniscal-injury-31-638.jpg?cb=1472224144>

3.2.6 Τενοντοπάθεια της επιγονατίδας

Αυτή η κατάσταση αναφέρεται συχνά ως τενοντίτιδα της επιγονατίδας. Ο όρος τενοντίτιδα αναφέρεται σε μια φλεγμονώδη κατάσταση. Ωστόσο, πολλοί επαγγελματίες της υγείας τείνουν να εγκαταλείψουν αυτόν τον όρο επειδή η πλειονότητα των διαταραχών του τένοντα οφείλονται στον εκφυλισμό του κολλαγόνου και όχι σε φλεγμονώδη δραστηριότητα (Torstensen et al., 1994). Η επιγονατιδική τενοντοπάθεια ονομάζεται και «γόνατο του άλτη» λόγω της συχνότητας με την οποία εμφανίζεται σε άτομα που εκτελούν δραστηριότητες που περιλαμβάνουν πολλά άλματα όπως το μπάσκετ ή το βόλεϊ. Ωστόσο, το πρόβλημα δεν περιορίζεται σε καμία περίπτωση μόνο στα άτομα που κάνουν δραστηριότητες άλματος (Lowe and Chaitow, 2009b).

Ο πόνος είναι αισθητός κατά την έναρξη της δραστηριότητας και είναι κοινό φαινόμενο να υποχωρεί κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας, για να επιστρέψει αργότερα, όταν παύσει η δραστηριότητα (Lowe and Chaitow, 2009b).

Ο επιγονατιδικός τένοντας είναι ο απώτατος τένοντας για την ομάδα των τετρακέφαλων μυών. Η επιγονατίδα είναι ενσωματωμένη μέσα στον επιγονατιδικό τένοντα διαίρωντας τον σε ένα άνω (υπερεπιγονατιδικό) και ένα κάτω (υποεπιγονατιδικό) τμήμα (Εικόνα 3-11).



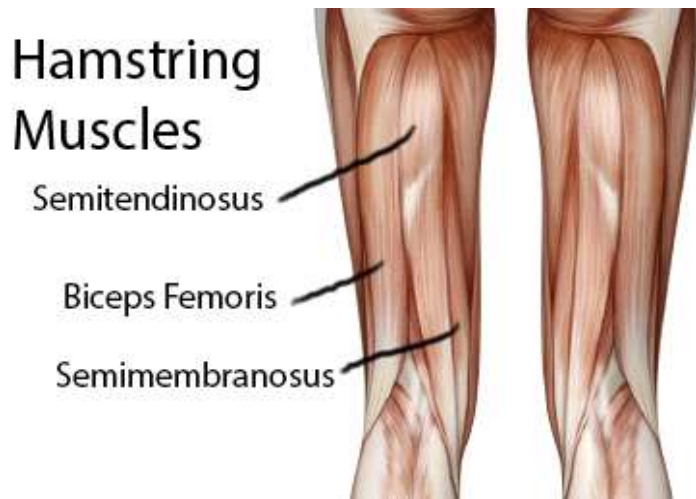
Εικόνα 3- 11 Η ανατομία των επιγονατιδικών τενόντων και η περιοχή εστίασης του πόνου στην επιγονατιδική τενοντοπάθεια. Πηγή: <https://i0.wp.com/www.drsula.com/TeST/wp-content/uploads/2013/11/pateller-tendon-Copy.jpg>

Η βλάβη συμβαίνει στο υπερεπιγονατιδικό τμήμα του τένοντα, στο 75% όλων των περιπτώσεων (Lowe and Chaitow, 2009b). Εάν η πάθηση δε λάβει σωστή διαχείριση, μπορεί να προκύψει πλήρης ρήξη του τένοντα. Επιπρόσθετα, εάν αφεθεί χωρίς θεραπεία, μπορεί να προχωρήσει σε μια χρόνια κατάσταση που οδηγεί τελικά στην εκφύλιση και νέκρωση του επιγονατιδικού τένοντα. Παρόλα αυτά η αποκατάσταση της εκφύλισης του κολλαγόνου μπορεί να πάρει εβδομάδες έως μήνες λόγω του αργού μεταβολικού ρυθμού του ιστού των τενόντων (Khan et al., 1999).

Όπως συμβαίνει και σε άλλες καταστάσεις που επηρεάζουν τον μηχανισμό έκτασης του γονάτου, η παθολογία του επιγονατιδικού τένοντα μπορεί να προκαλέσει ατροφία των τετρακέφαλων. Αυτό μπορεί μάλιστα να γίνει ανιχνεύσιμο με τη μακροσκοπική οπτική σύγκριση μεταξύ των δύο ποδιών, αλλά μπορεί να επιβεβαιωθεί συγκρίνοντας την περίμετρο του δεξιού και του αριστερού τετρακέφαλου (Lowe and Chaitow, 2009b).

3.2.7 Θλάση οπίσθιων μηριαίων μυών (hamstring strain)

Οι θλάσεις των οπίσθιων μηριαίων μυών περιλαμβάνουν μία θλάση ή «σκίσιμο» της τενοντομυϊκής μονάδας των οπίσθιων μηριαίων μυών, που περιλαμβάνουν το δικέφαλο μηριαίο (biceps femoris), τον ημιτενοντώδη (semitendinosus) και τον ημιμενώδη (semimembranosus) μυ (Εικόνα 3-12) (Lowe and Chaitow, 2009b).



Εικόνα 3- 12 Η ομάδα των οπίσθιων μηριαίων μυών. Πηγή: <http://www.centerworks.com/wp-content/uploads/Hamstrings.jpg>

Οι θλάσεις αυτές, όπως και όλες οι μυϊκές θλάσεις βαθμολογούνται ανάλογα με τη βαρύτητά τους ως πρώτου βαθμού (ήπια), δευτέρου βαθμού (μέτριας βαρύτητας) ή τρίτου βαθμού (σοβαρά). Οι θλάσεις μπορούν να εμφανιστούν σε οποιοδήποτε σημείο του μυός, αλλά συχνά εμφανίζονται σε ή κοντά στη σύνδεση μυός και τένοντα. Αυτό συμβαίνει, διότι στο σημείο αυτό, η δύναμη από τη συστολή του μυός μεταφέρεται από έναν αρκετά διατάσιμο ιστό όπως ο μύς, σε έναν ιστό με μικρότερη διατασιμότητα όπως ο τένοντας. (Lowe and Chaitow, 2009b).

Θλάσεις μπορεί να συμβούν σε κάθε μυ στο σώμα, αλλά είναι συνηθέστερες στους οπίσθιους μηριαίους, έναντι των υπόλοιπων μυών. Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για αυτή την αυξημένη συχνότητα τραυματισμού. Οι ανισορροπίες δύναμης μεταξύ των οπίσθιων μηριαίων μυών και των τετρακέφαλων είναι μια από τις κύριες αιτίες αυτού του φαινομένου. Η δομή και οι μηχανική καταπόνηση που επιβάλλεται στους οπίσθιους μηριαίους μύες μπορεί να αποτελούν ένα δεύτερο λόγο. Οι οπίσθιοι μηριαίοι μύες διασχίζουν πολλαπλές αρθρώσεις. Οι μύες τέτοιου τύπου είναι πιο ευπαθείς διότι υπόκεινται σε μικρότερο λόγο μήκους αναπτυσσόμενης τάσης. Τα υψηλά φορτία συντρίβουν τη συσταλτική μονάδα και τους συνδετικούς ιστούς στο εσωτερικό της προκαλώντας έτσι ρήξη των μυϊκών ινών (Lowe and Chaitow, 2009b).

Διάφοροι παράγοντες συμπεριλαμβανομένης της έλλειψης ευελιξίας, του μυϊκού κάματος, της ανεπαρκούς προθέρμανσης και της ανισορροπίας δύναμης, καθώς και ο ανεπιθύμητα αυξημένος νευρικός τόνος επηρεάζουν την εμφάνιση τέτοιων θλάσεων, τα οποία εμφανίζονται συνηθέστερα ως οξέα περιστατικά, αλλά μπορεί να εμφανιστούν ως χρόνια κατάσταση στην

περίπτωση που ο μυς υποβληθεί σε χρόνια, μικρής ισχύος καταπόνηση (Lowe and Chaitow, 2009b).

Η θλάση των οπίσθιων μηριαίων χαρακτηρίζεται από οξύ πόνο που συμβαίνει κατά την αρχή του τραυματισμού. Ο ασθενής συχνά περιγράφει την ακρόαση ενός δυνατού ήχου "ποπ" όταν συνέβη ο τραυματισμός. Ο πόνος είναι ισχυρός τοπικά, και ανιχνεύονται τα τρία χαρακτηριστικά γνωρίσματα του μυοτενόντιου τραυματισμού - ο πόνος κατά την ψηλάφηση, ο πόνος κατά την εφαρμογή αντίστασης και ο πόνος κατά την έκταση (Lowe and Chaitow, 2009b).

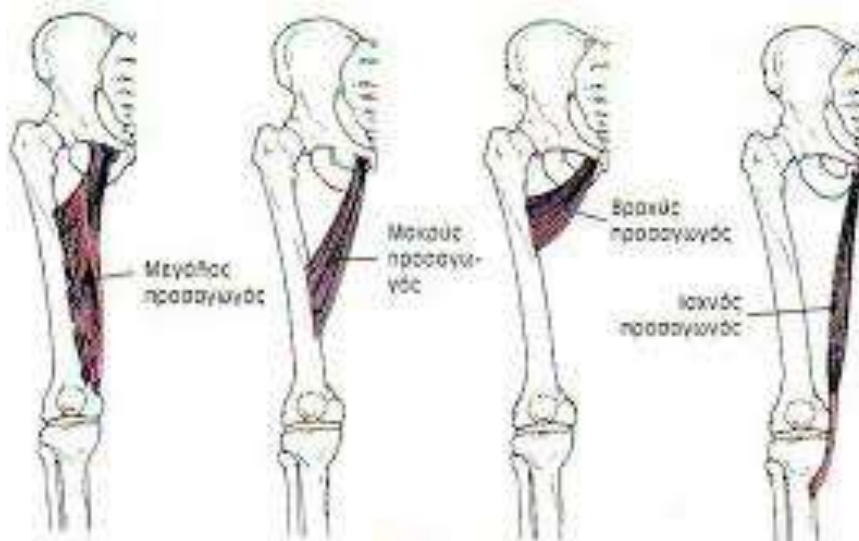
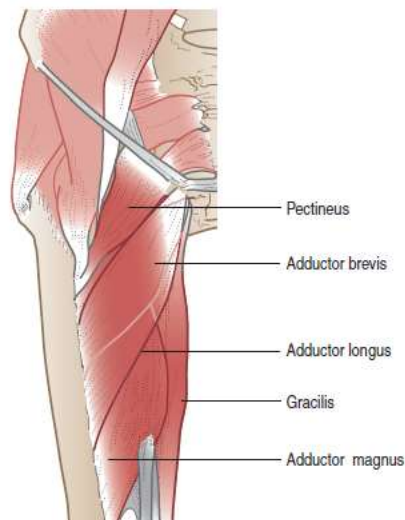
3.2.8 Θλάση προσαγωγών μυών

Οι θλάσεις στην ομάδα των προσαγωγών μυών του μηρού (Εικόνα 3-13) είναι σχετικά κοινά, ειδικά για τα άτομα που ασχολούνται με αθλητικές και ψυχαγωγικές δραστηριότητες. Η ομάδα των προσαγωγών αποτελείται από πέντε διαφορετικούς μυς, τον μεγάλο προσαγωγό, το μακρύ προσαγωγό, το βραχύ προσαγωγό, τον ισχνό προσαγωγό και τον κτενίτη (pectineus) μυ (Lowe and Chaitow, 2009b).

Από τους πέντε αυτούς μύες, ο μακρύς προσαγωγός είναι αυτός που τραυματίζεται συχνότερα. Παρόλα αυτά, επειδή οι μυϊκές ίνες αυτών των διαφορετικών μυών συχνά περιπλέκονται κοντά στις θέσεις προσκόλλησής τους, είναι δύσκολο να γίνει διάκριση μεταξύ του ακριβούς σημείου του τραυματισμού, όταν αυτός συμβαίνει κοντά στη μυοτενόντια σύμφυση (Lowe and Chaitow, 2009b).

Όπως συμβαίνει και με άλλες μυϊκές θλάσεις, η θλάση προσαγωγού βαθμολογείται ως προς τη βαρύτητά του ως ήπιο (πρώτου βαθμού), μέτριο (δεύτερου βαθμού) ή σοβαρό (τρίτου βαθμού). Η θλάση τρίτου βαθμού συνήθως υποδηλώνει πλήρη ρήξη του τένοντα από τη μυϊκή μονάδα ή απόσπαση του τένοντα από την προσκόλλησή του στο οστό (Lowe and Chaitow, 2009b). Υπάρχουν πολλές κοινές αιτίες που οδηγούν στον εν λόγω τραυματισμό. Μια αναγκαστική απαγωγή του μηρού πέρα από το όριο ευελιξίας του ατόμου είναι η κοινότερη αιτία. Ένα παράδειγμα αυτού είναι όταν η ολίσθηση ενός ατόμου στον πάγο με το πόδι να εκτείνεται ξαφνικά στο πλάι. Ένα άλλο παράδειγμα είναι κατά τη διάρκεια εμπλοκής ενός λακτίσματος στο ποδόσφαιρο. Ένα ξαφνικό έκκεντρο φορτίο τοποθετείται στους προσαγωγούς όταν το άτομο χτυπήσει την μπάλα με το πέλμα του ποδιού. Η ξαφνική διακοπή της κίνησης μπορεί να είναι αρκετή για να προκαλέσει μια θλάση προσαγωγού. Ο ίδιος τύπος ξαφνικής

φόρτωσης μπορεί να εμφανιστεί όταν ένα άτομο ξαφνικά αλλάζει κατεύθυνση ενώ τρέχει, γυρίζοντας στην αντίθετη πλευρά του ακινητοποιημένου ποδιού. Τα ελλείμματα μυϊκής δύναμης είναι ένας παράγοντας κινδύνου για την εμφάνιση θλάσεως του προσαγωγού. Για παράδειγμα, η παγοδρομία είναι μια δραστηριότητα που χρησιμοποιεί τεράστιο ποσό μυϊκής δραστηριότητας των προσαγωγών, τόσο για να διατηρηθεί η ισορροπία, όσο και για την προώθηση του ατόμου πάνω στα πέδιλα. Μια μελέτη σε παίκτες χόκεϊ κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι παίκτες ήταν 17 φορές πιο πιθανό να εμφανίσουν θλάση προσαγωγού εάν η μυϊκή του δύναμη ήταν μικρότερη από το 80% της μυϊκής δύναμης του απαγωγού (Lowe and Chaitow, 2009b).



Εικόνα 3- 13 Η ομάδα των προσαγωγών μυών. Προσαρμογή από:(Lowe and Chaitow, 2009b), http://www.pe.uth.gr/cms/phocadownload/epeaek/kinisiologia_MK0903/dialekseis/9.pdf

Οι ασθενείς που έχουν υποστεί θλάση προσαγωγού συνήθως διαμαρτύρονται για πόνο εντοπισμένο κοντά στην πρόσφυση των προσαγωγών στο ηβικό οστό. Αυτό γιατί η πλειονότητα των θλάσεων λαμβάνει χώρα πλησίον του σημείου πρόσφυσης των μυών. Οίδημα ή εκχύμωση μπορεί να είναι παρόντα, αλλά η απουσία τους δεν αποκλείει τη θλάση προσαγωγού. Ακόμα, η χαρακτηριστική τριάδα μυοτενόντιου τραυματισμού είναι παρούσα και εδώ (βλ. 3.2.7) (Tyler et al., 2001).

3.3 Κύρια είδη αθλητικών κακώσεων – Πέλμα και αστράγαλος

Το πέλμα και ο αστράγαλος παρέχουν τη θεμελιώδη βάση της υποστήριξης του σώματος για τη διπολική μετακίνηση. Ως αποτέλεσμα αυτού η περιοχή είναι κατασκευασμένη κατάλληλα για τις προκλήσεις της κίνησης, τη σταθερότητα και τη μετάδοση φορτίων και υψηλής δύναμης που ασκείται από το σωματικό βάρος (Lowe and Chaitow, 2009a).

Η σκελετική δομή του πέλματος και του αστραγάλου χειρίζεται την πλειοψηφία των συμπιεστικών φορτίων κατά τη διάρκεια της μετακίνησης, τα οποία μπορεί να ανέρχονται σε πολλές φορές το σωματικό βάρος (Clarke et al., 1983).

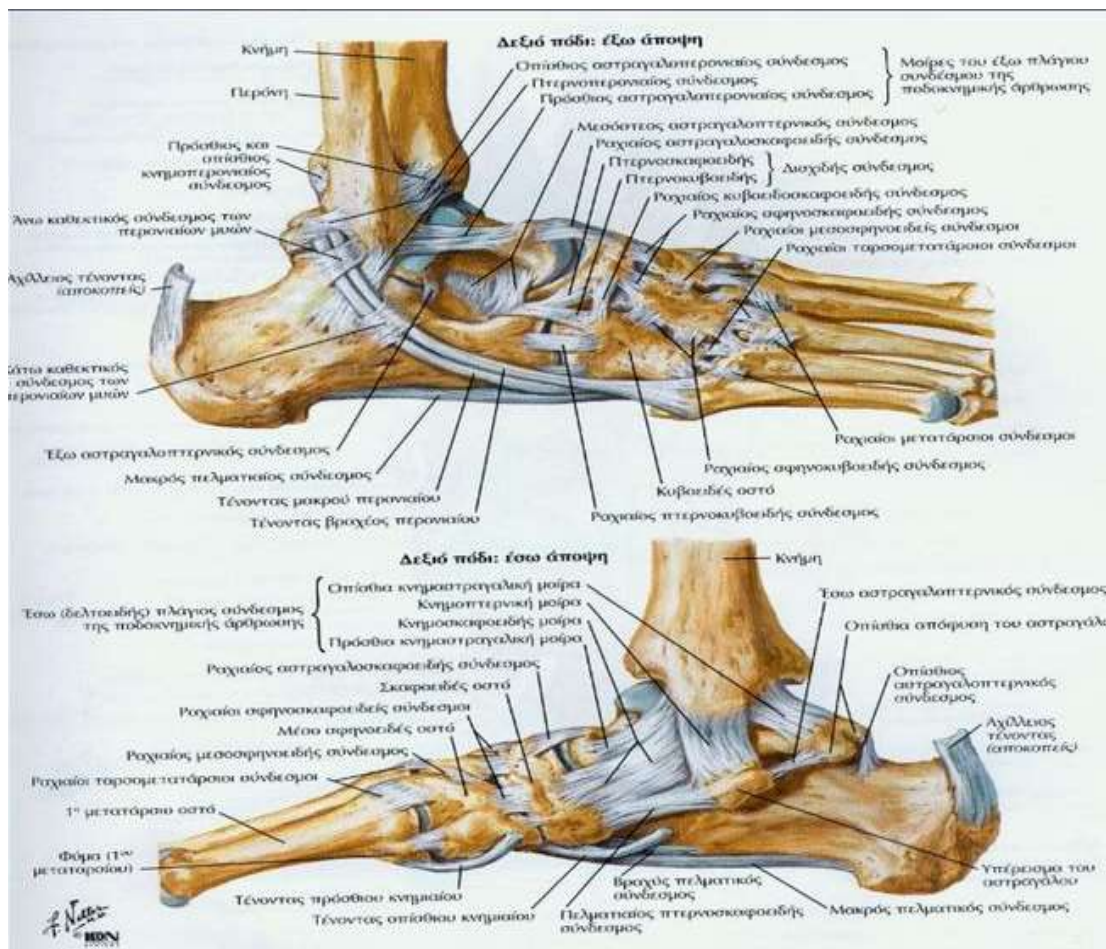
Οι μαλακοί ιστοί του πέλματος, επίσης χειρίζονται σημαντικά φορτία δύναμης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτού είναι ο ρόλος των πλευρικών συνδέσμων των αστραγάλων στη διατήρηση της σταθερότητάς τους ή η πελματιαία λωρίδα στην υποστήριξη της διαμήκουσ καμάρας του πέλματος (Lowe and Chaitow, 2009a).

Επιπρόσθετα, άλλοι ιστοί, όπως ο πρόσθιος κνημιαίος μυς έχει πρωταρχικό ρόλο στην πρόληψη της υπερέκτασης του πέλματος. Όλοι οι παραπάνω ιστοί υποβάλλονται σε χρόνια κατάχρηση στις καθημερινές μας δραστηριότητες και πολυάριθμες παθολογίες του μαλακού ιστού μπορεί να προκύψουν σε αυτές. Υπάρχουν ιδιαίτερα υψηλές απαιτήσεις σε αυτή την περιοχή του σώματος κατά τη διάρκεια του στίβου ή άλλων δραστηριοτήτων που απαιτούν υψηλά φορτία δύναμης ή μεγάλα χρονικά διαστήματα κίνησης, οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν σε πολλές διαταραχές υπερβολικής χρήσης των μαλακών ιστών (Lowe and Chaitow, 2009a). Ωστόσο, η υπερβολική χρήση ή η αθλητική δραστηριότητα δεν είναι οι μόνες αιτίες για την ανάπτυξη σημαντικών προβλημάτων στην περιοχή αυτή. Κάτι τόσο απλό όσο η χρήση ακατάλληλων ή κατεστραμμένων υποδημάτων μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο σε πολλές

παθολογίες των μαλακών ιστών (Rethnam and Makwana, 2011, Clarke et al., 1983, Barnish and Barnish, 2016, Janisse and Janisse, 2008, Landry et al., 2010).

3.3.1 Διάστρεμμα ποδοκνημικής άρθρωσης

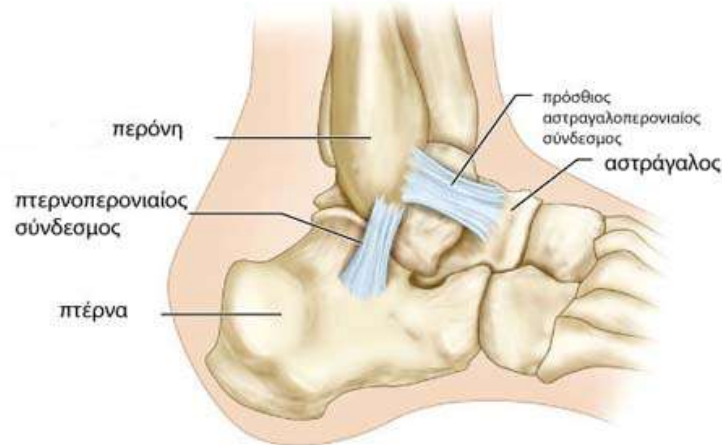
Υπάρχουν τρεις διαφορετικές αρθρώσεις που θα πρέπει να εξετάσει κανείς, όταν μελετά τα διαστρέμματα ποδοκνημικής άρθρωσης. Τεχνικά, ο αστράγαλος είναι η άρθρωση ανάμεσα στο άνω τμήμα της κνήμης και την περόνη. Αυτή η άρθρωση καλείται επίσης και ποδοκνημική άρθρωση (Εικόνα 3-14) (Lowe and Chaitow, 2009a).



Εικόνα 3- 14 Ανατομία της ποδοκνημικής άρθρωσης. Πηγή: <https://slideplayer.gr/slide/12202299/72/images/1/%CE%A0%CE%9F%CE%94%CE%9F%CE%9A%CE%9D%CE%97%CE%9C%CE%99%CE%9A%CE%97+%E2%80%93%CE%91%CE%9A%CE%A1%CE%9F%CE%A3+%CE%A0%CE%8C%CE%94%CE%91%CE%A3.jpg>

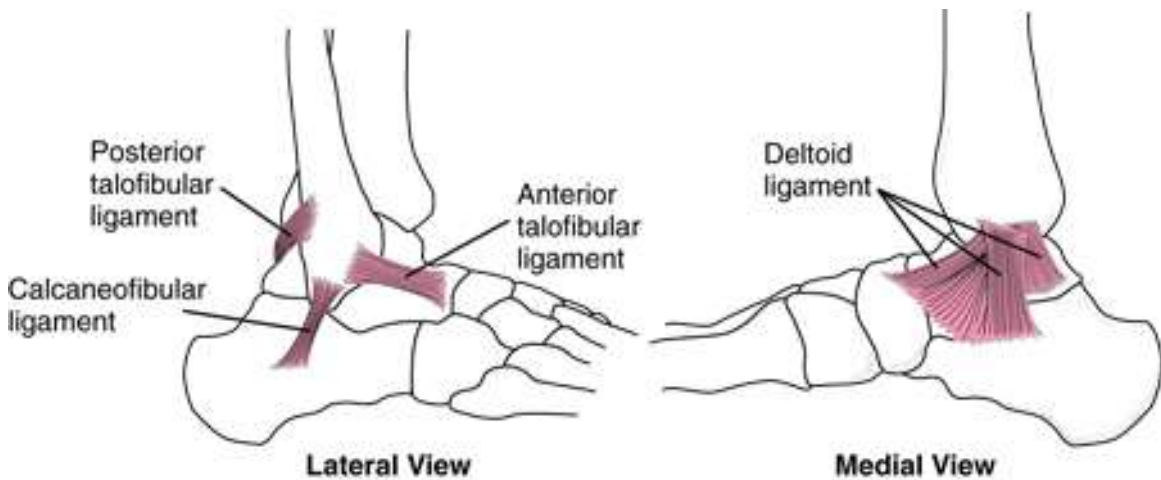
Η ποδοκνημική άρθρωση είναι μια απλή άρθρωση. Στηρίζεται έντονα στην αντιστοιχία των οστών για τη σταθερότητά της. Ωστόσο, υπάρχει μια σύνθετη κατασκευή υποστηρικτικών δομών που βοηθούν στη σταθερότητα της ποδοκνημικής άρθρωσης. Υπάρχουν τρεις

πρωταρχικοί σύνδεσμοι που βοηθούν στη σταθερότητα και προλαμβάνουν την υπερβολική αναστροφή και τις περιστροφικές τάσεις στο σημείο του αστραγάλου. Πρόκειται για τον πρόσθιο και οπίσθιο αστραγαλοπερονιαίο, καθώς και τον πτερνοπερονιαίο σύνδεσμο (Εικόνες 3-15, 3-16) (Lowe and Chaitow, 2009a).



Εικόνα 3- 15 Οι κύριοι σύνδεσμοι της έξω πλευράς της ποδοκνημικής άρθρωσης. Πηγή: <http://www.goudelis.gr/sites/default/files/f036-004-X3280%20copy.jpg>

Στην έσω πλευρά του αστραγάλου, υπάρχουν τέσσερις σύνδεσμοι που παρέχουν σταθερότητα. Οι σύνδεσμοι αυτοί δημιουργούν μια ενιαία δομή τριγωνικού σχήματος που συχνά αναφέρεται ως δελτοειδής σύνδεσμος (Εικόνα 3-18).



Εικόνα 3- 16 Η έξω (αριστερά) και η έσω (δεξιά) πλευρά του αστραγάλου όπου διακρίνεται η δομή του δελτοειδούς συνδέσμου (deltoid ligament). Πηγή: <https://www.patrasortho.gr/file/2018/09/zx1.png>

Το απώτερο τμήμα της αρθρώσεως μεταξύ της κνήμης και περόνης είναι επίσης μέρος του αστραγάλου και μπορούν να μετέχει σε διαστρέμματα ποδοκνημικής άρθρωσης. Η περιοχή αυτή της ποδοκνημικής άρθρωσης ονομάζεται συνδέσμωση. Ως συνδέσμωση ορίζεται οποιαδήποτε άρθρωση είναι σφικτά προσδεμένη με συνδέσμους με αποτέλεσμα να επιτρέπει πολύ μικρή κινητικότητα. Είναι κρίσιμο η κνήμη και η περόνη να μένουν σφικτά συγκρατημένες μεταξύ τους, ώστε να δημιουργούν αντιστοίχως κατάλληλη επιφάνεια για την πρόσδεση του ταρσού. Οι σύνδεσμοι της συνδέσμωσης της ποδοκνημικής συμμετέχουν σπανιότερα, αν και όχι ποτέ στα διαστρέμματα ποδοκνημικής άρθρωσης (Lowe and Chaitow, 2009a).

Η ποδοκνημική άρθρωση έχει διαφορετικούς βαθμούς σταθερότητας σε κάθε πλευρά του. Αυτή η σταθερότητα καθορίζεται από τη δομική ακεραιότητα των συνδέσμων που καλύπτουν την άρθρωση. Όσο πιο αδύναμοι είναι οι σύνδεσμοι, τόσο πιο πιθανό είναι να τραυματιστούν από το διάστρεμμα ποδοκνημικής άρθρωσης. Συνήθως, οι εξώτεροι σύνδεσμοι είναι λιγότερο ανθεκτικοί και, συνεπώς, οι πιο συχνά τραυματιζόμενοι στο διάστρεμμα (Attarian et al., 1985). Η ομάδα των δελτοειδών συνδέσμων είναι ιδιαίτερα ισχυρή και αυτός είναι ένας λόγος για τον οποίο τα διαστρέμματα της έσω πλευράς του αστραγάλου είναι τόσο ασυνήθη σε σχέση με αυτά της έξω πλευράς (Lowe and Chaitow, 2009a).

Τα διαστρέμματα στους πλευρικούς συνδέσμους του αστραγάλου είναι η πιο συνηθισμένη κάκωση του χαμηλότερου άκρου που αντιμετωπίζεται από τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης (Doherty et al., 2014). Εκτιμάται ότι στο 85% των ασθενών τα τραύματα ποδοκνημικής άρθρωσης περιλαμβάνουν ρήξη συνδέσμων (Doherty et al., 2014). Ο πρόσθιος αστραγαλοπερονιαίος σύνδεσμος τραυματίζεται πιο συχνά, ενώ ακολουθεί ο πτερνοπερονιαίος και, τελευταίος, ο οπίσθιος αστραγαλοπερονιαίος σύνδεσμος. Μια τυπική αιτία για τον τραυματισμό αυτό είναι η στροφική κίνηση του ποδιού, στην οποία το πόδι είναι στρέφεται υπερβολικά. Η στροφή συμβαίνει στην υποτάρσια άρθρωση, και οι πλευρικοί σύνδεσμοι της ποδοκνημικής άρθρωσης καθίστανται αρκετά ευάλωτοι, καθώς διασχίζουν αυτήν την άρθρωση. Οι τραυματισμοί είναι πιθανό να είναι βαρύτεροι αν το πέλμα είναι εκτεταμένο κατά τη στρέψη (Lowe and Chaitow, 2009a).

Το οίδημα και ο πόνος συνήθως συνοδεύουν από την έναρξη ένα πλευρικό διάστρεμμα ποδοκνημικής. Συχνά εμφανίζεται εκχύμωση μετά την αρχική βλάβη. Οι μώλωπες μπορούν να εμφανιστούν τόσο στην έξω, όσο και στην εσωτερική πλευρά της φτέρνας. Ανάλογα με τη σοβαρότητα του τραυματισμού, ο ασθενής μπορεί να αδυνατεί να εφαρμόσει σωματικό βάρος

στην πληγείσα πλευρά. Το οίδημα συχνά παραμένει στην περιοχή για μεγάλες περιόδους (μερικές φορές εβδομάδες) μετά τον αρχικό τραυματισμό (Lowe and Chaitow, 2009a).

3.3.2 Τενοντοπάθεια του Αχιλλείου τένοντα

Ο Αχιλλεύς τένοντας είναι ο ισχυρότερος τένοντας στο σώμα. Ο λόγος της μεγάλης ισχύος του είναι οι ακραίες δυνάμεις στις οποίες υποβάλλεται από τον γαστροκνήμιο (gastrocnemius) και τον υποκνημίδιο (soleus) μυ, κατά την κίνηση (Lowe and Chaitow, 2009a) (Εικόνα 3-17).

Με κάθε πελματιαία κάμψη του ποδιού, αυτοί οι μύες πρέπει να προωθούν το βάρος του σώματος προς τα εμπρός, γεγονός το οποίο απαιτεί τεράστια μυϊκή δύναμη συστολής. Παράγουν επίσης πολύ υψηλά φορτία κατά την έκκεντρη μυϊκή δραστηριότητα όπως η παύση της προώθησης προς τα εμπρός ή η προσγείωση από άλμα. Οι τένοντες που εκτίθενται σε τέτοια υψηλά εφελκυστικά φορτία συνήθως έχουν την ικανότητα να επιδιορθώνουν συνεχώς τον εαυτό τους, ώστε να διατηρούν τη μέγιστη δυνατή ικανότητα να φέρουν τα μεγάλα αυτά φορτία (Lowe and Chaitow, 2009a).



Εικόνα 3- 17 Ο αχιλλεύς τένοντας. Πηγή: https://www.medi.de/fileadmin/Images_EN/Achilles-tendon-m-174852.jpeg

Η τενοντοπάθεια του αχιλλείου τένοντα αναπτύσσεται ως αποτέλεσμα της ανικανότητας του τένοντα να επισκευάζει τον εαυτό του και, ταυτόχρονα να συμβαδίζει με τις αυξημένες

απαιτήσεις που τίθενται σε αυτόν. Η επαρκής παροχή αίματος είναι απαραίτητη στους τένοντες για τη βελτίωση της επισκευής των ιστών και την παροχή θρεπτικών συστατικών στις ίνες του τένοντα. Παρόλα αυτά η παροχή αίματος είναι γενικά φτωχή στους τένοντες, αλλά εμφανίζεται ακόμα φτωχότερη στο απώτερο τμήμα του Αχιλλείου τένοντα. Ως αποτέλεσμα, αυτή είναι η περιοχή του τένοντα που είναι περισσότερο επιρρεπής σε τραυματισμούς υπερβολικής χρήσης (Ahmed et al., 1998, Astrom and Westlin, 1994, Li and Hua, 2016, Lopez and Jung, 2015).

Διάφοροι παράγοντες στο ιστορικό του ασθενούς μπορεί να υποδεικνύουν την παρουσία τενοντίτιδας του Αχιλλείου τένοντα. Αιφνίδιες αλλαγές στο επίπεδο δραστηριότητας, ανεπαρκής εκτέλεση διατάσεων, σφάλματα κατά την προπόνηση, ακατάλληλο έδαφος προπόνησης, καθώς και μηχανικά προβλήματα ευθυγράμμισης ή ορισμένες συστηματικές ασθένειες παίζουν ρόλο στην έναρξη της νόσου (Li and Hua, 2016).

Όπως αναφέρθηκε ανωτέρω, τα προβλήματα κατάχρησης των τενόντων δεν είναι συνήθως φλεγμονώδη στη φύση (τενοντίτιδα), αλλά περιλαμβάνουν εκφυλισμό του κολλαγόνου (τενοντοπάθεια) ως πρωτογενή παθολογία. Ο αχιλλεύς τένοντας είναι ένας από τους λίγους που παράγουν ορατές αλλαγές στο μέγεθός τους όταν υποβάλλονται σε υπερβολική χρήση. Μπορεί να εμφανίσουν ινώδη πάχυνση, αλλά αυτή δε συνοδεύεται απαραίτητα από φλεγμονή (Lowe and Chaitow, 2009a).

Τα δυσλειτουργικά μοτίβα κίνησης του σώματος συχνά παίζουν ένα ρόλο στην ανάπτυξη της τενοντοπάθειας του Αχιλλείου τένοντα. Κατά τη διάρκεια της κανονικής προβολής των ποδιών εφαρμόζεται μια απότομη δύναμη. Αν ένα προβάλλει υπερβολικά το πόδι προς τα εμπρός, αυτή η δύναμη είναι πολύ μεγαλύτερη και μπορεί να οδηγήσει σε εκφυλισμό του κολλαγόνου του τένοντα (Clement et al., 1984, Lowe and Chaitow, 2009a).

Ορισμένα φάρμακα παίζουν επίσης ρόλο στην εμφάνιση της τενοντοπάθειας του αχιλλείου τένοντα. Μία ομάδα αντιβιοτικών, οι φθοροκινολόνες, έχει δειχθεί ότι μπορεί να οδηγήσουν σε διαταραχές των τενόντων. Οι φθοροκινολόνες φαίνεται να προκαλούν το μεγαλύτερη βλάβη στους τένοντες από ότι το υψηλό εφελκυστικό φορτίο. Η χρήση αυτών των αντιβιοτικών μπορεί προδιαθέτουν ένα άτομο είτε σε τενοντίτιδα είτε σε πλήρη ρήξη τένοντα (Lewis and Cook, 2014, Kim, 2010).

Ακόμα, η χρήση ενέσιμων κορτικοστεροειδών ως τρόπος αντιμετώπισης της τενοντοπάθειας, έχει αναφερθεί ότι επηρεάζει επίσης τον Αχιλλεύο τένοντα μειώνοντας την ισχύ του και μπορεί

να ευθύνεται για μετέπειτα ρήξη του τένοντα (Shrier et al., 1996). Παρόλα αυτά, τα δεδομένα αυτά βρίσκονται υπό αμφισβήτηση και απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση (Speed, 2001, Blomgran et al., 2017).

3.4 Τραυματισμοί του κάτω άκρου έπειτα από τροχαίο ατύχημα

Όπως αναφέρθηκε ανωτέρω, τα δεδομένα αποκαλύπτουν ότι οι τραυματισμοί του κάτω άκρου αντιπροσωπεύουν το 32% όλων των τραυματισμών που προκαλούνται από τροχαίο ατύχημα σε επιβαίνοντες που φορούν ζώνη ασφαλείας (Dischinger et al., 2004).

Εξ αυτών οι τραυματισμοί ποδοκνημικής άρθρωσης και πέλματος αντιπροσωπεύουν το 33% των τραυματισμών του κάτω άκρου στα τροχαία ατυχήματα, αποτελώντας τη συχνότερη κάκωση της κατηγορίας αυτής (Dischinger et al., 2004).

Μεταξύ των ασθενών που γίνονται δεκτοί στα νοσοκομεία μετά από σύγκρουση οχήματος, περίπου το 20% των οδηγών φέρει τουλάχιστον ένα κατάγμα του κάτω άκρου. Η μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης τέτοιων καταγμάτων αφορά το κατάγμα αστραγάλου (Dischinger et al., 2004).

Άλλα κατάγματα που είναι συχνά στα τροχαία ατυχήματα αφορούν το ισχιακό κατάγμα και το κατάγμα γόνατος. Όπως προαναφέρθηκε, τα εν λόγω κατάγματα αν και δεν είναι απειλητικά για τη ζωή, οδηγούν σε μακροπρόθεσμη μείωση της κινητικότητας και ανικανότητα του ατόμου (Dischinger et al., 2004, Banglmaier et al., 2003).

4. Η ΕΚΚΕΝΤΡΗ ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΚΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΚΑΤΩ ΑΚΡΟΥ – ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

4.1 Δεδομένα υπέρ της χρήσης της έκκεντρης άσκησης στις κακώσεις του κάτω άκρου

Η υπερβολική χρήση και οι τραυματισμοί του κάτω άκρου, αν και μπορούν να επηρεάσουν όλα τα μέρη του μυοσκελετικού συστήματος, όπως προαναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο (Κεφάλαιο 3) συχνά περιλαμβάνουν τους τένοντες.

Η τενοντοπάθεια είναι μια κοινή, σχετιζόμενη με τη σωματική εργασία και τον αθλητισμό κατάσταση, η οποία αποτελεί σημαντική αιτία ανικανότητας (Frizziero et al., 2014).

Οι τραυματισμοί υπερβολικής χρήσης, συμπεριλαμβανομένων των τενοντοπαθειών, αντιπροσωπεύουν το ~7% όλων των επισκέψεων σε ιατρούς της πρωτοβάθμιας περίθαλψης στις ΗΠΑ (Skjongs et al., 2012). Περισσότερο από το 30% των τραυματισμών που σχετίζονται με την αθλητική δραστηριότητα προέρχεται από ένα στοιχείο τενοντοπάθειας. Από την άλλη πλευρά, η τενοντοπάθεια δεν περιορίζεται στους αθλητές, αλλά επηρεάζει επίσης και μέρος του πληθυσμού που κάνει καθιστική ζωή επίσης καθιστική ζωή (Murtaugh and Ihm, 2013).

Η διαχείριση των τενοντοπαθειών είναι προκλητική, δεδομένου ότι η ιατρική περίθαλψη είναι γενικά ανεπαρκής και το αποτέλεσμα των χειρουργικών επεμβάσεων απρόβλεπτο (Frizziero et al., 2014).

Σύμφωνα με τα σύγχρονα στοιχεία, η διαχείριση των τενοντοπαθειών θα πρέπει να περιλαμβάνει έγκαιρη λειτουργική παρέμβαση, αντί για ανάπαυση και ακινητοποίηση. Μία μελέτη που πραγματοποιήθηκε στον επιγονατιδικό τένοντα επί μυος έδειξε ότι η απότομη διακοπή της άσκησης μπορεί να αποβεί καταστρεπτική για τη σύσταση του τένοντα, ενώ η μέτρια άσκηση έχει θετική επίδραση, γεγονός που υποδηλώνει ότι η πλήρης διακοπή της σωματικής δραστηριότητας μετά από τραυματισμό τένοντα θα πρέπει να ελαχιστοποιηθεί (Frizziero et al., 2011). Επιπρόσθετα, η χρήση ενέσιμων μη στεροειδών αντιφλεγμονωδών φαρμάκων (ΜΣΑΦ) και κορτικοστεροειδών αντενδείκνυται στις χρόνιες τενοντοπάθειες, δεδομένου ότι η αποτελεσματικότητά τους μειώνεται με την παράταση της χρήσης τους (Andres and Murrell, 2008).

Η συντηρητική αντιμετώπιση των τενοντοπαθειών περιλαμβάνει πολλές θεραπευτικές επιλογές, που κυμαίνονται από την έκκεντρη άσκηση (EE) έως τον κρουστικό υπέρηχο (ESWT), την εφαρμογή νάρθηκα, την ενεργή ανάπαυση, την θεραπεία με λέιζερ χαμηλής ισχύος (LLLT), την ομόκεντρη άσκηση (CE), τη χρήση ορθωτικών πελμάτων, τον υπέρηχο (US), βαθιά εγκάρσια τριβή (DTF) και την τοπική εφαρμογή γλυκερίνης (Rowe et al., 2012).

Παρά το μεγάλο αριθμό θεραπευτικών επιλογών, ο αριθμός των τυχαιοποιημένων ελεγχόμενων κλινικών δοκιμών (RCTs) που παρέχουν αποδεικτικά στοιχεία για την αποτελεσματικότητα της χρήσης τους είναι περιορισμένα, με αποτέλεσμα η ιδανική θεραπεία για την τενοντοπάθεια να παραμένει ασαφής (Maffulli et al., 2010, Skjong et al., 2012, Saithna et al., 2012, Murphy et al., 2018).

Η έκκεντρη προπόνηση του κάτω άκρου έχει αναδειχθεί αποτελεσματική στις τενοντοπάθειες του αχίλλειου τένοντα (Alfredson et al., 1998, Alfredson and Lorentzon, 2003, Ohberg and Alfredson, 2004, Langberg et al., 2007, Wasielewski and Kotsko, 2007, Allison and Purdam, 2009a, Henriksen et al., 2009, Meyer et al., 2009, Allison and Purdam, 2009b, Grigg et al., 2012, Rowe et al., 2012, Murtaugh and Ihm, 2013, Frizziero et al., 2014, Lopez and Jung, 2015, Li and Hua, 2016, Murphy et al., 2018), καθώς και της επιγονατίδας (Torstensen et al., 1994, Thomee et al., 1999, Young et al., 2005, Frohm et al., 2007b, Wasielewski and Kotsko, 2007, Rutland et al., 2010, Saithna et al., 2012, Murtaugh and Ihm, 2013, Frizziero et al., 2014). Επιπλέον, η έκκεντρη προπόνηση έχει αναδειχθεί θετική και για μυϊκούς τραυματισμούς, όπως των οπίσθιων μηριαίων (Askling et al., 2003, Sugiura et al., 2008, Lorenz and Reiman, 2011, Schmitt et al., 2012, Jayaseelan et al., 2013, Frizziero et al., 2014, Tyler et al., 2016, Timmins et al., 2018) και των τετρακέφαλων (Yeung and Yeung, 2008, Lepley and Palmieri-Smith, 2014), αλλά και έχει αναδειχθεί ένα πολύ χρήσιμο μέσο για την αποκατάσταση μετά από χειρουργική επέμβαση των πρόσθιων χιαστών συνδέσμων (ACL) (Gerber et al., 2007b, Gerber et al., 2009, Lorenz and Reiman, 2011, Frizziero et al., 2014, Lepley et al., 2018, Kruse et al., 2012).

Ωστόσο, το κατά πόσο η EE είναι το πλέον αποτελεσματικό θεραπευτικό μέσο αποκατάστασης (Wasielewski and Kotsko, 2007), καθώς και η ένταση και διάρκεια της EE που επιφέρουν θετικά και όχι αρνητικά αποτελέσματα (Meyer et al., 2009) τελούν υπό αμφισβήτηση (Frizziero et al., 2014). Στην παρούσα παράγραφο θα αναφερθούν τα κύρια βιβλιογραφικά δεδομένα σχετικά με την αποτελεσματικότητα της έκκεντρης άσκησης στην αποκατάσταση του κάτω άκρου,

προκειμένου να καταστεί εφικτή η διεξαγωγή συμπερασμάτων, αλλά και να αναδειχθούν τα σημεία που απαιτούν περαιτέρω μελλοντικές έρευνες.

4.2 Η έκκεντρη άσκηση στην τενοντοπάθεια του Αχιλλείου Τένοντα (ΑΤ).

Παρακάτω παρατίθεται σύνοψη των κύριων βιβλιογραφικών αναφορών που υποστηρίζουν τη χρήση της έκκεντρης άσκησης, μόνη της ή έναντι άλλων μεθόδων, για την αποκατάσταση του Αχιλλείου τένοντα (Πίνακας 4-1).

Πίνακας 4-1 Βιβλιογραφική ανασκόπηση για τη χρήση της ΕΕ στην τενοντοπάθεια του Αχιλλείου τένοντα. Πηγή: (Frizziero et al., 2014)

Μελέτη	Αριθμός Ασθενών	Χαρακτηριστικά Ασθενών	Επιπρόσθετη/ Εναλλακτική Θεραπεία	Σκορ PEDro	Αποτέλεσμα
(Bell et al., 2013)	53	Συμπτώματα άνω των 3 μηνών	Αυτόλογη ένεση αίματος έναντι ΕΕ	-	Παρόμοια αποτελεσματικότητα
(Brown et al., 2006)	26	-	Ενέσεις απροτινίνης ή ΕΕ	6	Παρόμοια αποτελεσματικότητα με απροτινίνη
(de Jonge et al., 2010)	57	-	Νυκτερινός νάρθηκας + ΕΕ έναντι ΕΕ	6	Βελτίωση VISA-A και ικανοποίησης ασθενούς με την ΕΕ. Καμία επιπλέον βελτίωση στην ΕΕ + νάρθηκα σε σχέση με την ΕΕ
(Herrington and McCulloch, 2007)	25	Ηλικία 20-55 ετών, συμπτώματα άνω των 3 ετών	Συμβατικό πρωτόκολλο άσκησης έναντι ΕΕ	6	Βελτίωση του VISA-A σημαντικά παραπάνω στην ομάδα ΕΕ έναντι συμβατικής θεραπείας
(Horstmann et al., 2013)	58	-	Εφαρμογή δόνησης σε όλο το σώμα έναντι ΕΕ	-	Στατιστικά σημαντική βελτίωση του πόνου στο μέσο τμήμα του τένοντα στην ΕΕ έναντι της δόνησης, ενώ στη σύμφυση τένοντα – μυός, σημαντικότερη βελτίωση στην ομάδα της δόνησης
(Mafi et al., 2001)	44	Χρόνια βαριά τενοντοπάθεια. Μέση ηλικία 48 έτη	Ομόκεντρη άσκηση (CE) έναντι ΕΕ	5	Ικανοποίηση του ασθενούς και επιστροφή στη δραστηριότητα σημαντικά μεγαλύτερη στην ομάδα της ΕΕ (82%), έναντι της CE (36%)
(Mayer et al., 2007)	28	Μόνο άνδρες 18-50 ετών	DTF, US και ασκήσεις ιδιοδεκτικότητα συνδυαστικά με ΕΕ ή ορθωτικοί πάτοι	5	Στατιστικά σημαντική μείωση του πόνου σε όλες τις ομάδες χωρίς διαφορές

(Norregaard et al., 2007)	45	Ηλικία 18-70	Διατάσεις έναντι ΕΕ	4	Σημαντική βελτίωση του πόνου και στις 2 ομάδες
(Paoloni et al., 2004)	65	Άνω των 18 ετών, χωρίς ρήξη του Αχιλλείου τένοντα	ΕΕ + διατάσεις + τοπική χορήγηση τρινιτρικής γλυκερίνης έναντι ΕΕ + διατάσεις + placebo	-	Σημαντικότερη βελτίωση του πόνου με τη χορήγηση της τρινιτρικής γλυκερίνης. Σημαντική βελτίωση της ραχιαίας έκτασης της ποδοκνημικής σε όλες τις ομάδες
(Rompe et al., 2009)	68	18-70 ετών, συμπτώματα άνω των 6 μηνών	Χαμηλής ενέργειας ESWT με ή χωρίς ΕΕ	8	Σημαντικά υψηλότερη βελτίωση του VISA-A σκορ και του πόνου στην ομάδα ESWT + ΕΕ, έναντι της ESWT μόνης της
(Roos et al., 2004)	45	20-60 ετών, 65% δραστηριότητα σε αθλήματα	ΕΕ, νυκτερινός νάρθηκας ή συνδυασμός των δύο	6	Σημαντικά καλύτερη βελτίωση του πόνου στην ΕΕ μόνη της έναντι των άλλων δύο ομάδων
(Silbernagel et al., 2001)	32	Μέση ηλικία 45 ετών, συμπτώματα άνω των 6 μηνών	ΕΕ έναντι άλλης άσκησης (CE, διατάσεις)	7	Χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ ομάδων. Παρόλα αυτά καλύτερη ικανοποίηση των ασθενών, μείωση των συμπτωμάτων και βαθμός έκτασης της ποδοκνημικής διαπιστώθηκε στην ομάδα ΕΕ έναντι των υπολοίπων
(Stevens and Tan, 2014)	28	Μη αθλητικοί ασθενείς	Τυπικό πρωτόκολλο ΕΕ, έναντι τροποποιημένου πρωτοκόλλου όπου οι ασθενείς σταματούν όταν νιώθουν πόνο	-	Ίδια σημαντική βελτίωση του σκορ VISA-A και του πόνου και στα δύο πρωτόκολλα ΕΕ
(Tumilty et al., 2012)	40	18-65 ετών	Laser χαμηλής έντασης + ΕΕ, έναντι σκέτης ΕΕ	10	Στατιστικά σημαντική βελτίωση του πόνου και του VISA-A με την έκκεντρη άσκηση. Καμία επιπλέον βελτίωση με το laser

Ο εκτιμώμενος επιπολασμός της AT σε δρομείς ποικίλλει μεταξύ 11 και 29%, ενώ το ποσοστό εμφάνισης AT στο μέσο τμήμα του τένοντα αγγίζει το 2,35 στα 1000 άτομα, στο γενικό πληθυσμό ηλικίας μεταξύ 21 και 60 ετών (Murtaugh and Ihm, 2013).

Η πρώτη μελέτη που καθιέρωσε προπονητικό πρόγραμμα ΕΕ για τη θεραπεία της AT (Alfredson et al., 1998) βασίστηκε στην εφαρμογή για 12 εβδομάδες 3 σετ των 15 επαναλήψεων έκκεντρης άσκησης σε ομάδα ερασιτεχνών αθλητών, δύο φορές την ημέρα (Εικόνα 4-1). Τα αποτελέσματα ανέδειξαν την τεχνική ασφαλή, αποτελεσματική και χρήσιμη.

Σε επόμενη μελέτη του 2002, η ίδια ερευνητική ομάδα εξέτασε τα επίπεδα του ενδοτενόντιου γλουταμινικού οξέος, ενός νευροδιαβιβαστή που σχετίζεται με την αντίληψη του πόνου, και φαίνεται αυξημένος σε ασθενείς με ΑΤ. Η μελέτη, εφαρμόζοντας την τεχνική της μικροδιάλυσης, μέτρησε τα επίπεδα του γλουταμινικού οξέος μετά την εφαρμογή ενός προγράμματος ΕΕ 12 εβδομάδων. Η μελέτη ανέδειξε στατιστικά σημαντική μείωση του σκορ VAS (κλίμακα πόνου κατά τη φόρτωση του αχίλλειου τένοντα), η οποία όμως δε φάνηκε να συσχετίζεται με μείωση των επιπέδων του γλουταμινικού οξέος (Alfredson and Lorentzon, 2003).

Σε αυτή την κατεύθυνση έχει προταθεί, με βάση μία μελέτη ηλεκτρομυογραφήματος και κινηματικής ανάλυσης, ότι η ίδια η βιομηχανική της έκκεντρης έναντι της ομόκεντρης συστολής, μπορεί να ευθύνεται για αυτή την μεγάλη αποτελεσματικότητα της ΕΕ στην αποκατάσταση της ΑΤ (Henriksen et al., 2009).

Μία ακόμα υποθετική πρόταση σχετικά με το μηχανισμό με τον οποίο η ΕΕ επιτυγχάνει τη βελτίωση της κλινικής κατάστασης της ΑΤ είναι ότι, με το χρόνο, η ΕΕ μειώνει το πάχος του αχίλλειου τένοντα, το οποίο είναι παθολογικά αυξημένο στην ΑΤ. Παρόλα αυτά, μια πολύ πρόσφατη συστηματική ανάλυση της βιβλιογραφίας γύρω από την υπόθεση αυτή, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν ισχυρά δεδομένα που απορρίπτουν το συσχετισμό μεταξύ της βελτίωσης της ΑΤ κατά την πάροδο του χρόνου ΕΕ, και της μείωσης του πάχους του αχίλλειου τένοντα. Παρόλα αυτά, και εδώ επιβεβαιώθηκε η σημαντικότερη κλινική βελτίωση των ασθενών με την πάροδο του χρόνου εφαρμογής της ΕΕ (Farnqvist et al., 2019).



Εικόνα 4- 1 Εφαρμογή του πρωτοκόλλου ΕΕ των Alfredson et al. 1998 για την αντιμετώπιση της ΑΤ (πάνω). Η άσκηση μπορεί προοδευτικά να γίνει δυσκολότερη με την εφαρμογή βάρους (κάτω). Πηγή: Alfredson, H., et al. (1998). "Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis." *Am J Sports Med* 26(3): 360-366.

Ακόμα, η θεωρία ενδυνάμωσης του αχίλλειου τένοντα με την ΕΕ δεν έχει, επίσης, επιβεβαιωθεί, με το λόγο για τον οποίο η ΕΕ αναδεικνύεται το ίδιο αποτελεσματική με τις ασκήσεις ενδυνάμωσης, να παραμένει άγνωστος (Allison and Purdam, 2009a). Έχει προταθεί ως

πιθανή εξήγηση, ότι η ΕΕ αυξάνει τη σύνθεση των περιτενοντίων ινών κολλαγόνου τύπου I στον Αχιλλέιο τένοντα, γεγονός που επιταχύνει την κλινική αποκατάσταση (Langberg et al., 2007). Το εύρημα αυτό όμως χρήζει περαιτέρω διερεύνησης.

Παρακάτω παρατίθεται ένα ενδεικτικό πρόγραμμα έκκεντρης προπόνησης για την αποκατάσταση της τενοντοπάθειας του Αχιλλείου Τένοντα (Πίνακας 4-2) (Visnes and Bahr, 2007).

Πίνακας 4-2 Πρόγραμμα Alfredson. Ενδεικτικό πρόγραμμα έκκεντρης άσκησης για την αποκατάσταση τενοντοπάθειας του Αχιλλείου τένοντα. Πηγή: (Visnes and Bahr, 2007)

Φάση	Περιγραφή
Γενικές οδηγίες	<p>Εκτέλεση 2 σετ των 15 επαναλήψεων την ημέρα για 12 εβδομάδες. Το τρέξιμο επιτρέπεται όσο υπάρχει ήπια ενόχληση και όχι πόνος.</p> <p>Εφαρμόζεται έκκεντρη φόρτωση του γαστροκνήμιου μυός, με την εκτέλεση επαναλήψεων ως εξής:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ο ασθενής στέκεται στη μύτη του τραυματισμένου ποδιού στην άκρη σκαλοπατιού και του ζητείται να κατέβει σιγά – σιγά σε επίπεδο κάτω από το σκαλοπάτι (με τη φτέρνα πιο χαμηλά από τα δάκτυλα του πέλματος), Α) με ίσιο και Β) με ελαφρώς λυγισμένο γόνατο. - Ο γαστροκνήμιος φορτώνεται μόνο έκκεντρα και όχι ομόκεντρα, με το υγιές πόδι να χρησιμοποιείται για την επαναφορά στην αρχική θέση.
Φάση I (Εβδομάδα 1-2)	<p>Οι ασθενείς ενημερώνονται ότι ο πόνος στους μυς είναι αναμενόμενος. Η φόρτωση γίνεται μόνο με το σωματικό βάρος. Ζητείται από τους ασθενείς να συνεχίσουν ακόμα και αν νιώθουν πόνο, εφόσον αυτός είναι ανεκτός.</p>

Φάση II (Εβδομάδα 2-12)	Μόλις ο ασθενής πάψει να νιώθει πόνο η φόρτωση αυξάνεται σταδιακά με την προσθήκη βάρους.
--------------------------------	---

4.2.1 Η ΕΕ έναντι της ομόκεντρης προπόνησης στην ΑΤ

Ο Silbernagel και οι συνεργάτες του συνέκριναν τα αποτελέσματα διαφόρων δοκιμών (ειδικό ερωτηματολόγιο, δοκιμασία ROM, άλμα, δοκιμή ανύψωσης του ποδιού, ανύψωση δακτύλων και ανάπαυση, μέτρηση πόνου κατά τη διάρκεια του άλματος και κατά την ψηλάφηση) μεταξύ μιας ομάδας ασθενών ΑΤ στους οποίους εφαρμόστηκε ένα ειδικό πρόγραμμα συνδυαστικής έκκεντρης/ομόκεντρης άσκησης με προοδευτική μετάβαση σε πρόγραμμα αποκλειστικής ΕΕ, και μιας ομάδας ασθενών στους οποίους εφαρμόστηκε ένα μη ειδικό πρόγραμμα ομόκεντρης-έκκεντρης άσκησης με προοδευτική μετάβαση σε ασκήσεις διάτασης (stretching) . Δεν διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων, εκτός από τη δοκιμή άλματος (η οποία είχε χειρότερα αποτελέσματα στην ειδική ομάδα της ΕΕ) (Silbernagel et al., 2001).

Ωστόσο, η ομάδα ΕΕ έδειξε στατιστικά σημαντική μείωση πόνου κατά την ψηλάφηση κατά την αξιολόγηση μετά από 3 και 6 μήνες, καθώς και σημαντική μείωση του πόνου κατά τη βάρδιση, στον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε μετά από 6 εβδομάδες και 6 μήνες, συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου. Ακόμα, η ομάδα της ΕΕ εμφάνισε στατιστικά σημαντική αύξηση των ασυμπτωματικών περιόδων κατά την αξιολόγηση των 6 μηνών σε σύγκριση με την περίοδο πριν από τη θεραπεία, καθώς και στατιστικά σημαντική μείωση του οιδήματος των τενόντων μεταξύ του διαστήματος των 3 και 6 μηνών σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Κατά την αξιολόγηση μετά από 1 έτος, η απουσία πόνου και η ικανότητα σωματικής δραστηριότητας ήταν σημαντικά αυξημένα στην ομάδα ΕΕ, σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου (Silbernagel et al., 2001). Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνονται από τα ευρήματα μιας ακόμα, πιο πρόσφατης, μελέτης (Stevens and Tan, 2014).

Μια επίσης πρόσφατη έρευνα κατέδειξε την υψηλότερη αποτελεσματικότητα ενός προγράμματος θεραπείας με ΕΕ έναντι της ομόκεντρης προπόνησης, σε μια πολυκεντρική, τυχαιοποιημένη προοπτική μελέτη (Yu et al., 2013). Η ικανοποίηση και η επιστροφή στη δραστηριότητα των ασθενών ήταν σημαντικά αυξημένα μετά τη θεραπεία στην πειραματική ομάδα που εκτέλεσε ΕΕ σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου (που εκτέλεσε ομόκεντρη άσκηση). Το σκορ VAS μειώθηκε σημαντικά και στις δύο ομάδες μετά τις 12 εβδομάδων, αλλά η μείωση ήταν σημαντικά υψηλότερη στην ομάδα της ΕΕ από ό, τι στην ομάδα της ομόκεντρης άσκησης.

Επιπρόσθετα στην πειραματική ομάδα, η έκταση του γόνατος και η μυϊκή δύναμη του γαστροκνήμιου μυός αυξήθηκε σημαντικά μετά την παρέμβαση. Ακόμα, βελτιώθηκε η αντοχή της ποδοκνημικής στη πελματιαία κάμψη συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου, ενώ η ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής αυξήθηκε σημαντικά μόνο στην ομάδα της ΕΕ. Ο συνολικός δείκτης ισορροπίας βελτιώθηκε σημαντικά στην πειραματική ομάδα από ό, τι στο ομάδα ελέγχου. Η επιδεξιότητα και η ευκινησία αυξήθηκαν σημαντικά και στις δύο ομάδες μετά την παρέμβαση, αλλά ευκινησία βελτιώθηκε σημαντικά περισσότερο στην πειραματική ομάδα της ΕΕ. Παρόλα αυτά, ο δείκτης μέσης και πλευρικής ισορροπίας μειώθηκε σημαντικά και στις δύο ομάδες (Yu et al., 2013). Η μελέτη αυτή, καταδεικνύει την έκκεντρη προπόνηση σημαντικά αποτελεσματικότερη έναντι της ομόκεντρης. Ωστόσο, θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν ότι η μελέτη έχει περιορισμένα στοιχεία διότι δεν ακολούθησε μακροχρόνια παρακολούθηση των ασθενών μετά το πέρας της. Συνεπώς, η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων της χρήζει περαιτέρω αποσαφήνισης (Frizziero et al., 2014).

Παρόλα αυτά, αξίζει να αναφερθεί ότι μία άλλη μελέτη που σύγκρινε την αποτελεσματικότητα της έκκεντρης έναντι της ομόκεντρης προπόνησης για την ΑΤ απέτυχε να αναδείξει την υπεροχή της ΕΕ στη βελτίωση του πόνου, παρά τη σημαντική βελτίωση των συμπτωμάτων μετά από 1 έτος παρακολούθηση, η οποία συνέβη και με τα δύο θεραπευτικά πρωτόκολλα (Norregaard et al., 2007).

Η απουσία αποδεικτικών στοιχείων για την υπεροχή της έκκεντρης έναντι της ομόκεντρης άσκησης στην ΑΤ, μπορεί να οφείλεται στο ότι σε όλες τις παραπάνω μελέτες εκτελέστηκε αποκλειστικά άσκηση που δεν επέφερε πόνο, με αποτέλεσμα, να ήταν πιθανόν άσκηση χαμηλής έντασης (Norregaard et al., 2007, Frizziero et al., 2014).

4.2.3 Η αποτελεσματικότητα της ΕΕ έναντι του κρουστικού υπέρηχου (ESWT) και άλλων θεραπευτικών παρεμβάσεων.

Σε μια τυχαιοποιημένη προοπτική μελέτη, η ομάδα του Rompe και των συνεργατών του, διαπίστωσε στατιστικά σημαντική βελτίωση όλων των εξεταζόμενων παραμέτρων, (δηλαδή του σκορ στην κλίμακα VISA-A του Βικτωριανού Ινστιτούτου Αξιολόγησης Αθλητισμού, της έντασης του πόνου και της κλίμακα Likert) σε 75 ασθενείς με ΑΤ μεσαίου τμήματος, που υπεβλήθησαν σε προγράμματα ΕΕ ή ESWT, σε σύγκριση με μια πολιτική μηδενικής παρέμβασης (wait and see), μετά το πέρας της θεραπευτικής παρέμβασης και έπειτα από 4 μήνες. Δε διαπιστώθηκε

καμία σημαντική διαφορά μεταξύ της εφαρμογής ΕΕ και ESWT (Rompe et al., 2007). Μια μεταγενέστερη μελέτη της ίδιας ομάδας, παρόλα αυτά διαπίστωσε μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα της συνδυαστικής εφαρμογής ΕΕ και ESWT από ό, τι της εφαρμογής μόνο ΕΕ, σε όλες τις παραπάνω παραμέτρους (Rompe et al., 2009). Παρόλα αυτά σε μία εναλλακτική μορφή ΑΤ, το ESWT αναδείχθηκε αποτελεσματικότερο της ΕΕ στις βαθμολογίες VISA-A, έντασης πόνου και Likert, γεγονός που υποδεικνύει τη σημασία της ακριβούς φύσης του τραυματισμού, στην επιλογή της τεχνικής αποκατάστασης (Rompe et al., 2008).

Η εφαρμογή δόνησης σε όλο το σώμα μπορεί να αποτελεί μια υποσχόμενη εναλλακτική θεραπεία έναντι της ΕΕ, ειδικά σε μορφές ΑΤ που δεν ανταποκρίνονται αποτελεσματικά σε αυτή (Horstmann et al., 2013).

Ακόμα, η ΕΕ φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματική από το συνδυασμό της εν τω βάθην μάλαξης DFM και την χρήση υπερήχων στη βελτίωση της κλίμακας VISA-A (Herrington and McCulloch, 2007).

Η τοπική εφαρμογή τρινιτρικού άλατος του γλυκερυλίου έδειξε πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα στη θεραπεία της ΑΤ, όταν συνδυάζεται με ένα σύνθετο πρόγραμμα άσκησης, συμπεριλαμβανομένης της ΕΕ και των διατάσεων (Paoloni et al., 2004, Hunte and Lloyd-Smith, 2005). Ακόμα, ο βελονισμός φαίνεται να υπερτερεί συγκριτικά με την ΕΕ σε ασθενείς με ΑΤ μεσαίου τμήματος (Zhang et al., 2013). Παρόλα, αυτά, τα παραπάνω ευρήματα βασίζονται σε μικρό αριθμό μελετών και απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση (Frizziero et al., 2014).

Η εφαρμογή νάρθηκα κατά τη διάρκεια της νύχτας δεν επιφέρει πρόσθετα οφέλη κατά τη θεραπεία με ΕΕ και το πρωτόκολλο εφαρμογής ΕΕ φαίνεται πιο αποτελεσματικό από τη θεραπεία μόνο με νάρθηκα, μειώνοντας τον πόνο μετά από 12 εβδομάδες και επιταχύνοντας σημαντικά την επιστροφή στον αθλητισμό (de Jonge et al., 2010, de Vos et al., 2007, Roos et al., 2004).

Επιπλέον, η χρήση διαφόρων ορθωτικών πελμάτων και βοηθητικών ναρθήκων (AirHeel brace) έχει αναδειχθεί ως έγκυρη εναλλακτική λύση έναντι των περίπλοκων φυσιοθεραπευτικών σχημάτων, συμπεριλαμβανομένης της ΕΕ με πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα (Knobloch et al., 2008, Petersen et al., 2007, Mayer et al., 2007).

Τέλος, η προλοθεραπεία (έγχυση διαλύματος γλυκόζης στον τένοντα, προς διέγερση της αναγέννησης και του πολλαπλασιασμού των κυττάρων) σε συνδυασμό με την ΕΕ έχει αναδείξει

ταχύτερη κλινική βελτίωση από ότι η ΕΕ. Ωστόσο, το μακροπρόθεσμο σκορ VISA-A που επετεύχθη ήταν παρόμοιο με εκείνο της ΕΕ μόνης της (Yelland et al., 2011).

Συμπερασματικά, πολλές μελέτες αναδεικνύουν την ΕΕ ως μια ισάξια (ή και, σπανιότερα, πιο αποτελεσματική) μέθοδο για την αντιμετώπιση της ΑΤ, ιδίως μεσαίου τμήματος, σε σχέση με ποικίλες κλασσικές και εναλλακτικές μεθόδους θεραπείας. Αυτό υποδεικνύει ότι η ΕΕ είναι ένα χρήσιμο κλινικό εργαλείο στην αποκατάσταση της αχίλλειας τενοντοπάθειας. Παρόλα αυτά, ο μηχανισμός με τον οποίο η ΕΕ επιτυγχάνει αυτή τη βελτίωση, καθώς και το ενδεδειγμένο πρωτόκολλο εφαρμογής της παραμένουν ασαφή και χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης (Li and Hua, 2016). Ακόμα, απαιτείται η διενέργεια συστηματικών αναλύσεων της βιβλιογραφίας για τη διεξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Μια τέτοια μετα-ανάλυση όλης της βιβλιογραφίας σχετικά με την προτιμότερη μέθοδο αποκατάστασης στην ΑΤ έχει προγραμματιστεί και το πρωτόκολλό της έχει δημοσιευθεί, αναμένονται όμως ακόμα τα σχετικά αποτελέσματα (Murphy et al., 2018).

4.3 Η έκκεντρη άσκηση στην τενοντοπάθεια της επιγονατίδας (ΕΤ).

Παρακάτω παρατίθεται σύνοψη των κύριων βιβλιογραφικών αναφορών σε σχέση με την αποτελεσματικότητα της ΕΕ στην τενοντοπάθεια της επιγονατίδας (Πίνακας 4-3)

Πίνακας 4- 3 Βιβλιογραφική ανασκόπηση για τη χρήση της ΕΕ στην τενοντοπάθεια της επιγονατίδας . Πηγή: (Frizziero et al., 2014)

Μελέτη	Αριθμός Ασθενών	Χαρακτηριστικά Ασθενών	Επιπρόσθετη/ Εναλλακτική Θεραπεία	Σκορ PEDro	Αποτέλεσμα
(Cunha et al., 2012)	17	Αθλητές	ΕΕ με ή χωρίς πόνο	-	Στατιστικά σημαντική βελτίωση του πόνου και του VISA-A με την έκκεντρη άσκηση και στις δύο ομάδες χωρίς διαφορές.
(Cannell et al., 2001)	19	Αθλητές διαφόρων αθλημάτων	ΕΕ έναντι CE	-	Σημαντική, αλλά παρόμοια βελτίωση και στις δύο ομάδες.
(Dragoo et al., 2014)	23	Αθλητές με επίμονα συμπτώματα έπειτα από 6 εβδομάδες ΕΕ	Ένεση πλούσιου σε αιμοπετάλια πλάσματος (PRP) + ΕΕ, έναντι PRP και βελονισμού	-	Σημαντική βελτίωση του σκορ VISA-P μόνο στην ομάδα PRP +ΕΕ. Παρόλα αυτά, καλύτερη βελτίωση στο σκορ λειτουργικότητας του γόνατος Lysholm στην ομάδα ελέγχου (PRP και βελονισμός).

(Frohm et al., 2007b)	20	Αθλητές	ΕΕ μόνη της ή μαζί με άσκηση με συσκευή Brosman	6	Σημαντική βελτίωση του VISA-P και στις δύο ομάδες, χωρίς διαφορές.
(Jonsson and Alfredson, 2005)	15	Ερασιτέχνες αθλητές	ΕΕ έναντι CE	-	Σημαντική βελτίωση του πόνου και του σκορ VISA-P και στις δύο ομάδες, χωρίς διαφορές.
(Kongsgaard et al., 2009)	39	Ερασιτέχνες αθλητές	ΕΕ, HSR (προπόνηση βαριάς αντίστασης) ή ενέσεις κορτικοστεροειδών	6	Παρόμοια βραχυπρόθεσμη βελτίωση του πόνου και του σκορ VISA-P και στις τρεις ομάδες, χωρίς διαφορές. Καλύτερη μακρόχρονη βελτίωση στην ομάδα HSR, χωρίς όμως στατιστική ανάλυση.
(Stasinopoulos and Stasinopoulos, 2004)	10	Ρευματολογικοί ασθενείς	ΕΕ έναντι παλμικών υπερήχων	5	Σημαντική βελτίωση της ικανοποίησης των ασθενών μόνο στην ομάδα της ΕΕ.
(Steunebrink et al., 2013)	33	Συμπτώματα άνω των 3 μηνών, ηλικία 18-40, σκορ VISA-A κάτω του 80%	Τοπική έγχυση τρινιτρικής γλυκερίνης + ΕΕ, έναντι ΕΕ	-	Σημαντική βελτίωση του πόνου και του σκορ VISA-P και στις δύο ομάδες, χωρίς διαφορές.
(Visnes et al., 2005)	29	Ελίτ επαγγελματίες ποδοσφαιριστές κατά τη διάρκεια της σεζόν	ΕΕ έναντι τυπικής προπόνησης	7	Καμία θετική επίδραση της ΕΕ έναντι της τυπικής προπόνησης.

Η επιγονατιδική τενοντοπάθεια (ΕΤ) αποτελεί μια κοινή κάκωση, και ιδιαίτερα στα αθλήματα που περιλαμβάνουν άλμα. Για το λόγο αυτό συχνά αναφέρεται και ως «γόνατο του άλτη». Η συχνότητα εμφάνισης ΕΤ αγγίζει το 45% σε αθλητές βόλεϊ και το 32% σε αθλητές καλαθοσφαίρισης (Murtaugh and Ihm, 2013, Rutland et al., 2010).

Κατά τη διερεύνηση της αξίας της ΕΕ στην αποκατάσταση της ΕΤ προκύπτει ένα θέμα. Στις διάφορες βιβλιογραφικές αναφορές χρησιμοποιούνται διαφορετικά πρωτόκολλα εφαρμογής της ΕΕ, με τις περισσότερες μελέτες να εφαρμόζουν μια βαριά και επώδυνη παραλλαγή του πρωτοκόλλου του Alfredson για την τενοντοπάθεια του Αχιλλείου τένοντα, ενώ άλλες να χρησιμοποιούν διαφορετικού τύπου και έντασης ΕΕ (Frizziero et al., 2014).

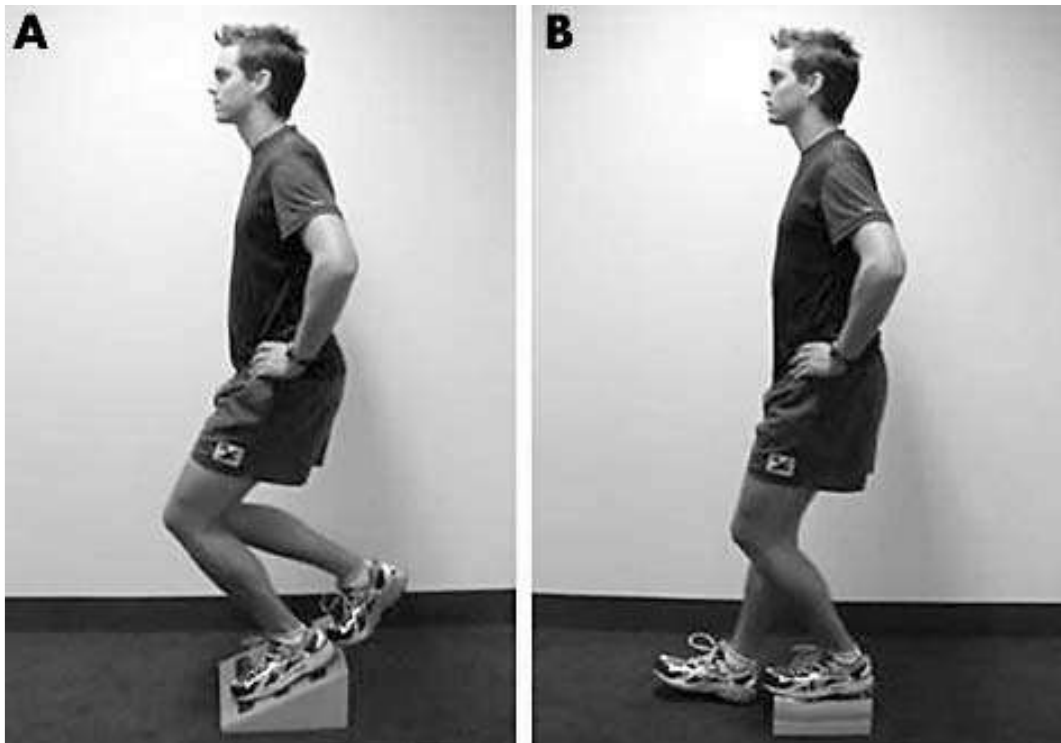
Σε όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές που βρέθηκαν, η σύγκριση γίνεται μεταξύ της ομάδας ΕΕ και μιας ομάδας ελέγχου που έλαβε, είτε άλλου τύπου πρωτόκολλο άσκησης, είτε φυσικοθεραπευτικά πρωτόκολλα θεραπείας που δεν περιλαμβάνουν άσκηση (Frizziero et al., 2015).

4.3.1 Η ΕΕ έναντι άλλων μορφών θεραπείας στην ΕΤ

Μία από τις πρώτες μελέτες που ανέδειξε την ΕΕ ως μια υποσχόμενη μέθοδο αποκατάστασης έναντι της ΕΤ πραγματοποιήθηκε το 2005 από την ομάδα του Young και των συνεργατών του (Young et al., 2005). Στην εν λόγω μελέτη συγκρίθηκαν δύο πρωτόκολλα έκκεντρης άσκησης που περιλάμβαναν καθίσματα (squats), ένα κλασικό πρωτόκολλο καθίσματος με τη βοήθεια σκαλιού και ένα με τη βοήθεια κεκλιμένου επιπέδου (Εικόνα 4-2).

Και με τα δύο πρωτόκολλα οι τιμές VISA και VAS βελτιώθηκαν σημαντικά. Παρόλα αυτά στους 12 μήνες παρακολούθησης η ομάδα του κεκλιμένου επιπέδου πέτυχε στατιστικά σημαντικά καλύτερες βαθμολογίες VISA από το κλασικό πρωτόκολλο. Ωστόσο, όταν αυτό το τροποποιημένο πρόγραμμα ΕΕ εφαρμόστηκε σε παίκτες βόλει κατά τη διάρκεια της ανταγωνιστικής περιόδου, δεν επιβεβαιώθηκε η παραπάνω παρατήρηση (Young et al., 2005).

Τα θετικά ευρήματα σχετικά με τη συμβολή της ΕΕ στην ΕΤ επιβεβαιώθηκαν εν συνεχεία από μία επόμενη μελέτη στην οποία συγκρίθηκε η εφαρμογή αμφοτερόπλευρης ΕΕ με χρήση μιας συσκευής Brosnan με το έκκεντρο πρωτόκολλο σε κεκλιμένο επίπεδο (Frohm et al., 2007a). Η μελέτη διαπίστωσε σημαντική βελτίωση της βαθμολογίας VISA, λειτουργικών παραμέτρων και VAS και στις δύο ομάδες, χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Στο τέλος της δοκιμής των 12 εβδομάδων, οι περισσότεροι ασθενείς και από τις δύο ομάδες επέστρεψαν στον αθλητισμό (Frohm et al., 2007a, Frohm et al., 2007b).



Εικόνα 4- 2 Α) Η τροποποιημένη μορφή έκκεντρων καθισμάτων σε κεκλιμένο επίπεδο. Β) Το κλασικό πρωτόκολλο ΕΕ. Πηγή: Young, M. A., et al. (2005). "Eccentric decline squat protocol offers superior results at 12 months compared with traditional eccentric protocol for patellar tendinopathy in volleyball players." *British Journal of Sports Medicine* 39(2): 102.

Σε σχέση με την ομόκεντρη άσκηση, ο Cannell και οι ομάδα του σύγκριναν ένα πρωτόκολλο ομόκεντρης και ένα έκκεντρης άσκησης και διαπίστωσαν βελτίωση στον πόνο και την επιτυχή επιστροφή στον αθλητισμό, καθώς και βελτίωση της δύναμης του τετρακέφαλου και των οπίσθιων μηριαίων μυών και στις δύο ομάδες, χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους (Cannell et al., 2001). Αντίθετα, σε μία επόμενη μελέτη των Jonsson και Alfredson, διαπιστώθηκε εντυπωσιακή υπεροχή της ΕΕ σε σύγκριση με την ομόκεντρη άσκηση (και τα δύο με τη χρήση κεκλιμένου επιπέδου) από την άποψη της ικανοποίησης των ασθενών, καθώς και της βαθμολογίας VAS και VISA. Κατά την μετέπειτα παρακολούθηση των ασθενών, η ικανοποίηση και η ικανότητα επιστροφής στον αθλητισμό εξακολουθούσαν να υπάρχουν στην ομάδα της ΕΕ, ενώ όλα τα μέλη της ομάδας της ομόκεντρης άσκησης είχαν υποβληθεί σε χειρουργική επέμβαση ή δυνατές ενέσιμες θεραπείες (Jonsson and Alfredson, 2005).

Ακόμα, σε μία μεταγενέστερη μελέτη 35 ασθενών με βαριά ΕΤ, διαπιστώθηκε ότι η εφαρμογή ΕΕ για 12 εβδομάδες πέτυχε την ίδια βελτίωση της τιμής VISA με αυτή της χειρουργικής

επέμβασης, ακόμα και μετά από την παρέλευση 12 μηνών, γεγονός που υποδεικνύει την χρησιμότητα της αναμονής του ασθενούς και της δοκιμής πρωτοκόλλων ΕΕ πριν καταφύγει στη χειρουργική επέμβαση (Bahr et al., 2006).

Επιπροσθέτως, οι Στασινόπουλος και Στασινόπουλος, σε μια μελέτη του 2004 διαπίστωσαν σημαντικά αυξημένη αποτελεσματικότητα της εφαρμογής ΕΕ για 4 εβδομάδες, με 100% επιτυχία, έναντι των θεραπευτικών υπερήχων και της εν το βάθη εγκάρσιας μάλαξης (DTF) (Stasinopoulos and Stasinopoulos, 2004).

Ακόμα, σε μία επόμενη τυχαιοποιημένη μελέτη 39 ασθενών με χρόνια ΕΤ που αξιολόγησε την αποτελεσματικότητα της ΕΕ, της άσκησης HSR (Heavy Slow Resistance) και την καθοδηγούμενη από υπερηχογράφημα ένεση στεροειδών στον τένοντα, διαπιστώθηκε ότι και οι τρεις ομάδες παρουσίασαν σημαντική βραχυπρόθεσμη (12 εβδομάδων) βελτίωση του VISA, ωστόσο, κατά τη μακροχρόνια παρακολούθηση μόνο οι ομάδες άσκησης διατήρησαν αυτό το ευεργετικό αποτέλεσμα (Kongsgaard et al., 2009).

Ακόμα, σε μία πρόσφατη μελέτη έχει προταθεί ότι ο συνδυασμός ΕΕ με την έγχυση πλούσιου σε αιμοπετάλια πλάσματος στον παθολογικό τένοντα, επιφέρει σημαντική βραχυπρόθεσμη βελτίωση του VISA, σε σχέση με την ΕΕ μόνο, αν και το υπέρτερο αυτό αποτέλεσμα δεν διαπιστώθηκε κατά τη μακροπρόθεσμη παρακολούθηση (≥ 26 εβδομάδες). Επιπλέον, η ομάδα ελέγχου (που έλαβε ΕΕ και ένεση με placebo) παρουσίασε στατιστικά σημαντικά ανώτερη βελτίωση της βαθμολογίας της κλίμακας Lysholm (για την αξιολόγηση του γονάτου), σε σχέση με την ομάδα του πλάσματος (Dragoo et al., 2014).

Αυτά τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι το πλούσιο σε αιμοπετάλια πλάσμα μπορεί να παρέχει πρόσθετο όφελος σε ένα πρόγραμμα ΕΕ, αλλά αυτό το αποτέλεσμα δεν είναι μακράς διάρκειας (Dragoo et al., 2014).

Επιπρόσθετα, μια μελέτη ανέφερε ότι η εφαρμογή παλμικών υπερήχων χαμηλής έντασης (LIPUS) σε συνδυασμό με την ΕΕ δεν παρουσίασε κανένα πρόσθετο όφελος στην ΕΕ σε σύγκριση με την ομάδα του εικονικού φαρμάκου (Warden et al., 2008).

Τέλος, η τοπική ένεση με τρινιτρικό άλας γλυκεριδίου, η εστιασμένη θεραπεία κρουστικών κυμάτων (FSWT), καθώς και η απομακρυσμένη θεραπεία κρουστικών κυμάτων (RSWT) δεν επέδειξαν κανένα πλεονέκτημα έναντι ή επιπρόσθετα της ΕΕ (Frizziero et al., 2014).

Συμπερασματικά, η εφαρμογή ΕΕ για την αντιμετώπιση της επιγονατιδικής τενοντοπάθειας, αναδεικνύεται, στις περισσότερες περιπτώσεις αποτελεσματικότερη των λοιπών μεθόδων αντιμετώπισης και θα πρέπει οπωσδήποτε να ενταχθεί σε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης (Rutland et al., 2010, Frizziero et al., 2014, Frizziero et al., 2015).

Παρακάτω παρατίθεται ενδεικτικό πρωτόκολλο έκκεντρης άσκησης έναντι της τενοντοπάθειας της επιγονατίδας (Πίνακας 4-4) (Visnes and Bahr, 2007).

Πίνακας 4-4 Πρόγραμμα Stanish & Curwin. Ενδεικτικό πρόγραμμα έκκεντρης άσκησης για την αποκατάσταση τενοντοπάθειας της επιγονατίδας. Πηγή: (Visnes and Bahr, 2007).

Φάση	Περιγραφή
Φάση I (Εβδομάδα 1)	<p>Εφαρμογή γενικής προθέρμανσης χωρίς έκταση του γόνατος. Για διάταση, χρησιμοποιούνται στατικές ασκήσεις διάτασης των τετρακέφαλων και των οπίσθιων μηριαίων μυών. Οι διατάσεις θα πρέπει να εφαρμόζονται για 30 δευτερόλεπτα κάθε φορά, για 3 επαναλήψεις. Ομοίως μετά τη λήξη του κυρίως προγράμματος συν την εφαρμογή πάγου για 5 λεπτά.</p> <p><u>Κυρίως πρόγραμμα</u></p> <p>Επίπεδο I (Μέρες 1-2): Έναρξη με καθίσματα. Στους ασθενείς ζητείται να εστιάζουν κυρίως στην φάση ταχείας επιβράδυνσης μεταξύ του τέλους του καθίσματος και έναρξης της επιστροφής στην αρχική θέση, χωρίς αντίσταση. Εκτέλεση 3 σετ των 10 επαναλήψεων την ημέρα.</p> <p>Επίπεδο II (Μέρες 3-7): Ζητείται από τους ασθενείς να αυξήσουν την ταχύτητα εκτέλεσης της άσκησης</p>
Φάση II (Εβδομάδα 2)	<p>Άσκηση όπως περιγράφεται παραπάνω, αλλά με προσθήκη αντίστασης της τάξης του 10% του σωματικού βάρους του ασθενούς.</p>

Φάση III (Εβδομάδες 3-6)	Σταδιακή προσθήκη επιπλέον βάρους 4.5 – 13.5kg.
Φάση IV (Εβδομάδες 6+)	Μείωση της συχνότητας της άσκησης στα 3 σετ 10 επαναλήψεων, 3 φορές την εβδομάδα.

4.4 Η έκκεντρη άσκηση στην τενοντοπάθεια των προσαγωγών και τον πόνο στη βουβωνική χώρα (groin pain).

Η αιτιολογική διάγνωση του πόνου της βουβωνικής χώρας αποτελεί ταυτόχρονα σημείο αντίφασης, αλλά και υποχρεωτικό στάδιο για την εφαρμογή σωστής θεραπείας. Οι θεραπευτικές επιλογές κυμαίνονται από τη συντηρητική θεραπεία, η οποία βασίζεται σε προγράμματα ενδυνάμωσης, τη χειρουργική αντιμετώπιση (εκτομή των τενόντων των προσαγωγών, επιδιόρθωση του κοιλιακού τοιχώματος ή νευροτομή του λαγονιο-υπογαστρικού νεύρου) (Frizziero et al., 2014).

Οι περισσότερες θλάσεις των προσαγωγών αποτελούν μερικές ρήξης της μυοτενόντιας σύμφυσης που συμβαίνουν συνήθως σε άρρενες παίκτες χόκεϊ ή ποδοσφαίρου και σχετίζονται συχνά με την ανάπτυξη χρόνιας τενοντοπάθειας. Η διάγνωση και η θεραπεία τους πρέπει να ξεκινήσουν νωρίς. Για βιομηχανικούς λόγους, ο μακρύς προσαγωγός είναι ο μυς που επηρεάζεται συχνότερα. Οι θλάσεις αυτές αντιπροσωπεύουν το ~ 10% όλων των τραυματισμών σε επαγγελματίες παίκτες χόκεϊ επί πάγου (Frizziero et al., 2014, Nicholas and Tyler, 2002).

Η έκκεντρη ενδυνάμωση των προσαγωγών μυών έχει εδραιωθεί βιβλιογραφικά, ως μια αποτελεσματική μέθοδος πρόληψης έναντι των τραυματισμών της βουβωνικής χώρας σε ποδοσφαιριστές (Jensen et al., 2014, Lynch and Renstrom, 1999, Harøy et al., 2017, Harøy et al., 2019).

Ωστόσο, οι μελέτες που υποστηρίζουν την ΕΕ στην αποκατάσταση των θλάσεων του προσαγωγού είναι αρκετά λιγότερες (Hölmich and Thorborg, 2017).

Ο Hölmich και οι συνεργάτες του προχώρησαν στη σύγκριση ενός ενεργού προγράμματος εξάσκησης, το οποίο περιλάμβανε ΕΕ και ασκήσεις ενδυνάμωσης του κορμού, με ένα παθητικό πρόγραμμα αποκατάσταση με θεραπεία λέιζερ, μάλαξης, διατάσεις και ηλεκτροθεραπεία (TENS). Η ομάδα της ενεργού αποκατάστασης επέδειξε σημαντικά καλύτερα αποτελέσματα σε

σύγκριση με το παθητικό σχήμα όσον αφορά τον πόνο κατά την ψηλάφηση, τον πόνο κατά τη διάρκεια της εφαρμογής αντίστασης στους προσαγωγούς και τον πόνο στη βουβωνική χώρα. Μάλιστα, το σχήμα ενεργητικής αποκατάστασης οδήγησε σε μια θεαματική και επιτυχημένη επιστροφή των ασθενών στον αθλητισμό (79% των αθλητών έναντι 14% στο παθητικό σχήμα), στη βελτίωση της υποκειμενικής ικανοποίησης και, στη βελτίωση αντοχής των προσαγωγών (Holmich et al., 1999).

Μάλιστα η ίδια ερευνητική ομάδα παρακολούθησε τους συμμετέχοντες για 8-12 έτη από τη μελέτη αυτή και δημοσίευσε το 2011 μία ακόμα μελέτη όπου αναφέρει ότι τα θετικά αυτά αποτελέσματα στον πόνο της βουβωνικής χώρας με τη χρήση της ΕΕ, διατηρήθηκαν με την πάροδο του χρόνου (Hölmich et al., 2011).

Επιπλέον, τα αποτελέσματα του Hölmich και των συνεργατών του επιβεβαιώθηκαν σε μία πρόσφατη, ανεξάρτητη μελέτη για τον σχετιζόμενο με τους προσαγωγούς πόνο στη βουβωνική χώρα (Yousefzadeh et al., 2018).

Παρόλα αυτά, αξίζει να αναφερθεί ότι σε μία μελέτη που συνέκρινε το πρωτόκολλο του Hölmich με μία πολύπλευρη μέθοδο αποκατάστασης που περιλάμβανε εφαρμογή θερμότητας, χειροθεραπείας και διατάσεων, η δεύτερη αναδείχθηκε πιο αποτελεσματική στη λειτουργική αποκατάσταση του ασθενούς και το χρόνο επιστροφής στο άθλημα, αν και δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων σε αντικειμενικό επίπεδο, όσον αφορά το αποτέλεσμα της θεραπείας και τη βαθμολογία του πόνου VAS (Weir et al., 2011).

Τα ευεργετικά αποτελέσματα του ενεργού προγράμματος αποκατάστασης μπορούν να αποδοθούν όχι κατ' ανάγκη σε άμεση επίδραση στον τένοντα, αλλά μάλλον στην έκκεντρη ενδυνάμωση και την ενδυνάμωση του κορμού, η οποία οδηγεί σε αυξημένη ικανότητα ελέγχου και σταθεροποίησης του σώματος, γεγονός ζωτικής σημασίας για την παραγωγή, τη μεταφορά και τον έλεγχο της κινητικής ενέργειας κατά τη σωματική δραστηριότητα (Hölmich et al., 2011).

4.5 Η έκκεντρη άσκηση στην λειτουργική αποκατάσταση μετά από χειρουργική ανάπλαση της ρήξης των πρόσθιων χιαστών συνδέσμων (ACL) και της ρήξης μηνίσκου.

Η αποκατάσταση του όγκου και της δύναμης των μυών (δηλαδή της ικανότητας παραγωγής μυϊκής δύναμης) μετά από τη χειρουργική ανάπλαση των πρόσθιων χιαστών συνδέσμων (ACL) εξακολουθεί να αποτελεί πρόκληση στην φυσιοθεραπευτική αποκατάσταση (Gerber et al., 2009).

Παρεμβάσεις που μπορούν με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα να προκαλέσουν υπερφόρτωση των μυών πολύ νωρίς κατά την μετεγχειρητική αποκατάσταση, με σκοπό να ελαχιστοποιηθεί η προκληθείσα μυϊκή ατροφία, είναι κρίσιμες για την αποκατάσταση του ασθενούς. Η έκκεντρη άσκηση έχει αναδειχθεί ως μια τέτοια τεχνική που μπορεί να συμβάλλει στη βελτιστοποίηση της μετεγχειρητικής ανάκαμψης του ασθενούς (Gerber et al., 2007b, Gerber et al., 2009, Lorenz and Reiman, 2011, Espregueira-Mendes et al., 2011, Kruse et al., 2012, Frizziero et al., 2014, Lepley et al., 2018).

Ομοίως, τέτοιες παρεμβάσεις απαιτούνται και μετά από χειρουργική αποκατάσταση της ρήξης μηνίσκου, με σκοπό τη ανάκτηση της λειτουργίας των τετρακέφαλων και την αποτροπή της εκφύλισης (Frizziero et al., 2012).

Σε μία τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή 40 ασθενών που υποβλήθηκαν σε ανάπλαση των ACL, έλαβε χώρα σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων μιας πειραματικής ομάδας που εφάρμοσε ένα πρωτόκολλο πρώιμης, προοδευτικά αυξανόμενης δυσκολίας ΕΕ, έναντι μιας ομάδας ελέγχου που υποβλήθηκε στην τυποποιημένη παρέμβαση αποκατάστασης με ομόκεντρη άσκηση, για μια δοκιμαστική περίοδο 12 εβδομάδων. Μετά από 12 μήνες παρακολούθησης, 32 ασθενείς ολοκλήρωσαν την αξιολόγηση. Κατέστη σαφές ότι ο όγκος και το εύρος κίνησης των τετρακέφαλων και του μείζονος γλουτιαίου μυός αυξήθηκαν σημαντικά και στις δύο ομάδες, αλλά η βελτίωση ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στην ομάδα της ΕΕ συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου (Gerber et al., 2009).

Η εν λόγω μελέτη ήρθε να επιβεβαιώσει τα αποτελέσματα δύο παλαιότερων μελετών της ίδιας ομάδας, η οποία έδειξε ότι η επιπρόσθετη εφαρμογή προγράμματος έκκεντρης άσκησης, πλέον του κλασικού προγράμματος αποκατάστασης, εκτός από ιδιαίτερα ασφαλής, οδηγεί επίσης σε καλύτερα αποτελέσματα (Gerber et al., 2007a, Gerber et al., 2007b).

Με βάση τα παραπάνω ευρήματα, η ομάδα του Gerber και των συνεργατών τους προτείνουν τελικά την εφαρμογή ενός συνδυαστικού πρωτοκόλλου άσκησης, για τη μεγιστοποίηση του βαθμού και της ταχύτητας αποκατάστασης (Gerber et al., 2009).

Μία μεταγενέστερη μελέτη εφάρμοσε ένα πρωτόκολλο που περιλάμβανε το συνδυασμό ΕΕ και νευρομυϊκής ηλεκτροδιέγερσης (NMES) για την αποκατάσταση έπειτα από ανάπλαση των ACL. Στη μελέτη συμμετείχαν συνολικά 36 ασθενείς, οι οποίοι ταξινομήθηκαν σε 4 ομάδες, με εφαρμογή μόνο ΕΕ, μόνο NMES, συνδυασμού ΕΕ και NMES και παραδοσιακής τεχνικής αποκατάστασης, καθώς και 10 υγιή άτομα ως ομάδα ελέγχου. Η παράμετρος που ελέγχθηκε αφορούσε τη μυϊκή δύναμη των τετρακέφαλων μυών. Τα αποτελέσματα της μελέτης υπέδειξαν ότι η εφαρμογή της ΕΕ μόνης της οδήγησε σε καλύτερη αποκατάσταση από ότι η παραδοσιακή μέθοδος ή η NMES, ενώ ο συνδυασμός ΕΕ και NMES οδήγησε σε ακόμα καλύτερα αποτελέσματα, με τη μυϊκή δύναμη των τετρακέφαλων να φθάνει αυτή του υγιούς πληθυσμού. Τα παραπάνω υποδεικνύουν ότι ο συνδυασμός των δύο παρεμβάσεων μπορεί να αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο στην αποκατάσταση των ACL (Lerley et al., 2015).

Μία πολύ πρόσφατη μελέτη του 2018 καταδεικνύει ότι η ευεργετική αυτή επίδραση της ΕΕ στην μετεγχειρητική αποκατάσταση των ACL μπορεί να είναι αποτέλεσμα της επαγωγής νευρωνικής πλαστικότητας, αφού μετά την παρέμβαση οι ασθενείς εμφανίζουν διευκόλυνση της νωτιαίας αντανακλαστικής και μυϊκής απόκρισης που προάγεται από τον κινητικό εγκεφαλικό φλοιό, δύο αποκρίσεις που είναι γνωστό ότι εμφανίζουν καταστολή έπειτα από τη χειρουργική αποκατάσταση των ACL. Ακόμα, στην ίδια εργασία, οι συμμετέχοντες ασθενείς ανέφεραν μεγάλη μείωση του πόνου και καλύτερη λειτουργική αποκατάσταση του γονάτου μετά την παρέμβαση της ΕΕ (Lerley et al., 2018).

Παρακάτω παρατίθεται ενδεικτικό πρόγραμμα έκκεντρης προπόνησης για την μετεγχειρητική αποκατάσταση (Πίνακας 4-5) (Lorenz and Reiman, 2011).

Πίνακας 4-5 Ενδεικτικό πρόγραμμα αποκατάστασης μετά από χειρουργική αποκατάσταση των ACL. Πηγή: (Lorenz and Reiman, 2011)

Φάση	Περιγραφή	Ένταση (Περιγραφή Αντιλαμβανόμενης Δυσκολίας)
Φάση I (Εβδομάδες 0-3)	<u>Επίπεδο δυσκολίας I:</u> Κλειστή κινητική αλυσίδα (CKC). Έναρξη με το υγιές πόδι, όχι νωρίτερα από τη 2 ^η μετεγχειρητική ημέρα, εκτός και αν αντενδείκνυται κατά περίπτωση	Σχετικά έντονη
Φάση II (Εβδομάδες 3-12)	<u>Επίπεδο δυσκολίας I:</u> Έναρξη εφαρμογής CKC στο εμπλεκόμενο πόδι. Έναρξη άσκησης με εύρος 0-40° για το χειρουργημένο πόδι, αλλά με στόχο την πλήρη έκταση με βοήθεια από το υγιές. Η αντίσταση αυξάνεται προοδευτικά, ανάλογα με την αντοχή	Από πολύ εύκολες ασκήσεις έως προοδευτικά δύσκολες μέχρι έντονες ασκήσεις
	<u>Επίπεδο δυσκολίας II:</u> Μετά από 6 εβδομάδες από την εγχείρηση. Ενδυνάμωση στο εύρος έκτασης 45-90°. Εφαρμογή ισοκινητικής άσκησης, με χαμηλή αντίσταση, ή ελαφριά βάρη. 20-30 επαναλήψεις	Από πολύ εύκολες ασκήσεις μέχρι όσο αντέχει ο ασθενής
Φάση III (Εβδομάδες 12+)	<u>Επίπεδο δυσκολίας I:</u> Εφαρμογή ασκήσεων πρέσας. Ελεγχόμενη έκκεντρη άσκηση κατά το κατέβασμα, μόνο με το χειρουργημένο πόδι και ομόκεντρη άσκηση με το υγιές για το ανέβασμα της πρέσας. ROM 0-30° Επιπρόσθετα, εναλλάξ προβολές. ROM 30-60°	Από σχετικά έντονες μέχρι όσο αντέχει ο ασθενής
	<u>Επίπεδο δυσκολίας II.</u> Προβολές με αντίσταση, όσο αντέχει ο ασθενής. ROM 0-90°	Από σχετικά έντονες μέχρι πολύ έντονες

4.6 Η έκκεντρη άσκηση στην αποκατάσταση της θλάσης των οπίσθιων μηριαίων μυών (hamstring strain).

Οι τραυματισμοί των οπίσθιων μηριαίων μυών είναι σημαντικοί σε αθλήματα που περιλαμβάνουν τρέξιμο υψηλής ταχύτητας. Μεταξύ των ελίτ ποδοσφαιριστών στην Αυστραλία, για παράδειγμα, οι θλάσεις των οπίσθιων μηριαίων, αντιπροσωπεύουν έναν στους έξι τραυματισμούς, με αποτέλεσμα να χάνονται 20-21 αγώνες ανά σύλλογο σε κάθε σεζόν (Orchard et al., 2013). Σε άλλα αθλήματα με βάση το τρέξιμο, όπως στο στίβο και το γήπεδο, οι τραυματισμοί των οπίσθιων μηριαίων αποτελούν το 75% όλων των τραυματισμών του κάτω άκρου, ενώ στο ποδόσφαιρο και το ράγκμπι αποτελούν τη βασικότερη αιτία χαμένων παιχνιδιού αγώνων και του χρόνου προπόνησης σε επίπεδο ελίτ (Shield and Bourne, 2018).

Τα τελευταία χρόνια έχει προκύψει ένα έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον για την πρόληψη έναντι των τραυματισμών των οπίσθιων μηριαίων, το οποίο έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη νέων εννοιών και πρακτικών πρόληψης και αποκατάστασης, συμπεριλαμβανομένης της έκκεντρης προπόνησης (Shield and Bourne, 2018).

Υπάρχει αυξανόμενος αριθμός αποδεικτικών στοιχείων ότι τα προγράμματα έκκεντρης ενδυνάμωσης του γονάτου μειώνουν τον κίνδυνο τραυματισμού των εν λόγω μυών (Arnason et al., 2008, Petersen et al., 2011, van der Horst et al., 2015, Askling et al., 2013, Seagrave et al., 2014, Bourne et al., 2017).

Η πρώτη από τις μελέτες αυτές περιλάμβανε 17-30 ισλανδικές και νορβηγικές ομάδες ποδοσφαίρου σε τέσσερις ποδοσφαιρικές περιόδους (Arnason et al., 2008). Μετά από την περίοδο των βασικών μετρήσεων, οι σύλλογοι κλήθηκαν να χρησιμοποιήσουν ένα πρωτόκολλο έκκεντρης ενδυνάμωσης 10 εβδομάδων, τρεις φορές την εβδομάδα, κατά την περίοδο πριν την ποδοσφαιρική σεζόν και μία ή δύο φορές την εβδομάδα στις δύο επόμενες ανταγωνιστικές περιόδους. Οι ομάδες που επέλεξαν να υιοθετήσουν το πρόγραμμα ανέφεραν κατά 65% λιγότερους τραυματισμούς των οπίσθιων μηριαίων, από ό, τι εκείνες που αρνήθηκαν να υιοθετήσουν την άσκηση.

Σε μια πιο πρόσφατη μελέτη, διεξήχθη μια τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμασία σε Δανούς ποδοσφαιριστές, όπου το πρωτόκολλο ΕΕ εφαρμόστηκε σε 461 από τους 942 συμμετέχοντες οι οποίοι παρακολουθήθηκαν για τραυματισμό σε περίοδο 12 μηνών. Οι παίκτες που χρησιμοποίησαν το πρωτόκολλο αντιμετώπισαν τραυματισμούς των οπίσθιων μηριαίων με

συχνότητα 3.8 στους 100 σε σύγκριση με τη συχνότητα 13,1 στους 100 παίκτες που διαπιστώθηκε στην ομάδα ελέγχου. Ακόμη πιο εντυπωσιακά, η συχνότητα επαναλαμβανόμενων τραυματισμών των οπίσθιων μηριαίων μυών στην ομάδα της ΕΕ ήταν 7,1% σε σύγκριση με το 45,8% στην ομάδα ελέγχου. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι η ΕΕ είναι μια εξαιρετικά αποτελεσματική παρέμβαση για την αποκατάσταση των τραυματισμών αυτών (Petersen et al., 2011).

Τέλος, μία ακόμα πιο πρόσφατη παρόμοια ελεγχόμενη δοκιμή σε Ολλανδικές ομάδες ποδοσφαίρου επιβεβαίωσε το ανωτέρω εύρημα (van der Horst et al., 2015).

Δύο τυχαιοποιημένες μελέτες για την αποτελεσματικότητα της ΕΕ στην πρόληψη του τραυματισμού των οπίσθιων μηριαίων δεν ανέφεραν σημαντική επίδραση στο ρυθμό τραυματισμού (Gabbe et al., 2006, Engebretsen et al., 2008), αν και οι δύο ανέφεραν πολύ χαμηλή συμμόρφωση και συμμετοχή των αθλητών, με το 21% των παικτών να ολοκληρώνει τον ελάχιστο συνιστώμενο αριθμό εκπαιδευτικών συνεδριών, για παράδειγμα, στη μία εκ των δύο μελετών (Gabbe et al., 2006).

Ακόμα, το «L-protocol», ένα πρωτόκολλο ΕΕ που προτάθηκε από τον Askling και τους συνεργάτες του (Askling et al., 2013, Askling et al., 2014), περιλαμβάνει έκκεντρες ασκήσεις αποκατάστασης που φορτώνουν τους οπίσθιους μηριαίους, όταν αυτός βρίσκεται σε μεγάλο μήκος, έχει αναδειχθεί αποτελεσματικότερο στην αποκατάσταση ήδη υπαρχόντων τραυματισμών των οπίσθιων μηριαίων, έναντι του «πρωτοκόλλου C», το οποίο αποτελείται από «συμβατικές» ασκήσεις των οπίσθιων μηριαίων μυών που εκτελούνται σε μικρότερα μήκη με συνδυασμό έκκεντρων και ομόκεντρων φάσεων. Αν εκτελεστεί σωστά, η άσκηση του πρωτοκόλλου L συνεπάγεται μόνο έκκεντρη δράση των εκτινόντων μυών του ισχίου, συμπεριλαμβανομένων των μακριών οπίσθιων μηριαίων μυών. Στις εν λόγω μελέτες που αφορούσαν επαγγελματίες ποδοσφαιριστές (Askling et al., 2013) και ελίτ αθλητές στίβου (Askling et al., 2014), το πρωτόκολλο L οδήγησε σε αμεσότερη επιστροφή στον αθλητισμό (κατά μέσο όρο 23-37 ημέρες) και λιγότερες υποτροπές από το πρωτόκολλο C.

Συνδυαστικά, οι προαναφερθείσες μελέτες παρέχουν ένα σημαντικό επιχείρημα υπέρ των προστατευτικών επιδράσεων των αμιγώς έκκεντρων ή βασισμένων στην έκκεντρη άσκηση πρωτοκόλλων στα προγράμματα πρόληψης και αποκατάστασης πρωτογενών τραυματισμών οπίσθιων μηριαίων, όταν τηρείται σωστά η εφαρμογή τους (Shield and Bourne, 2018).

Ενώ το «δραστικό συστατικό» των προγραμμάτων παρέμβασης που περιλαμβάνουν μια μοναδική άσκηση προσδιορίζεται εύκολα, δεν είναι επί του παρόντος σαφές ποιο είναι το φυσιολογικό γεγονός που επιφέρει τη βελτίωση κατά την εφαρμογή ΕΕ στους οπίσθιους μηριαίους μυς. Οι κυριότερες υποθέσεις περιλαμβάνουν την έκκεντρη ενδυνάμωση, την επιμήκυνση των μυϊκών δεσμίδων ή τις αλλαγές στην έκφραση του κολλαγόνου στις συμφύσεις μυών-τένοντα (Bourne et al., 2017, Jakobsen et al., 2017), ως σημαντικότερες φυσιολογικές μεταβολές που συμβαίνουν κατά την ΕΕ και δύναται να συμβάλλουν στο παρατηρούμενο θετικό αποτέλεσμα. Παρόλα αυτά, το γεγονός αυτό χρήζει σαφέστατα περαιτέρω μελέτης (Shield and Bourne, 2018).

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ -ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Βασιζόμενοι στα όσα αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 4, είναι εύκολο να καταλήξει κανείς στο συμπέρασμα ότι η έκκεντρη άσκηση εμφανίζεται ως ένα πολλά υποσχόμενο μέσο για τη διαχείριση μια κοινών τραυματισμών του κάτω άκρου, τις οποίες καλείται να αντιμετωπίσει ο ειδικός στον τομέα της αποκατάστασης (Lorenz and Reiman, 2011).

Αυτή η υπόσχεση βασίζεται τόσο στη φυσιολογία των μυών και των τενόντων, όσο και στη σχέση αυτών με την απόδοση. Με την πάροδο των ετών συσσωρεύονται ολοένα και περισσότερα αποδεικτικά στοιχεία σχετικά με τον ευεργετικό ρόλο των ποικίλων έκκεντρων ασκήσεων στην πρόληψη και αποκατάσταση διαφόρων παθήσεων όπως η τενοντοπάθεια του αχίλλειου τένοντα (Silbernagel et al., 2001, Ohberg and Alfredson, 2004, Wasielewski and Kotsko, 2007, Rompe et al., 2007, Allison and Purdam, 2009a, Grigg et al., 2012, Murtaugh and Ihm, 2013, Frizziero et al., 2014, Stevens and Tan, 2014, Li and Hua, 2016, Murphy et al., 2018, Farnqvist et al., 2019), την τενοντοπάθεια της επιγονατίδας (Stasinopoulos and Stasinopoulos, 2004, Young et al., 2005, Frohm et al., 2007b, Wasielewski and Kotsko, 2007, Rutland et al., 2010, Saithna et al., 2012, Zhang and Wang, 2013, Frizziero et al., 2014, Drago et al., 2014), την μετεγχειρητική αποκατάσταση μετά την ανάπλαση των πρόσθιων χιαστών συνδέσμων (Gerber et al., 2007b, Lorenz and Reiman, 2011, Espregueira-Mendes et al., 2011, Kruse et al., 2012, Frizziero et al., 2014, Lepley et al., 2015, Lepley et al., 2018), τις θλάσεις προσαγωγών και το βουβωνικό πόνο (Lynch and Renstrom, 1999, Holmich et al., 1999, Nicholas and Tyler, 2002, Engebretsen et al., 2008, Hölmich et al., 2011, Weir et al., 2011, Frizziero et al., 2014, Jensen et al., 2014, Rauseo, 2017, Harøy et al., 2017, Hölmich and Thorborg, 2017, Yousefzadeh et al., 2018, Harøy et al., 2019), καθώς και την πρόληψη και αποκατάσταση των θλάσεων των οπίσθιων μηριαίων μυών (Orchard et al., 1997, Askling et al., 2003, Petersen and Holmich, 2005, Gabbe et al., 2006, Gerber et al., 2007a, Sugiura et al., 2008, Croisier et al., 2008, Arnason et al., 2008, Engebretsen et al., 2008, van der Horst et al., 2015, Ramos et al., 2017, Bourne et al., 2017, Jakobsen et al., 2017, Timmins et al., 2018, Shield and Bourne, 2018).

Ειδικότερα, όπως συνοψίζεται στον Πίνακα 4-1, η εφαρμογή της ΕΕ φαίνεται πλέον αποτελεσματική για την αντιμετώπιση της τενοντοπάθειας του Αχίλλειου Τένοντα. Για την πάθηση αυτή, όχι μόνο η εφαρμογή της ΕΕ φαίνεται στην πλειονότητα των περιπτώσεων να επιφέρει βελτίωση του πόνου (βαθμολογία VAS) και τη λειτουργικότητα του ασθενούς

(βαθμολογία VISA-A – ικανοποίηση ασθενούς), αλλά, μάλιστα, η βελτίωση αυτή αναδεικνύεται σημαντικότερη έναντι παραδοσιακών μεθόδων όπως η ομόκεντρη προπόνηση (Herrington and McCulloch, 2007, Mafi et al., 2001, Silbernagel et al., 2001). Η υπεροχή αυτή της έκκεντρης, έναντι της ομόκεντρης άσκησης είναι μάλιστα πιο προφανής, όσο βαρύτερα είναι τα συμπτώματα, αφού παρατηρείται εντυπωσιακά σε μελέτη σε ασθενείς με επίμονα βαριά συμπτώματα για πάνω από 24 μήνες (Mafi et al., 2001).

Αξίζει να αναφερθεί, ότι στην πλειοψηφία τους, ο συνδυασμός της ΕΕ με επιπρόσθετες μεθόδους δεν παράγει καλύτερο αποτέλεσμα στην αποκατάσταση του ασθενούς. Έτσι, επί παραδείγματι, η εφαρμογή ΕΕ στην Αχίλλεια Τενοντοπάθεια, είναι εξίσου αποτελεσματική μόνη της, όσο και ο συνδυασμός της με μεθόδους όπως η αυτόλογη ένεση αίματος (Bell et al., 2013), οι ενέσεις απροτινίνης (Brown et al., 2006), ο νυχτερινός νάρθηκας (de Jonge et al., 2010, de Vos et al., 2007, Roos et al., 2004) και η εφαρμογή laser χαμηλής έντασης (Tumilty et al., 2012). Αντίθετα, φαίνεται να υπάρχει μια θετική συνεργιστική δράση στην εφαρμογή ΕΕ σε συνδυασμό με ένεση τρινιτρικής γλυκερίνης (Paoloni et al., 2004), γεγονός που χρήζει περαιτέρω διερεύνησης.

Κάτι τέτοιο θα μπορούσε να έχει θετικό αντίκτυπο στην αποκατάσταση, εφόσον με μία μόνο μέθοδο θα μπορούσε κανείς να επιτύχει μέγιστα αποτελέσματα, χωρίς τη χρονοβόρα και κοστοβόρα εφαρμογή πολλαπλών μεθόδων ταυτόχρονα.

Πολλά θετικά αποτελέσματα της εφαρμογής ΕΕ έχουν επίσης αναδειχθεί κατά την αποκατάσταση της τενοντοπάθειας της επιγονατίδας (Πίνακας 4-3), την μετεγχειρητική αποκατάσταση των ACL και την αποκατάσταση των οπίσθιων μηριαίων. Παρόλα αυτά, τα αποτελέσματα σε σχέση με την πιθανή υπεροχή της σε σχέση με άλλες μεθόδους, δεν είναι τόσο ξεκάθαρα. Χαρακτηριστικά, για την τενοντοπάθεια της επιγονατίδας, η ΕΕ φαίνεται να υπερέχει μόνο σε σχέση με την εφαρμογή υπερήχων (Stasinopoulos and Stasinopoulos, 2004) και βελονισμού (Dragoo et al., 2014), ενώ στις περισσότερες περιπτώσεις φαίνεται το ίδιο αποτελεσματική με άλλες μεθόδους (Visnes et al., 2005, Steunebrink et al., 2013, Jonsson and Alfredson, 2005, Frohm et al., 2007b, Cannell et al., 2001, Cunha et al., 2012). Αντίθετα, έχει αναδειχθεί λιγότερο αποτελεσματική, από την προπόνηση βαριάς αντίστασης (Kongsgaard et al., 2009). Τα παραπάνω δεν ακυρώνουν φυσικά την ευεργετική πιθανή δράση της ΕΕ στις παθήσεις αυτές, απλώς υπογραμμίζουν την ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης.

Επιπροσθέτως, ο ακριβής μηχανισμός με τον οποίο δρα η έκκεντρη άσκηση (Shield and Bourne, 2018), καθώς και ο ορθότερος τρόπος εφαρμογής των πρωτοκόλλων της ΕΕ για τη βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων (Harris-Love et al., 2017) χρειάζονται ακόμα διερεύνηση. Για το λόγο αυτό, τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες τυποποίησης των προγραμμάτων έκκεντρης άσκησης, ώστε να καταστεί εφικτή η εφαρμογή τους, με τη μέγιστη δυνατή ασφάλεια και αποτελεσματικότητα (Harris-Love et al., 2017).

Ακόμα, παρότι η εφαρμογή έκκεντρης άσκησης είναι σαφέστατα πλεονεκτική, δε θα πρέπει να ξεχνά κανείς, ότι αποτελεί μόνο ένα συστατικό μιας επιτυχημένης πορείας αποκατάστασης. Ενδεικτικά, η κινητοποίηση μαλακών ιστών, η διαχείριση του πόνου, η τροποποίηση της δραστηριότητας, η εκπαίδευση των ασθενών, η κινησιολογική εκτίμηση και η τροποποίηση των παραγόντων κινδύνου επανεμφάνισης της κάκωσης παίζουν αναπόσπαστο ρόλο στη διαδικασία αποκατάστασης. Η πρόκληση για τον φυσιοθεραπευτή είναι σαφώς να προσδιορίσει επιτυχώς τον ιδανικό χρόνο για να ξεκινήσει την εφαρμογή της έκκεντρης άσκησης, συνδυαστικά με τις ανωτέρω συνιστώσες στη διαδικασία αποκατάστασης, καθώς και να χειριστεί επιτυχώς τις παραμέτρους της έκκεντρης άσκησης (φορτίο, όγκος, ένταση, συχνότητα) ώστε να παρέχει ένα ασφαλές, αλλά προοδευτικό ερέθισμα για την όσο δυνατό συντομότερη και ασφαλέστερη επιστροφή στη λειτουργικότητα (Lorenz and Reiman, 2011).

Η σωστή και εμπειριστατωμένη εκπαίδευση του φυσιοθεραπευτή σε συνδυασμό με τις μελλοντικές έρευνες προβλέπεται να αποτελέσει το κλειδί της επιτυχίας στην ορθή εφαρμογή αυτής της πολλά υποσχόμενης μορφής άσκησης, στην αποτελεσματική αποκατάσταση των κακώσεων του κάτω άκρου.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- AHMED, I. M., LAGOPOULOS, M., MCCONNELL, P., SOAMES, R. W. & SEFTON, G. K. 1998. Blood supply of the Achilles tendon. *J Orthop Res*, 16, 591-6.
- ALFREDSON, H. & LORENTZON, R. 2003. Intratendinous glutamate levels and eccentric training in chronic Achilles tendinosis: a prospective study using microdialysis technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 11, 196-9.
- ALFREDSON, H., PIETILA, T., JONSSON, P. & LORENTZON, R. 1998. Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. *Am J Sports Med*, 26, 360-6.
- ALLISON, G. T. & PURDAM, C. 2009a. Eccentric loading for Achilles tendinopathy--strengthening or stretching? *Br J Sports Med*, 43, 276-9.
- ALLISON, G. T. & PURDAM, C. 2009b. Eccentric loading for Achilles tendinopathy — strengthening or stretching? *British Journal of Sports Medicine*, 43, 276.
- ANDRES, B. M. & MURRELL, G. A. C. 2008. Treatment of tendinopathy: what works, what does not, and what is on the horizon. *Clinical orthopaedics and related research*, 466, 1539-1554.
- ARDERN, C. L., TAYLOR, N. F., FELLER, J. A. & WEBSTER, K. E. 2013. A systematic review of the psychological factors associated with returning to sport following injury. *British Journal of Sports Medicine*, 47, 1120.
- ARMPFIELD, D. R., KIM, D. H.-M., TOWERS, J. D., BRADLEY, J. P. & ROBERTSON, D. D. 2006. Sports-Related Muscle Injury in the Lower Extremity. *Clinics in Sports Medicine*, 25, 803-842.
- ARNASON, A., ANDERSEN, T. E., HOLME, I., ENGBRETSSEN, L. & BAHR, R. 2008. Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scand J Med Sci Sports*, 18, 40-8.
- ASKLING, C., KARLSSON, J. & THORSTENSSON, A. 2003. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 13, 244-250.
- ASKLING, C. M., TENGVAR, M., TARASSOVA, O. & THORSTENSSON, A. 2014. Acute hamstring injuries in Swedish elite sprinters and jumpers: a prospective randomised controlled clinical trial comparing two rehabilitation protocols. *Br J Sports Med*, 48, 532-9.

- ASKLING, C. M., TENGVAR, M. & THORSTENSSON, A. 2013. Acute hamstring injuries in Swedish elite football: a prospective randomised controlled clinical trial comparing two rehabilitation protocols. *British Journal of Sports Medicine*, 47, 953.
- ASTROM, M. & WESTLIN, N. 1994. Blood flow in chronic Achilles tendinopathy. *Clin Orthop Relat Res*, 166-72.
- ATTARIAN, D. E., MCCRACKIN, H. J., DEVITO, D. P., MCELHANEY, J. H. & GARRETT, W. E., JR. 1985. Biomechanical characteristics of human ankle ligaments. *Foot Ankle*, 6, 54-8.
- BAHR, R., FOSSAN, B., LOKEN, S. & ENGEBRETSEN, L. 2006. Surgical treatment compared with eccentric training for patellar tendinopathy (Jumper's Knee). A randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg Am*, 88, 1689-98.
- BANGLMAIER, R. F., ROUHANA, S. W., BEILLAS, P. & YANG, K. H. 2003. Lower extremity injuries in lateral impact: a retrospective study. *Annual proceedings. Association for the Advancement of Automotive Medicine*, 47, 425-444.
- BARNISH, M. S. & BARNISH, J. 2016. High-heeled shoes and musculoskeletal injuries: a narrative systematic review. *BMJ Open*, 6, e010053.
- BELL, K. J., FULCHER, M. L., ROWLANDS, D. S. & KERSE, N. 2013. Impact of autologous blood injections in treatment of mid-portion Achilles tendinopathy: double blind randomised controlled trial. *Bmj*, 346, f2310.
- BEYNNON, B. D., UH, B. S., JOHNSON, R. J., ABATE, J. A., NICHOLS, C. E., FLEMING, B. C., POOLE, A. R. & ROOS, H. 2005. Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, double-blind comparison of programs administered over 2 different time intervals. *Am J Sports Med*, 33, 347-59.
- BLOMGRAN, P., HAMMERMAN, M. & ASPENBERG, P. 2017. Systemic corticosteroids improve tendon healing when given after the early inflammatory phase. *Scientific Reports*, 7, 12468.
- BODEN, B. P., GRIFFIN, L. Y. & GARRETT, W. E., JR. 2000. Etiology and Prevention of Noncontact ACL Injury. *Phys Sportsmed*, 28, 53-60.
- BOURNE, M. N., DUHIG, S. J., TIMMINS, R. G., WILLIAMS, M. D., OPAR, D. A., AL NAJJAR, A., KERR, G. K. & SHIELD, A. J. 2017. Impact of the Nordic hamstring and hip extension exercises on hamstring architecture and morphology: implications for injury prevention. *British Journal of Sports Medicine*, 51, 469.
- BROWN, R., ORCHARD, J., KINCHINGTON, M., HOOPER, A. & NALDER, G. 2006. Aprotinin in the management of Achilles tendinopathy: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med*, 40, 275-9.

- CANNELL, L. J., TAUNTON, J. E., CLEMENT, D. B., SMITH, C. & KHAN, K. M. 2001. A randomised clinical trial of the efficacy of drop squats or leg extension/leg curl exercises to treat clinically diagnosed jumper's knee in athletes: pilot study. *British journal of sports medicine*, 35, 60-64.
- CLARKE, T. E., FREDERICK, E. C. & COOPER, L. B. 1983. Effects of shoe cushioning upon ground reaction forces in running. *Int J Sports Med*, 4, 247-51.
- CLEMENT, D. B., TAUNTON, J. E. & SMART, G. W. 1984. Achilles tendinitis and peritendinitis: etiology and treatment. *Am J Sports Med*, 12, 179-84.
- CROISIER, J. L., GANTEAUME, S., BINET, J., GENTY, M. & FERRET, J. M. 2008. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *Am J Sports Med*, 36, 1469-75.
- CUNHA, R. A. D., DIAS, A. N., SANTOS, M. B. & LOPES, A. D. 2012. Estudo comparativo de dois protocolos de exercícios excêntricos sobre a dor e a função do joelho em atletas com tendinopatia patelar: estudo controlado e aleatorizado. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 18, 167-170.
- DE JONGE, S., DE VOS, R. J., VAN SCHIE, H. T., VERHAAR, J. A., WEIR, A. & TOL, J. L. 2010. One-year follow-up of a randomised controlled trial on added splinting to eccentric exercises in chronic midportion Achilles tendinopathy. *Br J Sports Med*, 44, 673-7.
- DE VOS, R. J., WEIR, A., VISSER, R. J., DE WINTER, T. & TOL, J. L. 2007. The additional value of a night splint to eccentric exercises in chronic midportion Achilles tendinopathy: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med*, 41, e5.
- DISCHINGER, P. C., READ, K. M., KUFERA, J. A., KERNS, T. J., BURCH, C. A., JAWED, N., HO, S. M. & BURGESS, A. R. 2004. Consequences and costs of lower extremity injuries. *Annual proceedings. Association for the Advancement of Automotive Medicine*, 48, 339-353.
- DOHERTY, C., DELAHUNT, E., CAULFIELD, B., HERTEL, J., RYAN, J. & BLEAKLEY, C. 2014. The incidence and prevalence of ankle sprain injury: a systematic review and meta-analysis of prospective epidemiological studies. *Sports Med*, 44, 123-40.
- DRAGOO, J. L., WASTERLAIN, A. S., BRAUN, H. J. & NEAD, K. T. 2014. Platelet-rich plasma as a treatment for patellar tendinopathy: a double-blind, randomized controlled trial. *Am J Sports Med*, 42, 610-8.
- ENGBRETSSEN, A. H., MYKLEBUST, G., HOLME, I., ENGBRETSSEN, L. & BAHR, R. 2008. Prevention of injuries among male soccer players: a prospective, randomized intervention study targeting players with previous injuries or reduced function. *Am J Sports Med*, 36, 1052-60.

- ESPREGUEIRA-MENDES, J., BARBOSA PEREIRA, R. & MONTEIRO, A. 2011. Lower Limb Rehabilitation. In: MARGHERITINI, F. & ROSSI, R. (eds.) *Orthopedic Sports Medicine: Principles and Practice*. Milano: Springer Milan.
- FARNQVIST, K., MALLIARAS, P. & PEARSON, S. 2019. Eccentric Exercise, Tendon Thickness, Pain and Function in Achilles Tendinopathy: A Systematic Review. *J Sport Rehabil*, 1-30.
- FERNANDEZ, W. G., YARD, E. E. & COMSTOCK, R. D. 2007. Epidemiology of Lower Extremity Injuries among U.S. High School Athletes. *Academic Emergency Medicine*, 14, 641-645.
- FOUDA, M. B., THANKAM, F. G., DILISIO, M. F. & AGRAWAL, D. K. 2017. Alterations in tendon microenvironment in response to mechanical load: potential molecular targets for treatment strategies. *Am J Transl Res*, 9, 4341-4360.
- FRIZZIERO, A., FERRARI, R., GIANNOTTI, E., FERRONI, C., POLI, P. & MASIERO, S. 2012. The meniscus tear. State of the art of rehabilitation protocols related to surgical procedures. *Muscles Ligaments Tendons J*, 2, 295-301.
- FRIZZIERO, A., FINI, M., SALAMANNA, F., VEICSTEINAS, A., MAFFULLI, N. & MARINI, M. 2011. Effect of training and sudden detraining on the patellar tendon and its enthesis in rats. *BMC Musculoskelet Disord*, 12, 20.
- FRIZZIERO, A., TRAINITO, S., OLIVA, F., NICOLI ALDINI, N., MASIERO, S. & MAFFULLI, N. 2014. The role of eccentric exercise in sport injuries rehabilitation. *Br Med Bull*, 110, 47-75.
- FRIZZIERO, A., VITTADINI, F., FUSCO, A., GIOMBINI, A., GASPARRE, G. & MASIERO, S. 2015. *Efficacy of eccentric exercise in lower limb tendinopathies in athletes*.
- FROHM, A., HALVORSEN, K. & THORSTENSSON, A. 2007a. Patellar tendon load in different types of eccentric squats. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 22, 704-11.
- FROHM, A., SAARTOK, T., HALVORSEN, K. & RENSTRÖM, P. 2007b. Eccentric treatment for patellar tendinopathy: a prospective randomised short-term pilot study of two rehabilitation protocols. *British Journal of Sports Medicine*, 41, e7.
- GABBE, B. J., BRANSON, R. & BENNELL, K. L. 2006. A pilot randomised controlled trial of eccentric exercise to prevent hamstring injuries in community-level Australian Football. *J Sci Med Sport*, 9, 103-9.
- GERBER, J. P., MARCUS, R. L., DIBBLE, L. E., GREIS, P. E., BURKS, R. T. & LASTAYO, P. C. 2007a. Effects of early progressive eccentric exercise on muscle structure after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Bone Joint Surg Am*, 89, 559-70.

- GERBER, J. P., MARCUS, R. L., DIBBLE, L. E., GREIS, P. E., BURKS, R. T. & LASTAYO, P. C. 2007b. Safety, Feasibility, and Efficacy of Negative Work Exercise Via Eccentric Muscle Activity Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37, 10-18.
- GERBER, J. P., MARCUS, R. L., DIBBLE, L. E., GREIS, P. E., BURKS, R. T. & LASTAYO, P. C. 2009. Effects of Early Progressive Eccentric Exercise on Muscle Size and Function After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A 1-Year Follow-up Study of a Randomized Clinical Trial. *Physical Therapy*, 89, 51-59.
- GRIGG, N. L., WEARING, S. C. & SMEATHERS, J. E. 2012. Achilles tendinopathy has an aberrant strain response to eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 44, 12-7.
- HARØY, J., POPE, D., CLARSEN, B., WIGER, E. G., ØYEN, M. G., SERNER, A., THORBORG, K., HÖLMICH, P., ANDERSEN, T. E. & BAHR, R. 2019. Infographic. The Adductor Strengthening Programme prevents groin problems among male football players. *British Journal of Sports Medicine*, 53, 45.
- HARØY, J., THORBORG, K., SERNER, A., BJØRKHEIM, A., ROLSTAD, L. E., HÖLMICH, P., BAHR, R. & ANDERSEN, T. E. 2017. Including the Copenhagen Adduction Exercise in the FIFA 11+ Provides Missing Eccentric Hip Adduction Strength Effect in Male Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. *The American Journal of Sports Medicine*, 45, 3052-3059.
- HARRIS-LOVE, M. O., SEAMON, B. A., GONZALES, T. I., HERNANDEZ, H. J., PENNINGTON, D. & HOOVER, B. M. 2017. Eccentric Exercise Program Design: A Periodization Model for Rehabilitation Applications. *Frontiers in Physiology*, 8.
- HENRIKSEN, M., AABOE, J., BLIDDAL, H. & LANGBERG, H. 2009. Biomechanical characteristics of the eccentric Achilles tendon exercise. *Journal of Biomechanics*, 42, 2702-2707.
- HERRINGTON, L. & MCCULLOCH, R. 2007. The role of eccentric training in the management of Achilles tendinopathy: A pilot study. *Physical Therapy in Sport*, 8, 191-196.
- HÖLMICH, P., NYVOLD, P. & LARSEN, K. 2011. Continued Significant Effect of Physical Training as Treatment for Overuse Injury: 8- to 12-Year Outcome of a Randomized Clinical Trial. *The American Journal of Sports Medicine*, 39, 2447-2451.
- HÖLMICH, P. & THORBORG, K. 2017. Groin Pain in Athletes: Assessment and Nonsurgical Treatment. In: MCCARTHY, J. C., NOBLE, P. C. & VILLAR, R. N. (eds.) *Hip Joint Restoration: Worldwide Advances in Arthroscopy*,

- Arthroplasty, Osteotomy and Joint Preservation Surgery*. New York, NY: Springer New York.
- HOLMICH, P., UHRSKOU, P., ULNITS, L., KANSTRUP, I. L., NIELSEN, M. B., BJERG, A. M. & KROGSGAARD, K. 1999. Effectiveness of active physical training as treatment for long-standing adductor-related groin pain in athletes: randomised trial. *Lancet*, 353, 439-43.
- HORSTMANN, T., JUD, H. M., FROHLICH, V., MUNDERMANN, A. & GRAU, S. 2013. Whole-body vibration versus eccentric training or a wait-and-see approach for chronic Achilles tendinopathy: a randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther*, 43, 794-803.
- HUNTE, G. & LLOYD-SMITH, R. 2005. Topical glyceryl trinitrate for chronic Achilles tendinopathy. *Clin J Sport Med*, 15, 116-7.
- JAKOBSEN, J. R., MACKEY, A. L., KNUDSEN, A. B., KOCH, M., KJÆR, M. & KROGSGAARD, M. R. 2017. Composition and adaptation of human myotendinous junction and neighboring muscle fibers to heavy resistance training. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27, 1547-1559.
- JANISSE, D. J. & JANISSE, E. 2008. Shoe modification and the use of orthoses in the treatment of foot and ankle pathology. *J Am Acad Orthop Surg*, 16, 152-8.
- JAYASEELAN, D. J., MOATS, N. & RICARDO, C. R. 2013. Rehabilitation of Proximal Hamstring Tendinopathy Utilizing Eccentric Training, Lumbopelvic Stabilization, and Trigger Point Dry Needling: 2 Case Reports. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 44, 198-205.
- JENSEN, J., HOLMICH, P., BANDHOLM, T., ZEBIS, M. K., ANDERSEN, L. L. & THORBORG, K. 2014. Eccentric strengthening effect of hip-adductor training with elastic bands in soccer players: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med*, 48, 332-8.
- JONSSON, P. & ALFREDSON, H. 2005. Superior results with eccentric compared to concentric quadriceps training in patients with jumper's knee: a prospective randomised study. *Br J Sports Med*, 39, 847-50.
- KAPANDJI, A. 1971. The physiology of the joints, vol. 2: Lower Limb., Paris. Second edition. 11 × 8½ in. Pp. 219. Illustrated. 1970. Edinburgh and London: E. & S. Livingstone Ltd. . *BJS*, 58, 403-403.
- KIM, G. K. 2010. The Risk of Fluoroquinolone-induced Tendinopathy and Tendon Rupture: What Does The Clinician Need To Know? *The Journal of clinical and aesthetic dermatology*, 3, 49-54.
- KNOBLOCH, K., SCHREIBMUELLER, L., LONGO, U. G. & VOGT, P. M. 2008. Eccentric exercises for the management of tendinopathy of the main body of the

- Achilles tendon with or without the AirHeel Brace. A randomized controlled trial. A: effects on pain and microcirculation. *Disabil Rehabil*, 30, 1685-91.
- KONGSGAARD, M., KOVANEN, V., AAGAARD, P., DOESSING, S., HANSEN, P., LAURSEN, A. H., KALDAU, N. C., KJAER, M. & MAGNUSSON, S. P. 2009. Corticosteroid injections, eccentric decline squat training and heavy slow resistance training in patellar tendinopathy. *Scand J Med Sci Sports*, 19, 790-802.
- KRUSE, L. M., GRAY, B. & WRIGHT, R. W. 2012. Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 94, 1737-1748.
- KUPPA, S., WANG, J, HAFFNER, M, EPPINGER, R. 2001. Lower Extremity Injuries and Associated Injury Criteria. *Washington, DC, USA: National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA)*, Paper No. 457.
- LANDRY, S. C., NIGG, B. M. & TECANTE, K. E. 2010. Standing in an unstable shoe increases postural sway and muscle activity of selected smaller extrinsic foot muscles. *Gait & Posture*, 32, 215-219.
- LANGBERG, H., ELLINGSGAARD, H., MADSEN, T., JANSSON, J., MAGNUSSON, S. P., AAGAARD, P. & KJÆR, M. 2007. Eccentric rehabilitation exercise increases peritendinous type I collagen synthesis in humans with Achilles tendinosis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 17, 61-66.
- LASTAYO, P., MARCUS, R., DIBBLE, L., FRAJACOMO, F. & LINDSTEDT, S. 2013. *Eccentric Exercise in Rehabilitation: Safety, Feasibility and Application*.
- LEDDY, M. H., LAMBERT, M. J. & OGLES, B. M. 1994. Psychological Consequences of Athletic Injury among High-Level Competitors. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65, 347-354.
- LEPLEY, L. K., GROOMS, D. R., BURLAND, J. P., DAVI, S. M., MOSHER, J. L., CORMIER, M. L. & LEPLEY, A. S. 2018. Eccentric cross-exercise after anterior cruciate ligament reconstruction: Novel case series to enhance neuroplasticity. *Physical Therapy in Sport*, 34, 55-65.
- LEPLEY, L. K. & PALMIERI-SMITH, R. M. 2014. Cross-Education Strength and Activation After Eccentric Exercise. *Journal of Athletic Training*, 49, 582-589.
- LEPLEY, L. K., WOJTYS, E. M. & PALMIERI-SMITH, R. M. 2015. Combination of eccentric exercise and neuromuscular electrical stimulation to improve quadriceps function post-ACL reconstruction. *The Knee*, 22, 270-277.
- LEWIS, T. & COOK, J. 2014. Fluoroquinolones and tendinopathy: a guide for athletes and sports clinicians and a systematic review of the literature. *Journal of athletic training*, 49, 422-427.

- LI, H.-Y. & HUA, Y.-H. 2016. Achilles Tendinopathy: Current Concepts about the Basic Science and Clinical Treatments. *BioMed research international*, 2016, 6492597-6492597.
- LIAN, O. B., ENGBRETSSEN, L. & BAHR, R. 2005. Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: a cross-sectional study. *Am J Sports Med*, 33, 561-7.
- LOPEZ, R. G. L. & JUNG, H.-G. 2015. Achilles tendinosis: treatment options. *Clinics in orthopedic surgery*, 7, 1-7.
- LORENZ, D. & REIMAN, M. 2011. The role and implementation of eccentric training in athletic rehabilitation: tendinopathy, hamstring strains, and acl reconstruction. *International journal of sports physical therapy*, 6, 27-44.
- LOWE, W. & CHAITOW, L. 2009a. Chapter 6 - Foot, ankle, and lower leg. In: LOWE, W. & CHAITOW, L. (eds.) *Orthopedic Massage (Second Edition)*. Edinburgh: Mosby.
- LOWE, W. & CHAITOW, L. 2009b. Chapter 7 - Knee and thigh. In: LOWE, W. & CHAITOW, L. (eds.) *Orthopedic Massage (Second Edition)*. Edinburgh: Mosby.
- LYNCH, S. A. & RENSTROM, P. A. 1999. Groin injuries in sport: treatment strategies. *Sports Med*, 28, 137-44.
- MACERA, C. A., PATE, R. R., POWELL, K. E., JACKSON, K. L., KENDRICK, J. S. & CRAVEN, T. E. 1989. Predicting Lower-Extremity Injuries Among Habitual Runners. *JAMA Internal Medicine*, 149, 2565-2568.
- MAFFULLI, N., LONGO, U. G., LOPPINI, M. & DENARO, V. 2010. Current treatment options for tendinopathy. *Expert Opin Pharmacother*, 11, 2177-86.
- MAFI, N., LORENTZON, R. & ALFREDSON, H. 2001. Superior short-term results with eccentric calf muscle training compared to concentric training in a randomized prospective multicenter study on patients with chronic Achilles tendinosis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 9, 42-7.
- MAYER, F., HIRSCHMULLER, A., MULLER, S., SCHUBERTH, M. & BAUR, H. 2007. Effects of short-term treatment strategies over 4 weeks in Achilles tendinopathy. *Br J Sports Med*, 41, e6.
- MEYER, A., TUMILTY, S. & BAXTER, G. D. 2009. Eccentric exercise protocols for chronic non-insertional Achilles tendinopathy: how much is enough? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 19, 609-615.
- MORGAN, E. A. & WROBLE, R. R. 1997. Diagnosing posterior cruciate ligament injuries. *Phys Sportsmed*, 25, 29-37.

- 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, 58.
- MURTAUGH, B. & IHM, J. M. 2013. Eccentric training for the treatment of tendinopathies. *Curr Sports Med Rep*, 12, 175-82.
- NICHOLAS, S. J. & TYLER, T. F. 2002. Adductor muscle strains in sport. *Sports Med*, 32, 339-44.
- NISKANEN, R. O., PAAVILAINEN, P. J., JAAKKOLA, M. & KORKALA, O. L. 2001. Poor correlation of clinical signs with patellar cartilaginous changes. *Arthroscopy*, 17, 307-310.
- NORREGAARD, J., LARSEN, C. C., BIELER, T. & LANGBERG, H. 2007. Eccentric exercise in treatment of Achilles tendinopathy. *Scand J Med Sci Sports*, 17, 133-8.
- OHBERG, L. & ALFREDSON, H. 2004. Effects on neovascularisation behind the good results with eccentric training in chronic mid-portion Achilles tendinosis? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 12, 465-70.
- ORCHARD, J., MARSDEN, J., LORD, S. & GARLICK, D. 1997. Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. *Am J Sports Med*, 25, 81-5.
- ORCHARD, J. W., SEWARD, H. & ORCHARD, J. J. 2013. Results of 2 decades of injury surveillance and public release of data in the Australian Football League. *Am J Sports Med*, 41, 734-41.
- PAOLONI, J. A., APPLEYARD, R. C., NELSON, J. & MURRELL, G. A. 2004. Topical glyceryl trinitrate treatment of chronic noninsertional achilles tendinopathy. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Bone Joint Surg Am*, 86, 916-22.
- PAROLIE, J. M. & BERGFELD, J. A. 1986. Long-term results of nonoperative treatment of isolated posterior cruciate ligament injuries in the athlete. *Am J Sports Med*, 14, 35-8.
- PETERSEN, J. & HOLMICH, P. 2005. Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. *Br J Sports Med*, 39, 319-23.
- PETERSEN, J., THORBORG, K., NIELSEN, M. B., BUDTZ-JORGENSEN, E. & HOLMICH, P. 2011. Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. *Am J Sports Med*, 39, 2296-303.

- PETERSEN, W., WELP, R. & ROSENBAUM, D. 2007. Chronic Achilles tendinopathy: a prospective randomized study comparing the therapeutic effect of eccentric training, the AirHeel brace, and a combination of both. *Am J Sports Med*, 35, 1659-67.
- PUTUKIAN, M. 2016. The psychological response to injury in student athletes: a narrative review with a focus on mental health. *British Journal of Sports Medicine*, 50, 145.
- RAMOS, G. A., ARLIANI, G. G., ASTUR, D. C., POCHINI, A. D. C., EJNISMAN, B. & COHEN, M. 2017. Rehabilitation of hamstring muscle injuries: a literature review. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 52, 11-16.
- RAUSEO, C. 2017. THE REHABILITATION OF A RUNNER WITH ILIOPSOAS TENDINOPATHY USING AN ECCENTRIC-BIASED EXERCISE-A CASE REPORT. *International journal of sports physical therapy*, 12, 1150-1162.
- READ, K. M., KUFERA, J. A., DISCHINGER, P. C., KERNS, T. J., HO, S. M., BURGESS, A. R. & BURCH, C. A. 2004. Life-Altering Outcomes after Lower Extremity Injury Sustained in Motor Vehicle Crashes. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 57, 815-823.
- RETHNAM, U. & MAKWANA, N. 2011. Are old running shoes detrimental to your feet? A pedobarographic study. *BMC Research Notes*, 4, 307.
- ROMPE, J. D., FURIA, J. & MAFFULLI, N. 2008. Eccentric loading compared with shock wave treatment for chronic insertional achilles tendinopathy. A randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg Am*, 90, 52-61.
- ROMPE, J. D., FURIA, J. & MAFFULLI, N. 2009. Eccentric loading versus eccentric loading plus shock-wave treatment for midportion achilles tendinopathy: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med*, 37, 463-70.
- ROMPE, J. D., NAFE, B., FURIA, J. P. & MAFFULLI, N. 2007. Eccentric loading, shock-wave treatment, or a wait-and-see policy for tendinopathy of the main body of tendo Achillis: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med*, 35, 374-83.
- ROOS, E. M., ENGSTROM, M., LAGERQUIST, A. & SODERBERG, B. 2004. Clinical improvement after 6 weeks of eccentric exercise in patients with mid-portion Achilles tendinopathy -- a randomized trial with 1-year follow-up. *Scand J Med Sci Sports*, 14, 286-95.
- ROWE, V., HEMMINGS, S., BARTON, C., MALLIARAS, P., MAFFULLI, N. & MORRISSEY, D. 2012. Conservative management of midportion Achilles tendinopathy: a mixed methods study, integrating systematic review and clinical reasoning. *Sports Med*, 42, 941-67.

- RUTLAND, M., O'CONNELL, D., BRISMÉE, J.-M., SIZER, P., APTE, G. & O'CONNELL, J. 2010. Evidence-supported rehabilitation of patellar tendinopathy. *North American journal of sports physical therapy : NAJSPT*, 5, 166-178.
- SAITHNA, A., GOGNA, R., BARAZA, N., MODI, C. & SPENCER, S. 2012. Eccentric Exercise Protocols for Patella Tendinopathy: Should we Really be Withdrawing Athletes from Sport? A Systematic Review. *The open orthopaedics journal*, 6, 553-557.
- SCHMITT, B., TIM, T. & MCHUGH, M. 2012. Hamstring injury rehabilitation and prevention of reinjury using lengthened state eccentric training: a new concept. *International journal of sports physical therapy*, 7, 333-341.
- SEAGRAVE, R. A., 3RD, PEREZ, L., MCQUEENEY, S., TOBY, E. B., KEY, V. & NELSON, J. D. 2014. Preventive Effects of Eccentric Training on Acute Hamstring Muscle Injury in Professional Baseball. *Orthop J Sports Med*, 2, 2325967114535351.
- SHARMA, P. & MAFFULLI, N. 2006. Biology of tendon injury: healing, modeling and remodeling. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 6, 181-90.
- SHIELD, A. J. & BOURNE, M. N. 2018. Hamstring Injury Prevention Practices in Elite Sport: Evidence for Eccentric Strength vs. Lumbo-Pelvic Training. *Sports Medicine*, 48, 513-524.
- SHRIER, I., MATHESON, G. O. & KOHL, H. W., 3RD 1996. Achilles tendonitis: are corticosteroid injections useful or harmful? *Clin J Sport Med*, 6, 245-50.
- SHUER, M. L. & DIETRICH, M. S. 1997. Psychological effects of chronic injury in elite athletes. *The Western journal of medicine*, 166, 104-109.
- SILBERNAGEL, K. G., THOMEE, R., THOMEE, P. & KARLSSON, J. 2001. Eccentric overload training for patients with chronic Achilles tendon pain--a randomised controlled study with reliability testing of the evaluation methods. *Scand J Med Sci Sports*, 11, 197-206.
- SKJONG, C. C., MEININGER, A. K. & HO, S. S. 2012. Tendinopathy treatment: where is the evidence? *Clin Sports Med*, 31, 329-50.
- SPEED, C. A. 2001. Fortnightly review: Corticosteroid injections in tendon lesions. *BMJ (Clinical research ed.)*, 323, 382-386.
- STASINOPOULOS, D. & STASINOPOULOS, I. 2004. Comparison of effects of exercise programme, pulsed ultrasound and transverse friction in the treatment of chronic patellar tendinopathy. *Clin Rehabil*, 18, 347-52.

- STEUNEBRINK, M., ZWERVER, J., BRANDSEMA, R., GROENENBOOM, P., VAN DEN AKKER-SCHEEK, I. & WEIR, A. 2013. Topical glyceryl trinitrate treatment of chronic patellar tendinopathy: a randomised, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Br J Sports Med*, 47, 34-9.
- STEVENS, M. & TAN, C. W. 2014. Effectiveness of the Alfredson protocol compared with a lower repetition-volume protocol for midportion Achilles tendinopathy: a randomized controlled trial. *J Orthop Sports Phys Ther*, 44, 59-67.
- SUGIURA, Y., SAITO, T., SAKURABA, K., SAKUMA, K. & SUZUKI, E. 2008. Strength deficits identified with concentric action of the hip extensors and eccentric action of the hamstrings predispose to hamstring injury in elite sprinters. *J Orthop Sports Phys Ther*, 38, 457-64.
- SULLIVAN, K., MCAULIFFE, S. & DEBURCA, N. 2012. The effects of eccentric training on lower limb flexibility: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 46, 838.
- THOMEE, R., AUGUSTSSON, J. & KARLSSON, J. 1999. Patellofemoral pain syndrome: a review of current issues. *Sports Med*, 28, 245-62.
- TIMMINS, R., FILOPOULOS, D., RUDDY, J., MANIAR, N., HICKEY, J., GIANNAKIS, J., NGUYEN, V. & OPAR, D. 2018. Eccentric hamstring training in elite AFL athletes promotes improvements in lower limb strength. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21, S35.
- TORSTENSEN, E. T., BRAY, R. & PRESTON WILEY, J. 1994. *Patellar Tendinitis: A Review of Current Concepts and Treatment*.
- TUMILTY, S., MCDONOUGH, S., HURLEY, D. A. & BAXTER, G. D. 2012. Clinical effectiveness of low-level laser therapy as an adjunct to eccentric exercise for the treatment of Achilles' tendinopathy: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 93, 733-9.
- TYLER, T. F., NICHOLAS, S. J., CAMPBELL, R. J. & MCHUGH, M. P. 2001. The association of hip strength and flexibility with the incidence of adductor muscle strains in professional ice hockey players. *Am J Sports Med*, 29, 124-8.
- TYLER, T. F., SCHMITT, B. M., NICHOLAS, S. J. & MCHUGH, M. P. 2016. Rehabilitation After Hamstring-Strain Injury Emphasizing Eccentric Strengthening at Long Muscle Lengths: Results of Long-Term Follow-Up. *Journal of Sport Rehabilitation*, 26, 131-140.
- VAN DER HORST, N., SMITS, D. W., PETERSEN, J., GOEDHART, E. A. & BACKX, F. J. 2015. The preventive effect of the nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med*, 43, 1316-23.

- VISNES, H. & BAHR, R. 2007. The evolution of eccentric training as treatment for patellar tendinopathy (jumper's knee): a critical review of exercise programmes. *Br J Sports Med*, 41, 217-23.
- VISNES, H., HOKSRUD, A., COOK, J. & BAHR, R. 2005. No effect of eccentric training on jumper's knee in volleyball players during the competitive season: a randomized clinical trial. *Clin J Sport Med*, 15, 227-34.
- WALKER, N., THATCHER, J. & LAVALLEE, D. 2007. Review: Psychological responses to injury in competitive sport: a critical review. *Journal of the Royal Society for the Promotion of Health*, 127, 174-180.
- WARDEN, S. J., METCALF, B. R., KISS, Z. S., COOK, J. L., PURDAM, C. R., BENNELL, K. L. & CROSSLEY, K. M. 2008. Low-intensity pulsed ultrasound for chronic patellar tendinopathy: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Rheumatology (Oxford)*, 47, 467-71.
- WASIELEWSKI, N. J. & KOTSKO, K. M. 2007. Does eccentric exercise reduce pain and improve strength in physically active adults with symptomatic lower extremity tendinosis? A systematic review. *Journal of athletic training*, 42, 409-421.
- WEIR, A., JANSEN, J. A., VAN DE PORT, I. G., VAN DE SANDE, H. B., TOL, J. L. & BACKX, F. J. 2011. Manual or exercise therapy for long-standing adductor-related groin pain: a randomised controlled clinical trial. *Man Ther*, 16, 148-54.
- WILLIAMS, G. N., SNYDER-MACKLER, L., BARRANCE, P. J., AXE, M. J. & BUCHANAN, T. S. 2004. Muscle and tendon morphology after reconstruction of the anterior cruciate ligament with autologous semitendinosus-gracilis graft. *J Bone Joint Surg Am*, 86-a, 1936-46.
- WONG, P. & HONG, Y. 2005. Soccer injury in the lower extremities. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 473.
- YELLAND, M. J., SWEETING, K. R., LYFTOGT, J. A., NG, S. K., SCUFFHAM, P. A. & EVANS, K. A. 2011. Prolotherapy injections and eccentric loading exercises for painful Achilles tendinosis: a randomised trial. *Br J Sports Med*, 45, 421-8.
- YEUNG, S. S. & YEUNG, E. W. 2008. Shift of Peak Torque Angle After Eccentric Exercise. *Int J Sports Med*, 29, 251-256.
- YOUNG, M. A., COOK, J. L., PURDAM, C. R., KISS, Z. S. & ALFREDSON, H. 2005. Eccentric decline squat protocol offers superior results at 12 months compared with traditional eccentric protocol for patellar tendinopathy in volleyball players. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 102.
- YOUSEFZADEH, A., SHADMEHR, A., OLYAEI, G. R., NASERI, N. & KHAZAEIPOUR, Z. 2018. Effect of Holmich protocol exercise therapy on long-

- standing adductor-related groin pain in athletes: an objective evaluation. *BMJ open sport & exercise medicine*, 4, e000343-e000343.
- YU, J., PARK, D. & LEE, G. 2013. Effect of eccentric strengthening on pain, muscle strength, endurance, and functional fitness factors in male patients with achilles tendinopathy. *Am J Phys Med Rehabil*, 92, 68-76.
- ZHANG, B. M., ZHONG, L. W., XU, S. W., JIANG, H. R. & SHEN, J. 2013. Acupuncture for chronic Achilles tendnopathy: a randomized controlled study. *Chin J Integr Med*, 19, 900-4.
- ZHANG, J. & WANG, J. H. C. 2013. The Effects of Mechanical Loading on Tendons - An In Vivo and In Vitro Model Study. *PLOS ONE*, 8, e71740.