



ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Χρήση υπερήχου σε διάστρεμμα ποδοκνημικής

ΜΑΡΙΝΑΚΗΣ ΜΑΡΙΝΟΣ Α.Μ.2499

ΜΠΙΜΠΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ Α.Μ.2530

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΑΙΓΙΟ - 2022

USE OF ULTRASOUND IN ANKLE SPRAIN

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με τη διεκπεραίωση της πτυχιακής μας εργασίας, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους ανθρώπους που συνέβαλαν στην ολοκλήρωσή της.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον εποπτεύων καθηγητή κ. Κουτσογιάννη Κωνσταντίνο για την καθοδήγηση και τις συμβουλές που μας προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας.

Ακόμα, θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας στις οικογένειες και στους φίλους μας για την υποστήριξη που μας προσέφεραν καθ' όλη την περίοδο των φοιτητικών μας χρόνων.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Το διάστρεμμα συνιστά ένα πολύ διαδεδομένο μυοσκελετικό πρόβλημα, τόσο ανάμεσα στον αθλητικό όσο και στον απλό πληθυσμό κάθε χώρας. Η αντιμετώπισή του ποικίλει και είναι είτε συντηρητική είτε χειρουργική ανάλογα με τη σοβαρότητα και το είδος του κάθε περιστατικού. Εδώ εντάσσεται και η χρήση του υπερήχου, ενός φυσικού μέσου του οποίου τα θεραπευτικά αποτελέσματα τον καθιστούν σημαντικό στην αποθεραπεία.

Σκοπός: Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η συγκέντρωση άρθρων και ερευνών έτσι ώστε να αναδειχθεί η συνεισφορά του θεραπευτικού υπερήχου στην αποκατάσταση ενός διαστρέμματος.

Μέθοδος: Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας αναζητήθηκαν άρθρα κυρίως της τελευταίας δεκαετίας γραμμένα και δημοσιευμένα είτε στην ελληνική είτε στην αγγλική γλώσσα. Αυτά βρίσκονταν κυρίως σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων (PubMed) και στα βιβλία που μας δόθηκαν από το προπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών.

Λέξεις κλειδιά: Υπέρηχος, Διάστρεμμα ποδοκνημικής, Πλεονεκτήματα υπερήχου, Αποτελέσματα υπερήχου, Συμπτώματα διαστρέμματος.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Makuloluwe et al., 1977	32
Πίνακας 2: Nyanzi et al., 1999	33
Πίνακας 3: Oakland et al., 1993	35
Πίνακας 4: Van Lelieveld, 1979	36
Πίνακας 5: Williamson et al., 1986	37
Πίνακας 6: Zammit et al., 2005	40

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Οστά ποδοκνημικής και υπαστραγαλικής άρθρωσης από https://www.patrasortho.gr/	3
Εικόνα 2: Σύνδεσμοι ποδοκνημικής από έξω και έσω όψη από https://www.patrasortho.gr/ . 4	4

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	iii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	v
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	v
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΔΙΑΣΤΡΕΜΜΑ.....	3
1.1 Ορισμός διαστρέμματος	3
1.2 Ανατομία της ποδοκνημικής άρθρωσης	3
1.3 Κινήσεις της ποδοκνημικής.....	5
1.4 Παθομηχανική και μηχανισμός κάκωσης.....	5
1.5 Ταξινόμηση	7
1.6 Κλινική εικόνα	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΑΣΤΡΕΜΜΑΤΟΣ.....	8
2.1 Βασικές αρχές της αξιολόγησης.....	8
2.2 Φυσικοθεραπευτική αξιολόγηση διαστρέμματος.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ.....	13
3.1 Φυσικοθεραπευτική αντιμετώπιση διαστρέμματος ποδοκνημικής σε οξύ στάδιο	13
3.2 Φυσικοθεραπευτική αντιμετώπιση διαστρέμματος ποδοκνημικής σε υποξύ στάδιο	14
3.2.1 Α' υποξεία φάση.....	14
3.2.2 Β' υποξεία φάση.....	15
3.3 Φυσικοθεραπευτική αντιμετώπιση διαστρέμματος ποδοκνημικής στο στάδιο ωρίμανσης	16
ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΟΥ ΥΠΕΡΗΧΟΥ	20
5.1 Εισαγωγή στον υπέρηχο	20
5.2 Τρόπος μετάδοσης υπερήχου	21
5.3 Διείσδυση και απορρόφηση της ενέργειας των υπερήχων	22
5.4 Επιδράσεις των υπερήχων	23
5.5 Δοσολογία του υπερήχου	28
5.6 Αντενδείξεις και προφυλάξεις.....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΥΠΕΡΗΧΟΣ ΣΕ ΔΙΑΣΤΡΕΜΜΑ ΠΟΔΟΚΝΗΜΙΚΗΣ.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	43

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... 45

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα διαστρέμματα της ποδοκνημικής άρθρωσης είναι από τις συχνότερες κακώσεις του μυοσκελετικού συστήματος. Χαρακτηρίζονται ως επί το πλείστον από υπέρμετρη ανάσπαση είτε έσω είτε έξω χείλους της ποδοκνημικής και επηρεάζουν κυρίως συνδέσμους και λιγότερο μύες και οστά (Neumann, 2016). Ανάλογα με το μηχανισμό κάκωσης και την εντόπισή τους ταξινομούνται σε διαστρέμματα υπτιασμού, πρηγισμού και συνδέσμωσης.

Το διάστρεμμα υπτιασμού επηρεάζει τους έξω σύνδεσμούς της ποδοκνημικής και προκαλείται μετά από υπτιασμό, πελματιαία κάμψη και έσω στροφή της άρθρωσης. Ο πρόσθιος αστραγαλοπερονιαίος είναι ο ασθενέστερος από τους 3 εξωτερικούς συνδέσμους και είναι υπεύθυνος για την προστασία από το πρόσθιο υπερξάρθρημα αστραγάλου (Hoogenboom et al., 2016).

Το διάστρεμμα πρηγισμού παρουσιάζεται σπανιότερα, σε σχέση με το διάστρεμμα υπτιασμού και αυτό οφείλεται στο έξω σφυρό οστό, το οποίο εντείνεται πιο περιφερικά από το έσω. Έτσι σε συνδυασμό με την ισχύ του παχέος δελτοειδούς συνδέσμου, προλαμβάνει τον υπέρμετρο πρηγισμό. Επηρεάζει τους συνδέσμους της έσω πλευράς της ποδοκνημικής και ο χρόνος επούλωσής του είναι μεγαλύτερος από το χρόνο επούλωσης ενός διαστρέμματος υπτιασμού (Hoogenboom et al., 2016).

Τέλος έχουμε το διάστρεμμα συνδέσμωσης το οποίο πλήττει την άπω κνημοπερονιαία άρθρωση. Προκαλείται μετά από αύξηση της έξω στροφής, ή με βίαη ραχιαία κάμψη. Η επούλωσή του απαιτεί μήνες, λόγω και της μεγάλης περιόδου ακινητοποίησης που το χαρακτηρίζει.

Έχει υπολογιστεί ότι κάθε χρόνο ανά 10.000 άτομα συμβαίνουν 61 διαστρέμματα (Maffulli and Ferran, 2008). Η ηλικιακή ομάδα 10-19 ετών είναι αυτή που σχετίζεται με τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης διαστρεμμάτων, λόγω αθλητικών δραστηριοτήτων. Επίσης σε μια μελέτη 202 κορυφαίων αθλητών του στίβου με διάστρεμμα υπτιασμού, (Maliaropoulos et al., 2009) διαπιστώθηκε ότι το 18% αυτών, υπέστη και δεύτερο διάστρεμμα εντός 24 μηνών (Brotzman and Manske, 2015). Τέλος σύμφωνα με έρευνες, περισσότερο από το 90% των συνδεσμικών κακώσεων της ποδοκνημικής, προσβάλλει την εξωτερική πλευρά της (Solomon et al., 2010).

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΔΙΑΣΤΡΕΜΜΑ

1.1 Ορισμός διαστρέμματος

Τα διαστρέμματα της ποδοκνημικής αποτελούν τη συχνότερη αθλητική κάκωση. Το διάστρεμμα είναι η τραυματική διάταση ή ρήξη διαφόρων συνδέσμων μιας άρθρωσης. Είναι ο πιο συχνός τραυματισμός της ποδοκνημικής καθώς συμβαίνει περίπου σε έναν στους 10.000 ημερησίως. Το διάστρεμμα του αστραγάλου είναι ένας τραυματισμός του συμπλέγματος των πλευρικών συνδέσμων της άρθρωσης του αστραγάλου (Chen et al., 2019).

1.2 Ανατομία της ποδοκνημικής άρθρωσης

Οι **αρθρικές επιφάνειες** της ποδοκνημικής διάρθρωσης σχηματίζονται από την περονοκνημική γλήνη και από την τροχιλία του αστραγάλου, μαζί με την έσω και την έξω σφυρίτιδα επιφάνεια. Η κνήμη και η περόνη σχηματίζουν σε αυτή την διάρθρωση ένα δίκρανο μέσα στο οποίο ολισθαίνει ο αστράγαλος. Η περονοκνημική γλήνη σχηματίζεται προς τα άνω από την κάτω επιφάνεια της κνήμης προς τα έσω από το έσω σφυρό και προς τα έξω από το έξω σφυρό. Η αρθρική επιφάνεια του έξω σφυρού εκτείνεται πιο κάτω από αυτήν του έσω σφυρού. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η ποδοκνημική είναι η άρθρωση μεταξύ του περιφερικού τμήματος της κνήμης, του περιφερικού άκρου της περόνης και της τροχιλίας του αστραγάλου που περικλείεται από τα δύο πλώτα (Platzer et al., 2011).



Εικόνα 1: Οστά ποδοκνημικής και υπαστραγαλικής άρθρωσης από <https://www.patrasortho.gr/>.

Οι παραπάνω δομές συγκρατούνται μεταξύ τους από μία σειρά **συνδέσμων**, που προστατεύουν την άρθρωση από ανώμαλες κινήσεις και τραυματισμούς. Στην περνιαία (εξωτερική) επιφάνεια βρίσκεται ο **έξω πλάγιος σύνδεσμος** που χωρίζεται σε τρεις δεσμίδες που εκφύονται από το κάτω άκρο της περόνης. Η πρώτη δεσμίδα αποτελεί τον πρόσθιο αστραγαλοπερνιαίο σύνδεσμο, ο οποίος χαλαρώνει στη ραχιαία κάμψη και διατείνεται στην αυξανόμενη πελματιαία κάμψη. Έπειτα, η δεύτερη δεσμίδα αποτελείται από τον οπίσθιο αστραγαλοπερνιαίο, που διατείνεται κυρίως στη ραχιαία κάμψη και ο τρίτος σύνδεσμος είναι ο περνοπερνιαίος, ο οποίος είναι υπεύθυνος για την αρμονική κίνηση αστραγάλου και πτέρνας και εμποδίζει τον υπτιασμό. Στην κνημιαία (εσωτερική) πλευρά βρίσκεται ο **έσω πλάγιος** ή **δελτοειδής σύνδεσμος**. Αυτός αποτελείται από τέσσερις δεσμίδες: τον οπίσθιο κνημαστραγαλικό, τον πρόσθιο κνημαστραγαλικό, τον κνημοπερνιακό και τον κνημοσκαφοειδή σύνδεσμο. Με τους πλάγιους αυτούς συνδέσμους συγκρατείται σταθερά η τροχίλια του αστραγάλου στην περνοκνημική γλήνη.



Εικόνα 2: Σύνδεσμοι ποδοκνημικής από έξω και έσω όψη από <https://www.patrasortho.gr/>.

Οι **μύες** που βρίσκονται στην περιοχή και πλαισιώνουν την ποδοκνημική είναι ο γαστροκνήμιος που μαζί με τον υποκνημίδιο και τον μακρό πελματικό σχηματίζουν τον τρικέφαλο μυ της γαστροκνημίας. Αυτός με τη σειρά του ανήκει στην επιπολής στιβάδα των καμπτήρων μυών. Στη συνέχεια, στην εν τω βάθει στιβάδα των καμπτήρων περιλαμβάνονται ο μακρός καμπτήρας των δακτύλων, ο οπίσθιος

κνημιαίος και ο μακρός καμπτήρας του μεγάλου δακτύλου, οι οποίοι βρίσκονται στο οπίσθιο μέρος κνήμης. Στην πρόσθια επιφάνεια της κνήμης ανήκουν ο πρόσθιος κνημιαίος και ο μακρός εκτείνων τον μεγάλο δάκτυλο (Ray, 2016).

1.3 Κινήσεις της ποδοκνημικής

Στην ποδοκνημική διάρθρωση γίνονται κινήσεις πελματιαίας και ραχιαίας κάμψης (έκτασης του ποδιού). Στην πελματιαία κάμψη, καθώς η τροχιλία του αστραγάλου είναι στενότερη προς τα πίσω και αφήνει περισσότερη ελεύθερη κίνηση στην άρθρωση, είναι δυνατή και η πλάγια κίνηση. Η ποδοκνημική διάρθρωση είναι μία γίγγλυμη διάρθρωση με τον εγκάρσιο άξονά της να αρχίζει ακριβώς κάτω από την κάτω κορφή του έσω σφυρού και να διέρχεται διαμέσου της παχύτερης μοίρας του έξω σφυρού. Το εύρος της κίνησης μεταξύ της μέγιστης ραχιαίας κάμψης και της μέγιστης πελματιαίας κάμψης είναι μέχρι 70°. Το μέγιστο εύρος πελματιαίας κάμψης είναι 45° και εκείνο της ραχιαίας κάμψης είναι περίπου 20° (Brotzman and Manske, 2015).

1.4 Παθομηχανική και μηχανισμός κάκωσης

Η ποδοκνημική άρθρωση είναι υπεύθυνη για τη σύνδεση της κνήμης με την περόνη και τον αστράγαλο. Ο πρόσθιος αστραγαλοπερονιαίος (ΠΑΠΣ), ο οπίσθιος αστραγαλοπερονιαίος (ΟΑΠΣ) και ο περνοπερονιαίος (ΠΠΣ) σύνδεσμος παρέχουν στατική στήριξη στην άρθρωση από την εξωτερική πλευρά. Αντίστοιχα το σύμπλεγμα του δελτοειδούς συνδέσμου που αποτελείται από τον πρόσθιο κνημαστραγαλικό, τον οπίσθιο κνημαστραγαλικό, τον κνημοπτερικό και τον κνημοσκαφοειδή σύνδεσμο παρέχει στήριξη από την έσω πλευρά. Επιπλέον, στήριξη στην άρθρωση προσφέρουν ο οπίσθιος κάτω κνημοπερονιαίος σύνδεσμος, καθώς και ο μεσόστεος υμένας. Επίσης, οι μύες που καταφύονται και δρουν στον άκρο πόδα ευθύνονται για τον δυναμικό έλεγχο της ποδοκνημικής. Συγκεκριμένα οι περονιαίοι μύες που περιλαμβάνουν τον βραχύ, μακρό και τρίτο περονιαίο είναι υπεύθυνοι για τον πρηνισμό της ποδοκνημικής και επομένως για την αντίσταση στον υπτιασμό (Brotzman and Manske, 2015).

Υπάρχουν **τρία είδη διαστρεμμάτων**, αυτό του υπτιασμού, του πρηνισμού και της συνδέσμωσης. Το διάστρεμμα **υπτιασμού** προκαλείται από τον συνδυασμό

υπτιασμού, πελματιαίας κάμψης και έσω στροφής. Ο ΠΑΠΣ είναι αυτός που υφίσταται συχνότερα κάκωση καθώς είναι ο πιο αδύναμος και ακολουθεί ο ΠΠΣ, αφού αυτοί οι δύο συνήθως τραυματίζονται ταυτόχρονα. Ο ΟΑΠΣ, λόγω του ότι προλαμβάνει το οπίσθιο υπερξάρθρημα αστραγάλου, έχει παρατηρηθεί ότι τραυματίζεται μόνο σε βαριές κακώσεις όπως τα πλήρη εξάρθρηματα. Τέλος και ο δελτοειδής σύνδεσμος μπορεί να υποστεί κάκωση στα διαστρέμματα υπτιασμού λόγω παγίδευσης μεταξύ του έσω σφυρού και της πτέρνας. Όσον αφορά τον δεύτερο τύπο διαστρέμματος, αυτό του **πρηνισμού** προκαλεί κάκωση στους συνδέσμους της έσω πλευράς της ποδοκνημικής και συμβαίνει λιγότερο συχνά. Αυτό οφείλεται στο ότι το έξω σφυρό εκτείνεται περιφερικότερα του έσω. Έτσι σε συνδυασμό με την ισχύ του παχέος δελτοειδούς συνδέσμου προλαμβάνεται ο υπέρμετρος πρηνισμός. Σε αυτού του τύπου τα διαστρέμματα έχει παρατηρηθεί ότι πριν συμβεί ρήξη του δελτοειδούς συνδέσμου συμβαίνει συχνότερα αποσπαστικό κάταγμα της κνήμης. Ωστόσο, παρά το γεγονός ότι τα διαστρέμματα πρηνισμού είναι λιγότερο συχνά, η βαρύτητά τους είναι τέτοια που απαιτείται περισσότερος χρόνος για την αποκατάστασή τους. Επιπρόσθετα, υπάρχουν οι μεμονωμένες κακώσεις της άπω κνημοπερονιαίας άρθρωσης. Τα διαστρέμματα αυτά ονομάζονται **συνδέσμωνσης** και επηρεάζονται ο πρόσθιος και ο οπίσθιος κνημοπερονιαίος σύνδεσμος, των οποίων συνέχεια αποτελεί ο μεσόστεος υμένας. Οι σύνδεσμοι υφίστανται ρήξη με την αύξηση της έξω στροφής ή με τη βίαιη ραχιαία κάμψη και η κάκωσή τους συχνά συνοδεύεται από βαρύ διάστρεμμα του έσω ή του έξω συνδεσμικού συμπλέγματος. Αρχικά, η ρήξη εντοπίζεται περιφερικότερα των συνδέσμων πάνω από την κνημοπερονιαία γλήνη. Καθώς η δύναμη αυξάνεται, ο μεσόστεος υμένας υφίσταται ρήξη κεντρικότερα. Η αντιμετώπιση αυτών των διαστρεμμάτων είναι δύσκολη, απαιτείται μεγαλύτερη περίοδο ακινητοποίησης και η επούλωση διαρκεί περισσότερο συγκριτικά με τα διαστρέμματα υπτιασμού ή πρηνισμού (Hoogenboom, 2016).

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι η πιο σταθερή θέση της ποδοκνημικής είναι εκείνη της ραχιαίας κάμψης. Καθώς το πόδι βρίσκεται σε αυτή τη θέση, ο αστράγαλος ολισθαίνει προς τα πίσω και το ευρύτερο τμήμα του ενσφηνώνεται μέσα στην κνημοπερονιαία γλήνη της ποδοκνημικής. Αντίθετα, σε πελματιαία κάμψη ο αστράγαλος μετατοπίζεται προς τα εμπρός και η ποδοκνημική καθίσταται λιγότερο σταθερή, γεγονός που εξηγεί γιατί τα περισσότερα διαστρέμματα οφείλονται ως ένα βαθμό σε πελματιαία κάμψη.

1.5 Ταξινόμηση

Ανεξάρτητα από το αν προκαλείται κάκωση στην έσω ή στην έξω πλευρά της ποδοκνημικής, η βαρύτητα ενός διαστρέμματος κατηγοριοποιείται σε τρεις βαθμούς ανάλογα με το μέγεθος της συνδεσμικής βλάβης. Ο βαθμός του διαστρέμματος καθορίζει την έκταση της ιστικής κάκωσης, την αστάθεια της άρθρωσης και τη λειτουργικότητά της. Στα διαστρέμματα 1^{ου} βαθμού προκαλείται ένα ήπιο τέντωμα του συμπλέγματος των συνδέσμων χωρίς αστάθεια της άρθρωσης. Στα διαστρέμματα 2^{ου} βαθμού προκαλείται μερική ρήξη του συμπλέγματος των συνδέσμων με ήπια αστάθεια της άρθρωσης. Στα διαστρέμματα 3^{ου} βαθμού πραγματοποιείται πλήρης ρήξη του συμπλέγματος των συνδέσμων με αστάθεια της άρθρωσης. Αυτή η διαβάθμιση έχει περιορισμένες πρακτικές συνέπειες, καθώς οι τραυματισμοί 2^{ου} και 3^{ου} βαθμού αντιμετωπίζονται παρομοίως και οι τραυματισμοί 1^{ου} βαθμού δεν χρειάζονται ειδική θεραπεία μετά τη διάγνωση (Myrick, 2014).

1.6 Κλινική εικόνα

Τα συμπτώματα των διαστρεμμάτων της ποδοκνημικής διαφέρουν ανάλογα με το στάδιο της επούλωσης των ιστών. Πιο συγκεκριμένα στο οξύ στάδιο εκδηλώνονται τα παρακάτω: πόνος σε κατάσταση ηρεμίας (ο οποίος αυξάνεται κατά τη δραστηριότητα), ευαισθησία στην ψηλάφηση, αύξηση του οιδήματος, αυξημένος μυϊκός σπασμός, αυξημένη θερμοκρασία, απώλεια λειτουργικότητας, περιορισμένο και επώδυνο εύρος κίνησης και αστάθεια κατά τις δυναμικές δοκιμασίες. Έπειτα, στο υποξύ στάδιο εμφανίζονται τα ίδια με τα παραπάνω συμπτώματα, όμως βελτιωμένα. Τέλος, στο στάδιο της ωρίμανσης εκλείπουν τα σημεία της φλεγμονής (πόνος, οίδημα, ευαισθησία σε ψηλάφηση, αυξημένη θερμοκρασία) και υπάρχει πλέον καλύτερη λειτουργικότητα και μεγαλύτερο εύρος κίνησης (Vuurberg et al., 2018).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΑΣΤΡΕΜΜΑΤΟΣ

2.1 Βασικές αρχές της αξιολόγησης

Η αξιολόγηση του μυοσκελετικού συστήματος προϋποθέτει την κατάλληλη και λεπτομερή εξέταση του ασθενή. Η ορθότητα της διάγνωσης εξαρτάται από τη γνώση της λειτουργικής ανατομικής, τη λήψη του ιστορικού με ακρίβεια, την επιμελή επισκόπηση και την πλήρη κλινική εξέταση. Ο σκοπός της αξιολόγησης είναι η πλήρης και σαφής κατανόηση των προβλημάτων, τόσο από την άποψη του ίδιου του ασθενή όσο και από την πλευρά του κλινικού, ώστε να γίνει πιο σαφής η φυσική πορεία των συμπτωμάτων που έχουν προκαλέσει το πρόβλημα. Όπως έχει αναφέρει και ο James Cyriax, «Η διάγνωση δεν είναι τίποτε άλλο παρά η εφαρμογή της ανατομίας ενός ανθρώπου».

Η τεχνική που χρησιμοποιείται πλέον περισσότερο για την καταγραφή των δεδομένων της αξιολόγησης είναι η μέθοδος “SOAP”. Το SOAP αποτελείται από τέσσερα στάδια αξιολόγησης: την Υποκειμενική αξιολόγηση, την Αντικειμενική αξιολόγηση, την Συνεκτίμηση και την Οργάνωση του θεραπευτικού προγράμματος. Κατά τη διαδικασία εξέλιξης της αξιολόγησης γίνεται σύγκριση μεταξύ του πάσχοντος μέλους του σώματος με το αντίστοιχο που θεωρείται φυσιολογικό. Αυτό γίνεται ώστε ο εξεταστής με βάση το φυσιολογικό μέλος να μπορέσει να καταλάβει το έλλειμμα που έχει το πάσχον. Η αξιολόγηση του μυοσκελετικού συστήματος του ασθενή περιλαμβάνει το ιστορικό του ασθενή, την παρατήρηση, την εξέταση των κινήσεων, κάποιες ειδικές δοκιμασίες, τα αντανακλαστικά, την ψηλάφηση και απεικονιστικές δοκιμασίες (Karlsson and Peterson, 1991; Gatt, 2011).

2.2 Φυσικοθεραπευτική αξιολόγηση διαστρέμματος

Αρχικά, ο κλινικός προσπαθεί να καθορίσει τον μηχανισμό κάκωσης, καθώς αυτός δίνει ενδείξεις για τις ανατομικές δομές που πιθανώς έχουν υποστεί βλάβη και ως εκ τούτου υποδεικνύει σε ποιους ιστούς πρέπει να δοθεί προτεραιότητα κατά την αξιολόγηση. Έπειτα, είναι σημαντικό ο κλινικός να πάρει ιστορικό από τον ασθενή για πιθανό παλαιότερο διάστρεμμα του αστραγάλου και αυτό για δύο λόγους.

Πρώτον, γιατί έχει διαπιστωθεί πως η ύπαρξη παλαιότερου διαστρέμματος αυξάνει τον κίνδυνο επανατραυματισμού και δεύτερον γιατί είναι πιθανό να υπάρχουν μηχανικές και αισθητικοκινητικές βλάβες που σχετίζονται με τον τραυματισμό. Στόχος της φυσικοθεραπευτικής αξιολόγησης είναι ο εντοπισμός αυτών των βλαβών, αφού αυτές συμβάλλουν στην ανάπτυξη χρόνιας αστάθειας του αστραγάλου (Bossard et al., 2018).

Πρωταρχικό μέλημα του φυσικοθεραπευτή είναι η ποσοτικοποίηση του *πόνου* του ασθενή. Ο αυτοαναφερόμενος πόνος είναι ένα μέτρο έκβασης για την εξέλιξη της αποκατάστασης. Συνήθως η κλίμακα που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση έντασης του πόνου είναι η Numeric Rating Scale (NRS), καθώς εμφανίζει αυξημένη εγκυρότητα και αξιοπιστία. Ακόμη, αρκετά συχνά χρησιμοποιείται το Foot and Ankle Disability Index, ένα ειδικά σταθμισμένο ερωτηματολόγιο για την αξιολόγηση των λειτουργικών περιορισμών που σχετίζονται με το πόδι και τον αστράγαλο.

Στη συνέχεια, είναι σημαντικό να αξιολογηθεί το μέγεθος του *οιδήματος* της περιοχής. Το οίδημα της άρθρωσης του αστραγάλου μπορεί να μεταβάλει τη σωματοαισθητική είσοδο στο κεντρικό νευρικό σύστημα (ΚΝΣ), το οποίο μέσω της διαδικασίας της αρθρογενούς αναστολής των μυών θα μπορούσε να επηρεάσει αρνητικά τη λειτουργική σταθερότητα των αρθρώσεων. Η ποσοτικοποίηση του οιδήματος γίνεται μέσω της μεθόδου figure-of-eight, κατά την οποία γίνεται χρήση μεζούρας σχηματίζοντας το νούμερο οκτώ στην άρθρωση της ποδοκνημικής για να συγκριθεί έπειτα με την υγιή πλευρά.

Ένα ακόμη απαραίτητο βήμα είναι η αξιολόγηση του *εύρους τροχιάς* της άρθρωσης, τόσο του παθητικού όσο και του ενεργητικού. Για παράδειγμα, στο διάστρεμμα του έξω πλάγιου συνδέσμου του αστραγάλου μειώνεται συχνά το εύρος της ραχιαίας κάμψης. Είναι σημαντικό να είναι επαρκές το εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης, καθώς έχει διαπιστωθεί πως συμβάλλει κατά πολύ στη διατήρηση της δυναμικής ισορροπίας. Το weight-bearing lunge test (WBLT) είναι μία δοκιμασία κλινικά εφαρμόσιμη, έγκυρη και αξιόπιστη μέθοδος αξιολόγησης του εύρους της ραχιαίας κάμψης (Delahunt et al., 2018).

Έπειτα, κρίνεται αναγκαίο να γίνει αξιολόγηση της *μυϊκής δύναμης* των μυών που περιβάλλουν τον αστράγαλο. Κατά τη διάρκεια των κινήσεων οι μυοτενόντιες μονάδες δημιουργούν ακαμψία, με αποτέλεσμα τη δυναμική προστασία των

αρθρώσεων. Έλλειμμα δύναμης των μυών θα μπορούσε να θέσει σε κίνδυνο την ακεραιότητα της άρθρωσης του αστραγάλου όσον αφορά την αντοχή σε απότομες κινήσεις. Η μυϊκή δύναμη μπορεί να μετρηθεί αντικειμενικά χρησιμοποιώντας ισοκινητικά δυναμόμετρα και φορητά δυναμόμετρα. Πρέπει να σημειωθεί ότι ένα φορητό δυναμόμετρο είναι μία πρακτική, κλινικά εφαρμόσιμη εναλλακτική λύση στην ισοκινητική δυναμομετρία λόγω της φορητότητας, του μειωμένου κόστους και του βολικού μεγέθους. Ακόμη, είναι αρκετά αξιόπιστη μέθοδος.

Η αξιολόγηση της *στατικής* και της *δυναμικής ισορροπίας* είναι εξίσου σημαντική με τα παραπάνω, καθώς έχει φανεί ότι υπάρχουν ελλείψεις στα δύο είδη ισορροπίας σε άτομα που παρουσιάζουν χρόνια αστάθεια του αστραγάλου. Για την αξιολόγηση της στατικής ισορροπίας τόσο το Balance Error Scoring System (BESS), όσο και το Foot Lift Test (FLT) είναι κλινικά εφαρμόσιμα. Ενώ, για την αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας χρησιμοποιείται περισσότερο το Star Excursion Balance Test (SEBT).

Επιπλέον, είναι σημαντική η αξιολόγηση της *βάδισης* έπειτα από ένα διάστρεμμα της ποδοκνημικής. Υπάρχει μεγάλη πιθανότητα υποτροπής του διαστρέμματος κατά τη διάρκεια της βάδισης και αυτό είναι πιθανό να οφείλεται σε ακατάλληλη τοποθέτηση των αρθρώσεων των κάτω άκρων στις μεταβάσεις φόρτωσης-εκφόρτωσης μεταξύ στάσης και ταλάντευσης. Ακόμη, έχουν εντοπιστεί παρεκκλίσεις στην εμβιομηχανική των κάτω άκρων κατά τη διάρκεια της βάδισης σε άτομα με χρόνια αστάθεια του αστραγάλου. Η βάδιση αξιολογείται μέσω οπτικής παρατήρησης για πιθανές ανταλγικές κινήσεις (Delahunt et al., 2018).

Διαγνωστική απεικόνιση

Οι απεικονιστικές μέθοδοι αποτελούν ένα σημαντικό μέρος της εξέτασης του ασθενή και χρησιμοποιούνται για την επιβεβαίωση ή την απόρριψη του συμπεράσματος στο οποίο είχε καταλήξει ο κλινικός από την κλινική εξέταση. Υπάρχουν φορές που τα αποτελέσματα των διαγνωστικών απεικονίσεων συνηγορούν ισχυρά για την ύπαρξη μιας παθολογικής κατάστασης.

Ειδικές (διαγνωστικές) δοκιμασίες

Με την ολοκλήρωση των παραπάνω ο εξεταστής συνεχίζει με τις ειδικές δοκιμασίες της εμπλεκόμενης άρθρωσης. Για κάθε άρθρωση υπάρχουν πολλές ειδικές δοκιμασίες

μέσω των οποίων προσδιορίζεται ο τύπος της πάθησης ή της κάκωσης. Οι δοκιμασίες αυτές όταν είναι θετικές αποτελούν ισχυρή ένδειξη συγκεκριμένης πάθησης ή κάκωσης. Ωστόσο, ακόμα και όταν αποδώσουν αρνητικά αποτελέσματα δεν αποκλείουν την ύπαρξη τους. Αυτό εξαρτάται αφενός από την ευαισθησία και την εξειδίκευση της κάθε μίας δοκιμασίας και αφετέρου από την ικανότητα και την εμπειρία του κλινικού. Οι ειδικές δοκιμασίες καλό είναι να μην χρησιμοποιούνται μεμονωμένα, αλλά να αποτελούν τμήμα της κλινικής αξιολόγησης που περιλαμβάνει το ιστορικό, την παρατήρηση και τα υπόλοιπα στάδιά της. Έτσι, ο εξεταστής έχει μία πληρέστερη εικόνα για την πηγή του τραυματισμού. Πρέπει να σημειωθεί ότι δεν υπάρχει καμία ειδική δοκιμασία που η αξιοπιστία, η εγκυρότητα και η ευαισθησία της να είναι απόλυτη. Οι ειδικές δοκιμασίες που συνήθως χρησιμοποιούνται από τους εξεταστές είναι η δοκιμασία πρόσθιας συρταροειδούς ολίσθησης του άκρου πόδα, η δοκιμασία ραιβότητας, η δοκιμασία ακεραιότητας της κάτω κνημοπερονιαίας συνδέσμου και η δοκιμασία συμπίεσης (Magee, 2018).

Δοκιμασία πρόσθιας συρταροειδούς ολίσθησης ποδοκνημικής (Anterior Drawer Test)

Με τη δοκιμασία αυτή ελέγχεται η ακεραιότητα του πρόσθιου αστραγαλοπερονιαίου συνδέσμου. Ο εξεταστής πραγματοποιεί οπισθοπρόσθια μετατόπιση του άκρου πόδα, με την κνήμη σταθεροποιημένη και την ποδοκνημική άρθρωση σε πελματιαία κάμψη 20°. Ο έλεγχος για κάκωση του πρόσθιου αστραγαλοπερονιαίου και των πρόσθιων θυλακικών στοιχείων είναι θετικός σε περίπτωση πρόσθιας μετατόπισης μεγαλύτερης των 5mm σε σχέση με το υγιές. Αυτή η δοκιμασία εμφανίζει τη μεγαλύτερη ευαισθησία όσον αφορά την εκτίμηση της πλήρους ρήξης του πρόσθιου αστραγαλοπερονιαίου συνδέσμου. Η ευαισθησία και η εξειδίκευση αυτής της δοκιμής είναι 0,96 και 0,84 αντίστοιχα (Larkins et al., 2020).

Δοκιμασία ραιβότητας (Talar Tilt Test)

Με τη δοκιμασία ραιβότητας γίνεται έλεγχος της ακεραιότητας του πρόσθιου περοπερονιαίου συνδέσμου. Ο εξεταστής εκτελεί υπτιασμό της πτέρνας με την ποδοκνημική άρθρωση σε μέση θέση. Σε περίπτωση αύξησης της αστάθειας κατά 5 – 10° συγκριτικά με το υγιές, ο έλεγχος είναι θετικός για κάκωση του περοπερονιαίου συνδέσμου. Αν ο έλεγχος πραγματοποιηθεί με πελματιαία κάμψη, τότε ελέγχεται ταυτόχρονα και ο πρόσθιος αστραγαλοπερονιαίος σύνδεσμος (Gribble et al., 2019).

Έλεγχος ακεραιότητας κάτω κνημοπερονιαίας συνδέσμωσης

Ο εξεταστής ελέγχει την ακεραιότητα της κάτω κνημοπερονιαίας συνδέσμωσης εκτελώντας πρηνισμό ποδοκνημικής άρθρωσης παθητικά και υπό αντίσταση. Ο έλεγχος είναι θετικός σε περίπτωση αναπαραγωγής του πόνου. Η συγκεκριμένη δοκιμασία έχει ευαισθησία 0,92.

Δοκιμασία συμπίεσης

Ο εξεταστής συμπιέζει την κνήμη και την περόνη στη μεσότητα της κνήμης. Πόνος στην περιοχή της συνδέσμωσης υποδεικνύει κάκωση στην κάτω κνημοπερονιαία συνδέσμωση. Η δοκιμασία συμπίεσης είναι πολύ ειδική δοκιμασία με ειδικότητα 0,88.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

Σχεδόν όλα τα διαστρέμματα της ποδοκνημικής άρθρωσης είναι πρώτου βαθμού, όπου το πόδι είναι μηχανικά σταθερό ή δευτέρου βαθμού, όπου υπάρχει κάποια χαλαρότητα των αρθρώσεων. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αφού στα διαστρέμματα πρώτου βαθμού υπάρχει λιγότερη ιστική βλάβη σε σχέση με του δευτέρου βαθμού, η διάρκεια επούλωσης και ο χρόνος μετάβασης από το ένα στάδιο της επούλωσης στο άλλο είναι συντομότερα. Το ίδιο ισχύει και κατά τη σύγκριση των διαστρεμμάτων δευτέρου και τρίτου βαθμού (Brotzman and Manske, 2015). Έπειτα, τα διαστρέμματα τρίτου βαθμού, που παρουσιάζουν κλινικές και ακτινολογικές ενδείξεις αστάθειας, συμβαίνουν μόνο σε ένα μικρό ποσοστό ανθρώπων. Παρά το γεγονός ότι η συχνότητα εμφάνισης αυτών των διαστρεμμάτων είναι μικρή, υπάρχουν καλά τεκμηριωμένα στοιχεία που υποστηρίζουν ότι πρέπει να πραγματοποιείται ακινητοποίηση και κάποιες φορές χειρουργική επέμβαση για τη διαχείρισή τους (Brison et al. 2016).

3.1 Φυσικοθεραπευτική αντιμετώπιση διαστρέμματος ποδοκνημικής σε οξύ στάδιο

Για την ορθή αποκατάσταση του διαστρέμματος πρέπει να δημιουργείται πάντα ένα θεραπευτικό πλάνο, προκειμένου η επανένταξη του ασθενή στην καθημερινότητά του και στις δραστηριότητες που είχε πριν τον τραυματισμό, να γίνεται με ομαλό τρόπο. Στην προκειμένη περίπτωση, δηλαδή στην αντιμετώπιση της οξείας φάσης της επούλωσης, οι στόχοι που πρέπει να θέτει ο φυσικοθεραπευτής είναι οι εξής:

1. Προστασία των ιστών που έχουν υποστεί κάκωση από περαιτέρω βλάβη.
2. Ευόδωση της επούλωσης των ιστών.
3. Περιορισμός του πόνου, του οιδήματος – αιματώματος και του σπασμού.
4. Διατήρηση της λειτουργίας των ιστών που δεν έχουν υποστεί κάκωση.
5. Διατήρηση της συνολικής φυσικής κατάστασης του σώματος (Doherty et al., 2017).

Μετά τη δημιουργία του θεραπευτικού πλάνου ακολουθεί το κλινικό πρόγραμμα αποκατάστασης. Η οξεία φάση της επούλωσης διαρκεί κατά μέσο όρο 1 – 3 μέρες.

Αρχικά, εφαρμόζεται κρυοθεραπεία, ανάρροπη θέση και ακινητοποίηση στην προσβεβλημένη άρθρωση. Έπειτα, εξίσου σημαντική είναι η χρήση ορθωτικών μέσων – βακτηριών για τη διευκόλυνση και την ανεξαρτησία του ασθενούς, η ελαστική περιδέση, καθώς και η ηλεκτροθεραπεία, ο θεραπευτικός αθερμικός υπέρηχος και το θεραπευτικό laser. Ακόμη, μπορούν να πραγματοποιηθούν ισομετρικές ασκήσεις ισχίου (κάμψη, έκταση, απαγωγή, προσαγωγή) και γόνατος (κάμψη, έκταση), αλλά και απλές ενεργητικές ασκήσεις των δακτύλων. Τέλος, είναι απαραίτητο να δίνονται οδηγίες αποκατάστασης για το σπίτι, οι οποίες στην οξεία φάση είναι η ανάπαυση και η κρυοθεραπεία (15 – 20 λεπτά εφαρμογής και 75 λεπτά διάλειμμα) (Fousekis, 2015; Halabchi and Hassabi, 2020).

Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχουν κριτήρια προόδου και αν πληρούνται οδηγούν στο συμπέρασμα ότι μπορούν να αρχίσουν να εφαρμόζονται θεραπευτικές τεχνικές που αντιστοιχούν στο επόμενο στάδιο επούλωσης. Αυτά είναι ο μειωμένος πόνος, το ελάχιστο ή καθόλου οίδημα και η μερική φόρτιση του άκρου (Brison et al., 2016).

3.2 Φυσικοθεραπευτική αντιμετώπιση διαστρέμματος ποδοκνημικής σε υποξύ στάδιο

3.2.1 Α' υποξεία φάση

Οι στόχοι θεραπείας σε αυτό το στάδιο της επούλωσης πρέπει να είναι οι παρακάτω:

1. Μείωση του οιδήματος.
2. Έναρξη ευθύγραμμης επανασυγκόλλησης συνδεσμικών ινών.
3. Μείωση του πόνου.
4. Προοδευτική φόρτιση της άρθρωσης.
5. Έναρξη ανάκτησης μυϊκής δύναμης – ευλυγισίας (Brotzman and Manske, 2015).

Η α' υποξεία φάση της επούλωσης διαρκεί περίπου από την 3^η – 10^η μέρα μετά τον τραυματισμό. Σε αυτό το στάδιο οι τεχνικές και μέθοδοι φυσικοθεραπείας που μπορούν να εφαρμοστούν είναι: διαθερμία, μάλαξη (κεντρικότερα της κάκωσης και μετά πάνω στην κάκωση), μάλαξη απογύμνωσης με ειδικό εξοπλισμό, κρυοθεραπεία, κρυοδιάταση, εμβύθιση σε κρύο δινόλουτρο, διάταση μέσω ενεργητικής κίνησης των ανταγωνιστών μυών (πρηνισμός – υπτιασμός, πελματιαία – ραχιαία κάμψη) και

ειδικές τεχνικές κινητοποίησης αρθρώσεων (π.χ. Mulligan's mobilization). Επιπρόσθετα, σε αυτή τη φάση της επούλωσης πραγματοποιείται προοδευτική φόρτιση της άρθρωσης χωρίς πόνο, πιο συγκεκριμένα εφαρμόζονται ισομετρικές ασκήσεις των μυών της ποδοκνημικής σε μέση θέση της άρθρωσης. Ακόμη, ξεκινά η εφαρμογή ασκήσεων ιδιοδεκτικότητας (αρχικά σε καθιστή θέση και όταν επιτραπεί η πλήρης φόρτιση σε όρθια θέση). Τέλος, μπορεί να γίνει εφαρμογή ηλεκτροθεραπείας (T.E.N.S), θεραπευτικού υπερήχου με την άρθρωση σε διάταση και θεραπευτικού laser (Fousekis, 2015).

Είναι σημαντικό να αναφερθούν οι οδηγίες που μπορούν να δοθούν για αποκατάσταση στο σπίτι, οι οποίες αφορούν την πραγματοποίηση ισομετρικών συσπάσεων των εμπλεκόμενων μυών, διατάσεων μέχρι τα όρια του πόνου, καθώς και κρυοθεραπεία. Ακόμη, προτείνονται ισομετρικές ασκήσεις ισχίου, όπως για παράδειγμα κάμψη, έκταση, προσαγωγή, απαγωγή και απλές ενεργητικές κινήσεις των δακτύλων. Επιπλέον, σε αυτό το στάδιο της επούλωσης μπορεί να εφαρμοστεί ελαστική περίδεση ή να γίνει χρήση λειτουργικού νάρθηκα για την προφύλαξη της άρθρωσης. Τέλος, τα κριτήρια προόδου για την επόμενη φάση είναι η χωρίς πόνο στατική φόρτιση, η επίτευξη της ουδέτερης θέσης του αστραγάλου και η πλήρης φόρτιση του άκρου (Brison et al., 2016).

3.2.2 Β' υποξεία φάση

Οι βασικοί φυσικοθεραπευτικοί στόχοι σε αυτό το στάδιο της επούλωσης είναι δύο και είναι οι εξής:

1. Ευθύγραμμη επανασυγκόλληση συνδεσμικών ινών.
2. Ανάκτηση μυϊκής λειτουργικής ικανότητας (δύναμης, ελαστικότητας, αντοχής, συναρμογής).

Η β' υποξεία φάση της επούλωσης διαρκεί περίπου από την 11^η – 20^η μέρα έπειτα από τον τραυματισμό. Οι μέθοδοι φυσικοθεραπείας που προτείνεται να εφαρμοστούν σε αυτό το στάδιο είναι: διαθερμία, μάλαξη (ανάτριψη πάνω στην κάκωση), μάλαξη με θεραπευτικά εργαλεία πάνω στην κάκωση, κρυοθεραπεία, κρυοδιάταση, καθώς και κινητοποίηση των αρθρώσεων της ποδοκνημικής – άκρου πόδα μέσω ειδικών τεχνικών κινητοποίησης (βαθμού I και II). Επίσης, δίνεται έμφαση στην πραγματοποίηση ενεργητικής – σύγκεντρης συστολής των εμπλεκόμενων μυών με λάστιχα και εντατικοποιούνται στο πρόγραμμα αποκατάστασης ασκήσεις

επανεκπαίδευσης της ιδιοδεκτικότητας – δυναμικής σταθεροποίησης σε όρθια θέση. Άλλες ασκήσεις που εφαρμόζονται είναι αυτές της σταθεροποίησης κορμού – λεκάνης και ασκήσεις ισορροπίας. Τέλος, γίνεται εφαρμογή ηλεκτροθεραπείας (T.E.N.S), θεραπευτικού υπερήχου με την άρθρωση σε διάταση και θεραπευτικού laser (Fousekis, 2015; Hoogenboom et al., 2016).

Σε αυτό το στάδιο οι οδηγίες αποκατάστασης για το σπίτι είναι η πραγματοποίηση διατάσεων των εμπλεκόμενων μυών και η ενδυνάμωση με λάστιχα. Ακόμα, και σε αυτό το στάδιο μπορεί να γίνει εφαρμογή ελαστικής περιίδεσης ή χρήση λειτουργικού νάρθηκα για την προφύλαξη της άρθρωσης. Τέλος, τα κριτήρια προόδου στην επόμενη φάση είναι η φυσιολογική βάδιση, το πλήρες εύρος τροχιάς και η φυσιολογική ισομετρική δύναμη (Brison et al., 2016).

3.3 Φυσικοθεραπευτική αντιμετώπιση διαστρέμματος ποδοκνημικής στο στάδιο ωρίμανσης

Για την αντιμετώπιση του διαστρέμματος στην χρόνια φάση, οι στόχοι που πρέπει να τίθενται είναι οι παρακάτω:

1. Πρόληψη νέας κάκωσης.
2. Αποκατάσταση του εύρους κίνησης και της ελαστικότητας.
3. Βελτίωση της μυϊκής ισχύος, αντοχής και δύναμης.
4. Βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας, της ευκινησίας και του συντονισμού.
5. Διατήρηση της συνολικής φυσικής κατάστασης του σώματος.

Το στάδιο ωρίμανσης φαίνεται ότι διαρκεί περίπου από την 21^η – 45^η μέρα μετά τον τραυματισμό. Οι φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις που εφαρμόζονται σε αυτό το στάδιο είναι σχεδόν ίδιες με εκείνες της β' υποξείας φάσης. Διαφοροποίηση υπάρχει στην κινητοποίηση των αρθρώσεων της ποδοκνημικής – άκρου πόδα μέσω ειδικών τεχνικών κινητοποίησης, που τώρα εφαρμόζονται II και III βαθμού. Επιπλέον, κατά τη σύγκεντρη συστολή των μυών της ποδοκνημικής χρησιμοποιούνται λάστιχα μεγαλύτερης αντίστασης. Έπειτα, κατά την επανεκπαίδευση της ιδιοδεκτικότητας εφαρμόζονται ασκήσεις σε μονοποδική στήριξη. Όσον αφορά τις ασκήσεις για αποκατάσταση στο σπίτι προστίθενται οι ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας σε μονοποδική στήριξη. Πλέον μπορεί να γίνει χρήση ανελαστικής περιίδεσης για την προφύλαξη από άλλες κακώσεις. Τέλος, τα βασικά κριτήρια για επανένταξη στην

καθημερινότητα του ατόμου είναι η δραστηριότητα χωρίς πόνο, το πλήρες εύρος τροχιάς και η σταθερότητα κατά τη δραστηριότητα. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι αν ο ασθενής είναι αθλητής είναι απαραίτητο από το δεύτερο στάδιο και μετά να γίνεται λειτουργική αποκατάσταση και στον αγωνιστικό χώρο (Terada et al., 2013; Brotzman and Manske, 2015; Delahunt and Remus, 2019).

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Πραγματοποιήθηκε μία ενδεδειγμένη ανασκόπηση της αρθρογραφίας και της βιβλιογραφίας σχετικά με τη χρήση του θεραπευτικού υπερήχου σε διαστρέμματα ποδοκνημικής. Η ανασκόπηση αυτή πραγματοποιήθηκε σε διεθνείς βάσεις δεδομένων, όπως είναι το PubMed, το Google Scholar και το Science Direct με λέξεις κλειδιά “Ultrasound therapy for ankle sprains”, “Therapeutic ultrasound for ankle sprains”, “Ultrasound therapy in the treatment of ankle sprains” και “Ultrasound therapy in the management of ankle sprains”. Οι έρευνες που επιλέχθηκαν έπρεπε να πληρούν κάποια κριτήρια, οπότε κάθε άρθρο ήταν στην αγγλική γλώσσα και υπήρχε σε πλήρη μορφή (full text). Άλλο ένα κριτήριο, αρχικά, ήταν τα άρθρα να είναι της τελευταίας δεκαετίας. Ωστόσο, αυτό δεν ήταν εφικτό, καθώς φαίνεται ότι η σύγχρονη αρθρογραφία δεν ασχολείται αρκετά με τη χρήση του υπερήχου σε διαστρέμματα ποδοκνημικής. Επίσης, πρέπει να αναφερθεί ότι τα περισσότερα άρθρα αναφέρονται κυρίως στην αντιμετώπιση διαστρέμματος σε οξεία φάση και όχι σε όλα τα στάδια της επούλωσης. Έτσι, ο αριθμός των ερευνών που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 8, καθώς φαίνεται πως τα αποτελέσματα των συγκεκριμένων ήταν αρκετά καλά τεκμηριωμένα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΟΥ ΥΠΕΡΗΧΟΥ

5.1 Εισαγωγή στον υπέρηχο

Υπέρηχος ονομάζεται το μηχανικό κύμα με συχνότητα μεγαλύτερη από αυτήν που μπορεί να ακούσει ο άνθρωπος (20.000 Hz). Με άλλα λόγια ο υπέρηχος είναι ένας ήχος τόσο ψηλός που δεν μπορούμε να τον ακούσουμε, καθώς το ανθρώπινο αυτί έχει κάποια όρια και δεν μπορεί να ακούσει πολύ ψηλούς ή πολύ χαμηλούς ήχους. Οι πρώτες εφαρμογές ήταν εκείνες για τις οποίες ο στόχος ήταν η θέρμανση των ιστών, και έτσι χρησιμοποιήθηκε για τραυματισμούς μαλακών ιστών, όπως μπορεί να προκύψουν για παράδειγμα κατά τη διάρκεια του αθλητισμού. Η ικανότητα του υπερήχου να αλληλοεπιδρά με τον ιστό για να παράγει βιολογικές αλλαγές είναι γνωστή εδώ και πολλά χρόνια (Wood and Loomis, 1927). Μεγάλο μέρος της πρώιμης προσπάθειας για κατανόηση προήλθε από το ενδιαφέρον για την αξιοποίηση των υπερηχητικά επαγόμενων αλλαγών για θεραπευτικό όφελος.

Οι μέθοδοι για την μέτρηση και τον εντοπισμό των υπερήχων παρουσιάστηκαν αρχικά στις Η.Π.Α τον 19ο αιώνα. Ωστόσο, η πρώτη μεγάλης κλίμακας εφαρμογή του υπερήχου ήταν κατά την διάρκεια του Δεύτερου Παγκοσμίου Πολέμου με το SONAR (Sound Navigation and Ranging). Οι πρώτες συσκευές SONAR χρησιμοποιούσαν υψηλή ένταση για την ευκολία του εντοπισμού, αλλά διαπιστώθηκε ότι με τις συσκευές αυτές θερμαίνονταν τα υποθαλάσσια πλάσματα και προκαλούνταν βλάβες σε αυτά. Παρά το γεγονός ότι αυτό σήμαινε τον περιορισμό της εφαρμογής των υπερήχων για το SONAR, οδήγησε στην κατασκευή κλινικών συσκευών υπερήχου, ειδικά σχεδιασμένων για την θέρμανση βιολογικού ιστού (Nanda, 2018).

Ο υπέρηχος εισήχθη αρχικά στην φυσικοθεραπεία ως εναλλακτική τεχνική διαθερμίας, για να ανταγωνιστεί με το θερμό επίθεμα και τη διαθερμία μικροκυμάτων. Η κύρια χρήση του ήταν η επεξεργασία των μικροτραυματισμών του ιστού, αλλά είχε επίσης εφαρμοστεί για την επιτάχυνση και την επούλωση πληγών, οστικών περιοχών και συνδέσμων. Οι αδερφοί Pierre και Jacques Currie ανακάλυψαν πως όταν επιβάλλεται φόρτιση σε ένα κρύσταλλο από χαλαζία, τότε παράγεται μία διαφορά δυναμικού μεταξύ των εδρών του. Το φαινόμενο αυτό είναι το

πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο. Το έτος 1917 ο Langevin ανακάλυψε ότι μέσω της δόνησης ενός κρυστάλλου από χαλαζία με υψίσυχο εναλλασσόμενο ρεύμα είναι εφικτή η παραγωγή υπερήχου. Αυτό είναι το αντίστροφο πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο (Ter Haar, 1999).

Συγκεκριμένοι κρύσταλλοι, όπως ο χαλαζίας, κρύσταλλος από τιτανικό βάριο ή από τιτανικό ζirkόνιο παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα όταν συμπιέζονται ή χαλαρώνουν εναλλασσόμενα προς μία κατεύθυνση (πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο), ενώ οι κρύσταλλοι συστέλλονται και χαλαρώνουν υπό την επίδραση ενός ηλεκτρικού ρεύματος (αντίστροφο πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο) παράγοντας μηχανικές διατάξεις. Μέσω της συνεχούς εναλλαγής της κατεύθυνσης του ρεύματος ο κρύσταλλος θα δονείται συνεχώς και θα παράγονται ηχητικά κύματα από τις δονήσεις αυτές (Watson, 2008).

Ο υπέρηχος πέραν του ότι χρησιμοποιείται ευρέως στην φυσικοθεραπεία, χρησιμοποιείται επίσης και από πολλούς θεραπευτές άλλων επαγγελματικών ομάδων (π.χ. οστεοπαθητικοί, χειροπράκτες, αθλητικοί θεραπευτές). Τα αποτελέσματα μιας πρόσφατης Εθνικής Έρευνας των φυσικοθεραπευτών που πραγματοποιούνται στην Αυστραλία υποδεικνύει ότι ο θεραπευτικός υπέρηχος παραμένει ένας από τους πιο δημοφιλείς τρόπους χρήσης της ηλεκτροθεραπείας καθώς μπορεί να εφαρμοστεί σε μια πλειάδα καταστάσεων, από οξείες και υποξείες μέχρι χρόνιες τραυματικές και φλεγμονώδεις καταστάσεις.

5.2 Τρόπος μετάδοσης υπερήχου

Οι υπέρηχοι παράγονται από έναν μετατροπέα, δηλαδή μία συσκευή που μετασχηματίζει μία μορφή ενέργειας σε μία άλλη. Συγκεκριμένα, ο μετατροπέας που χρησιμοποιείται στους υπερήχους μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική ενέργεια (ηχητικά κύματα). Τα ηχητικά κύματα διαπερνώντας την ύλη (άρα και τους ιστούς) συναντούν αντίσταση. Η αντίσταση των ιστών είναι εξαρτώμενη της πυκνότητας και της ελαστικότητάς τους. Για να επιτευχθεί η μέγιστη μετάδοση ενέργειας από ένα μέσο σε ένα άλλο πρέπει τα δύο μέσα να έχουν την ίδια σύνθετη αντίσταση. Προκειμένου να συμβεί αυτό, η ανάκλαση πάνω στο σημείο της διεπαφής (σημείο που εφάπτονται τα δύο μέσα) πρέπει να περιορίζεται στο ελάχιστο. Στην περίπτωση των υπερήχων δεν ισχύει τίποτα από τα παραπάνω, καθώς οι υπέρηχοι

περνούν από την κεφαλή της συσκευής στο σώμα και διασχίζουν διαφορετικού τύπου ιστούς. Όσο μεγαλύτερη διαφορά υπάρχει στην αντίσταση των δύο μέσων, τόσο μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας των υπερήχων αντανακλάται και αντίστοιχα τόσο λιγότερη ενέργεια μεταδίδεται στους ιστούς (Watson, 2011).

Η μεγαλύτερη διαφορά αντιστάσεων βρίσκεται ανάμεσα στο μέταλλο της κεφαλής και στον αέρα. Όταν παρεμβάλλεται αέρας μεταξύ της κεφαλής και του δέρματος, τότε το ποσοστό υπερήχων που αντανακλάται προσεγγίζει το 99,99%. Αυτό σημαίνει ότι οι υπερήχοι δε μεταδίδονται καθόλου στους ιστούς. Για να εξαλειφθεί η παραπάνω κατάσταση είναι απαραίτητη η χρήση ενός συζευκτικού μέσου. Τα συζευκτικά μέσα που χρησιμοποιούνται στην κλινική πράξη περιλαμβάνουν το νερό, διάφορα λάδια, κρέμες και τζελ. Ιδανικά το συζευκτικό μέσο πρέπει να είναι αρκετά ρευστό ώστε να καλύπτει ολόκληρο το διαθέσιμο χώρο, να έχει επαρκή γλοιότητα ώστε να διατηρείται στη θέση του, να διαθέτει αντίσταση ανάλογη με αυτή του μέσου που διασυνδέει και τέλος να ευοδώνει τη μετάδοση των υπερήχων με όσο το δυνατόν λιγότερη απορρόφηση, εξασθένιση ή διασπορά τους. Εδώ πρέπει να σημειωθεί πως το νερό είναι αποτελεσματικό συζευκτικό μέσο, χωρίς να έχει όμως επαρκή γλοιότητα. Ακόμη, στην κλινική πράξη στις μέρες μας χρησιμοποιούνται ευρέως διάφορα τζελ (Casarotto et al., 2004).

Εκτός από την ανάκλαση του κύματος εξαιτίας της διαφορετικής αντίστασης των δύο μέσων, υπάρχει πιθανότητα το κύμα να μην προσπέσει κάθετα στο σημείο διεπαφής και να διαθλαστεί. Δηλαδή η πορεία της ακτίνας του υπερήχου μπορεί να είναι διαφορετική καθώς διασχίζει το δεύτερο μέσο. Τότε ο υπερήχος διασχίζει το δεύτερο μέσο υπό γωνία. Η γωνία αυτή έχει μέγιστη τιμή 15°. Από κει και πέρα όσο μεγαλώνει η γωνία, τόσο μεγαλύτερο ποσοστό των υπερήχων θα κινηθεί παράλληλα στην επιφάνεια του δέρματος, αντί να διαπεράσει το δέρμα και τους ιστούς κάτω από αυτό. Επομένως, γίνεται κατανοητό πως η κεφαλή των υπερήχων πρέπει να διατηρείται όσο πιο κάθετη γίνεται στην επιφάνεια του δέρματος (Poltawski and Watson, 2007).

5.3 Διείσδυση και απορρόφηση της ενέργειας των υπερήχων

Όσον αφορά το πρότυπο *απορρόφησης* της ενέργειας των υπερήχων, μεγαλύτερο ποσό ενέργειας απορροφάται από τους επιπολής απ' ότι από τους εν τω βάθει ιστούς.

Η θεραπευτική δράση της ενέργειας των υπερήχων βασίζεται στην απορρόφησή τους από τους ιστούς. Λόγω του εκθετικού προτύπου απορρόφησης της ενέργειας δεν υπάρχει κάποιο βάθος σημείου, όπου να οριοθετείται πλήρης απορρόφηση της ενέργειας. Υφίσταται ένα όριο κάτω από το οποίο η ενέργεια των υπερήχων παύει να έχει θεραπευτική δράση. Καθώς οι υπέρηχοι διαπερνούν τους ιστούς οδεύοντας όλο και βαθύτερα, μεγάλο μέρος της ενέργειάς τους απορροφάται, κάτι που προκαλεί ταυτόχρονη μείωση της θεραπευτικής τους δράσης.

Η **διείσδυση** του υπερήχου δεν είναι η ίδια σε όλους τους ιστούς, οπότε ορισμένοι ιστοί εμφανίζουν μεγαλύτερη απορροφητικότητα απ' ότι άλλοι. Φαίνεται πως ιστοί πρωτεϊνικής σύστασης απορροφούν υπερήχους σε μεγαλύτερο βαθμό. Από αυτό προκύπτει ότι το αίμα και το λίπος που αποτελούνται από πολύ νερό και λίγες πρωτεΐνες απορροφούν μικρό ποσοστό ενέργειας. Αντίθετα, ιστοί αποτελούμενοι από λιγότερο νερό και περισσότερες πρωτεΐνες απορροφούν ενέργεια πολύ αποτελεσματικότερα. Όσον αφορά τον οστίτη ιστό και τους χόνδρους, η ενέργεια που προσπίπτει επάνω τους, αντανακλάται και δεν απορροφάται. Οι ιστοί που απορροφούν αποτελεσματικότερα την ενέργεια των υπερήχων αποτελούνται από εκείνους που είναι πλούσιοι σε κολλαγόνο, όπως οι σύνδεσμοι, οι τένοντες, οι περιτονίες, οι αρθρικοί θύλακες και ο ουλώδης ιστός. Η εφαρμογή υπερήχων σε ιστούς με μεγάλη απορροφητικότητα έχει περισσότερες πιθανότητες να είναι κλινικά αποτελεσματική σε σύγκριση με την εφαρμογή σε ιστούς χαμηλής απορροφητικότητας (Watson, 2011).

5.4 Επιδράσεις των υπερήχων

Οι επιδράσεις των θεραπευτικών υπερήχων θα χωριστούν σε δύο κατηγορίες. Αυτές είναι οι επιδράσεις σε **κυτταρικό επίπεδο**, δηλαδή οι *θερμικές* και οι *μη θερμικές*, καθώς και οι **επιδράσεις** στην επιδιόρθωση των ιστών **ανάλογα με το στάδιο επούλωσης (βιολογικές επιδράσεις)**. Δηλαδή οι επιδράσεις στο *φλεγμονώδες στάδιο*, στο *στάδιο σχηματισμού κοκκιώδους ιστού* και στο *στάδιο ανακατασκευής των ιστών*.

Όπως προαναφέρθηκε οι υπέρηχοι επιδρούν σε επίπεδο κυττάρων και ιστών με δύο τρόπους: θερμικά και μη θερμικά. Η κατανόηση των δύο μηχανισμών δράσης είναι σημαντική γιατί η επίδρασή τους στο ανθρώπινο σώμα μπορεί να είναι είτε

βοηθητική είτε δυναμικά επιβλαβής κατά τη διάρκεια της φάσης επιδιόρθωσης των ιστών.

Θερμικές επιδράσεις

Όταν ο υπέρηχος διέρχεται από τους ιστούς, ένα ποσοστό αυτού απορροφάται, γεγονός που οδηγεί στην παραγωγή θερμότητας εντός των ιστών. Η ποσότητα της απορρόφησης εξαρτάται από τη φύση του ιστού, τον βαθμό αγγείωσης και τη συχνότητα του υπερήχου. Όπως προαναφέρθηκε οι ιστοί με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη απορροφούν πιο αποτελεσματικά τον υπέρηχο. Όσο υψηλότερη είναι η συχνότητα, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η απορρόφηση. Ακόμη, επιτυγχάνεται μία βιολογικά σημαντική θερμική επίδραση, εφόσον η θερμοκρασία των ιστών αυξάνεται στους 40 – 45° για τουλάχιστον πέντε λεπτά. Το αποτέλεσμα της θερμικής επίδρασης στους ιστούς αφορά στη μείωση του πόνου και του μυϊκού σπασμού σχετικά με χρόνια φλεγμονή, καθώς και στην επούλωση των ιστών λόγω της αύξησης της αιματικής ροής. Παρατηρείται επιλεκτική θέρμανση των ινών κολλαγόνου που σχηματίζουν τους συνδέσμους, τους τένοντες, τον ουλώδη ιστό, τον αρθρικό θύλακα. Οι ίνες του κολλαγόνου επιμηκύνονται όταν θερμαίνονται, κάτι που συμβάλλει στην αύξηση του εύρους τροχιάς των αρθρώσεων στις δύσκαμπτες αρθρώσεις. Ωστόσο, η αύξηση του εύρους τροχιάς των αρθρώσεων φαίνεται να είναι προσωρινή. Το πλεονέκτημα της χρήσης υπερήχου για τη μετάδοση αυτής της θερμαντικής επίδρασης είναι ότι ο θεραπευτής ελέγχει το βάθος, στο οποίο λαμβάνει χώρα η θέρμανση (Knight et al., 2001).

Μη θερμικές επιδράσεις

Σε πολλές περιπτώσεις ο υπέρηχος προκαλεί βιολογικές επιδράσεις στους ιστούς χωρίς την πρόκληση σημαντικής αύξησης της θερμοκρασίας. Υπάρχουν ενδείξεις ότι οι μη θερμικές επιδράσεις διαδραματίζουν κύριο ρόλο στη θεραπευτική δράση των υπερήχων, παρεμβαίνοντας: στην αναγέννηση των ιστών, στην επιδιόρθωση των μαλακών μορίων, στην αύξηση της αιματικής ροής σε χρόνια ισχαιμικούς ιστούς, στην επιτάχυνση της πρωτεϊνοσύνθεσης και στην επιδιόρθωση των οστών. Οι φυσικοί μηχανισμοί που θεωρείται ότι εμπλέκονται στην παραγωγή των μη θερμικών επιδράσεων, αποτελούν τη σπηλαίωση, το ηχητικό ρεύμα, τα στάσιμα κύματα και τη μικρομάλαξη (Malizos et al., 2006; Watson et al., 2011).

Σπηλαιώση: Οι σπηλαιώσεις αφορούν στον σχηματισμό μικροσκοπικών φυσαλίδων αέρα στους ιστούς, ως αποτέλεσμα της δόνησης του υπερήχου. Αυτό παρατηρείται σε υψηλές εντάσεις υπερήχου και είναι μάλλον απίθανο να προκύψει όταν εφαρμόζεται θεραπευτικός υπέρηχος σε ένταση 1 W/cm^2 ή λιγότερο. Ανάλογα με το μέγεθος της ενεργειακής πίεσης, οι φυσαλίδες μπορούν να είναι σταθερές ή ασταθείς:

- Σταθερή σπηλαιώση: Οι φυσαλίδες ταλαντώνονται εντός της πίεσης του υπερήχου κατά τη διάρκεια πολλών κύκλων, χωρίς όμως να διαρρηγνύονται. Λόγω του εύρους της χαμηλής πίεσης οι σχηματιζόμενες φυσαλίδες δονούνται ως ένα βαθμό, οπότε παράγονται αναστρέψιμες μεταβολές της διαπερατότητας της κυτταρικής μεμβράνης πλησίον του φαινομένου της σπηλαιώσης. Οι μεταβολές της κυτταρικής διαπερατότητας για ιόντα, όπως το ασβέστιο, ενδέχεται να επηρεάσουν σημαντικά την κυτταρική δραστηριότητα.
- Ασταθής σπηλαιώση: Συμβαίνει όταν οι φυσαλίδες μεγαλώνουν κατά τη διάρκεια των κύκλων, οπότε αυξάνεται ο όγκος τους και ξαφνικά καταρρέουν, επομένως προκαλούνται έντονες μεταβολές της πίεσης και της θερμοκρασίας και σχηματίζονται ελεύθερες ρίζες που οδηγούν σε εκτεταμένες ιστικές βλάβες. Η αποφυγή ενός πεδίου στάσιμων κυμάτων, η χρήση χαμηλών συχνοτήτων και ο παλμικός τρόπος εφαρμογής καθιστούν απίθανη την εκδήλωση ασταθούς σπηλαιώσης (Nanda, 2018).

Ηχητικό ρεύμα: Πρόκειται για την κίνηση προς μία κατεύθυνση ενός υγρού εντός του πεδίου υπερήχου. Είναι μία σταθερή, κυκλική ροή του κυτταρικού υγρού, η οποία εκδηλώνεται λόγω της ανάπτυξης υψηλής ταχύτητας δίπλα στα όρια μεταξύ υγρών και δομών, όπως είναι κύτταρα, φυσαλίδες και ίνες ιστών. Αυτή η ροή μπορεί να είναι ρεύμα μεγάλου ή μικρού μεγέθους. Το ηχητικό ρεύμα διεγείρει την κυτταρική δραστηριότητα αν εκδηλώνεται στο όριο της κυτταρικής μεμβράνης. Η προκύπτουσα γλοιοελαστική φόρτιση στη μεμβράνη μπορεί να επιφέρει μεταβολή της διαπερατότητας και της δραστηριότητας του ασβεστίου, με αποτέλεσμα ωφέλιμες θεραπευτικές μεταβολές, οι οποίες είναι απαραίτητες για: αυξημένη πρωτεϊνοσύνθεση, αυξημένες εκκρίσεις από τα ιστιοκύτταρα, μεταβολή της δραστηριότητας των ινοβλαστών και αυξημένη πρόσληψη ασβεστίου.

Στάσιμα κύματα: Τα στάσιμα κύματα προκύπτουν όταν τα ανακλασμένα κύματα επικάθονται πάνω στα προσπίπτοντα κύματα. Καθώς το στάσιμο κύμα αποτελείται

από δύο επικαλυπτόμενα κύματα, σε συνδυασμό με ένα κινούμενο στοιχείο, οι μέγιστες εντάσεις και η πίεση είναι υψηλότερες από αυτές του φυσιολογικού προσπίπτοντος κύματος. Μεταξύ των αντικόμβων, οι οποίοι είναι σημεία μέγιστης και ελάχιστης πίεσης, υπάρχουν κόμβοι που είναι σημεία σταθερής πίεσης. Στους αντικόμβους συλλέγονται φυσαλίδες αέρα, ενώ στους κόμβους συλλέγονται κύτταρα. Τα καθηλωμένα κύτταρα, όπως τα ενδοθηλιακά, τα οποία περιβάλλουν το εσωτερικό τοίχωμα των αιμοφόρων αγγείων, μπορούν να υποστούν βλάβη από τις μικρορευματικές δυνάμεις γύρω από τις φυσαλίδες, αν είναι στους αντικόμβους πίεσης. Η αυξημένη πίεση που παράγεται εντός του πεδίου στάσιμων κυμάτων μπορεί να οδηγήσει σε παροδική σπηλαίωση και συνεπώς στον σχηματισμό ελευθέρων ριζών. Επομένως, ο θεραπευτής πρέπει να κινεί την κεφαλή συνεχώς κατά τη διάρκεια της αγωγής και να χρησιμοποιεί τη χαμηλότερη απαιτούμενη ένταση (Nanda, 2018).

Μικρομάλαξη: Πρόκειται για τη ραγδαία μεταβαλλόμενη πίεση στα κύτταρα και τις ιστικές δομές λόγω της επίδρασης του υπερήχου. Τα κύματα συμπίεσης και αραιώσης του υπερήχου παράγουν μία μορφή κίνησης των ιστών, η οποία συμβάλλει στη μείωση του οιδήματος.

Έπειτα από μία κάκωση ακολουθεί η επιδιόρθωση του ιστού. Αυτό συμβαίνει σε τρεις φάσεις ή αλλιώς σε τρία στάδια επούλωσης. Ωστόσο, πρέπει να αναφερθεί ότι τα στάδια αυτά αλληλεπικαλύπτονται σε μεγάλο βαθμό και δε διαχωρίζονται με σαφή όρια μεταξύ τους. Οι τρεις φάσεις όπως έχει ξανααναφερθεί είναι η οξεία/φλεγμονώδης φάση, η υποξεία/πολλαπλασιασμού /σχηματισμού κοκκιώδους ιστού και η χρόνια/φάση ανακατασκευής των ιστών. Έχει φανεί πως η θεραπευτική δράση των υπερήχων εξαρτάται από το στάδιο επιδιόρθωσης των ιστικών βλαβών.

Επιδράσεις υπερήχου στη φλεγμονώδη φάση

Στο έντονα οξύ στάδιο είναι γνωστό πως υφίσταται οίδημα στους ιστούς. Φαίνεται ότι η παλμική εφαρμογή του υπερήχου προκαλεί αγγειοσυστολή στα αρτηριόλια, κάτι που οδηγεί σε μείωση της αιματικής ροής, γεγονός που συμβάλλει στην πρόληψη σχηματισμού οιδήματος στους ιστούς. Η αυξημένη αιματική ροή λόγω του υπερήχου διευκολύνει τη μεταφορά θρεπτικών ουσιών και οξυγόνου στο σημείο της κάκωσης, με αποτέλεσμα να υποχωρεί η φλεγμονή. Επίσης, έχει διαπιστωθεί ότι υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ του υπερήχου και των κυττάρων της επούλωτικής

διαδικασίας, όπως είναι τα αιμοπετάλια, τα μακροφάγα, τα ουδετερόφιλα, τα ιστιοκύτταρα. Οι δυνάμεις του ηχητικού ρεύματος αυξάνουν τη διαπερατότητα της μεμβράνης των αιμοπεταλίων. Έτσι, απελευθερώνεται σεροτονίνη και άλλοι παράγοντες της πληγής που διευκολύνουν την επιδιόρθωση. Επιπλέον, παράγεται ισταμίνη από τα ιστιοκύτταρα, η οποία συμβάλλει στη διαδικασία επιδιόρθωσης της πληγής (Jiang et al., 2018).

Επιδράσεις υπερήχου στη φάση πολλαπλασιασμού

Σε αυτή τη φάση συμβαίνουν κατά κύριο λόγο τα εξής: η διείσδυση κυττάρων στην πληγή, η αγγειογένεση, η εναπόθεση δικτύου, η συστολή της πληγής και η επαναθηλιοποίηση. Με την εφαρμογή του υπερήχου σε αυτό το στάδιο διεγείρονται οι ινοβλάστες για την παραγωγή περισσότερου κολλαγόνου και πρωτεΐνης, επομένως διεγείρεται η ανάπτυξη του ιστού και ο σχηματισμός ουλώδη ιστού, στοιχεία τα οποία συμβάλλουν στην επούλωση της τραυματισμένης περιοχής. Ο υπέρηχος φαίνεται να μπορεί να επηρεάσει τον ρυθμό της αγγειογένεσης, καθώς αναπτύσσονται ραγδαία τριχοειδή αγγεία σε χρόνια ισχαιμικό μυϊκό ιστό. Τέλος, η συστολή της πληγής είναι μία ουσιαστική και σημαντική διαδικασία για την επούλωση, επιταχύνεται με τη χρήση θεραπευτικού υπερήχου. Αυτό συμβαίνει όταν ο υπέρηχος εφαρμόζεται σε χαμηλή ένταση και με παλμικό τρόπο και σχηματίζεται μικρότερη πληγή (Huang et al., 2014).

Επιδράσεις του υπερήχου στη φάση ανακατασκευής των ιστών

Κατά τη διάρκεια της φάσης αυτής η πληγή καθίσταται σχετικά ανάγγεια, αυξάνεται η περιεκτικότητα σε κολλαγόνο, καθώς και η αντοχή εφελκυσμού της ουλής. Με την εφαρμογή θεραπευτικού υπερήχου περιορίζεται η εγκάρσια σύνδεση των ινών του κολλαγόνου, οπότε βελτιώνεται η διατασιμότητά τους και η αντοχή εφελκυσμού της ουλής. Τα βέλτιστα αποτελέσματα προκύπτουν όταν ακολουθούν διατατικές ασκήσεις έπειτα από τον υπέρηχο. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως η επίδραση του υπερήχου στις ιδιότητες της ουλής εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από την χρονική περίοδο έναρξης της αγωγής. Έχει διαπιστωθεί ότι προκύπτουν καλύτερα αποτελέσματα όταν ο υπέρηχος αρχίζει να εφαρμόζεται αμέσως μετά την πρόκληση του τραυματισμού (στη φλεγμονώδη φάση) (Watson, 2011).

5.5 Δοσολογία του υπερήχου

Η δοσολογία είναι ένα σχετικά αμφιλεγόμενο πεδίο όσον αφορά τον θεραπευτικό υπερήχο. Αυτή βασίζεται σε τρεις παράγοντες:

1. Μέγεθος της τραυματισμένης περιοχής
2. Βάθος της ιστικής βλάβης από την επιφάνεια του δέρματος
3. Φύση της βλάβης

Ο υπερήχος περιλαμβάνει κάποιες παραμέτρους, οι οποίες είναι οι παρακάτω:

- ✓ Τρόπος εκπομπής
- ✓ Συχνότητα
- ✓ Ένταση
- ✓ Διάρκεια της αγωγής

Τρόπος εκπομπής: συνεχής ή παλμική εκπομπή

Εξαρτάται από το στάδιο της επούλωσης (οξύ ή χρόνια), την περιοχή υπό αγωγή (μυς ή οστό) και την επιθυμητή επίδραση (θερμική ή μη θερμική). Γενικά, σε οξείες φάσεις επιλέγεται η παλμική εκπομπή, ενώ σε χρόνιες η συνεχής. Έπειτα, όσον αφορά την εφαρμογή σε οστικές περιοχές επιλέγεται παλμική εκπομπή για την ελαχιστοποίηση της περιουσιακής θέρμανσης. Όταν η επιθυμητή επίδραση είναι κυτταρική και μη θερμική, όπως η επούλωση πληγών ή καταγμάτων, προτιμάται η παλμική εκπομπή, καθώς είναι καταλληλότερη για την επιδιόρθωση ιστών. Όσον αφορά στην κινητοποίηση του ουλώδη ιστού, όπου χρειάζεται θερμική επίδραση, εφαρμόζεται συνεχής εκπομπή. Η συνεχής εκπομπή προτείνεται για μυοσκελετικές διαταραχές, όπως είναι ο μυϊκός σπασμός, η δυσκαμψία των αρθρώσεων και ο πόνος (Alfredo et al., 2020).

Συχνότητα

Η βασική αρχή για την επιλογή της συχνότητας του υπερήχου είναι υψηλότερη συχνότητα για επιφανειακή δράση και χαμηλότερη συχνότητα για εν τω βάθει δράση.

Έτσι, λοιπόν, η συχνότητα 3MHz επιλέγεται για επιφανειακή δράση και 1 MHz για εν τω βάθει δράση.

Ένταση

Όταν γίνει επιλογή της συχνότητας, έτσι ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό βάθος διείσδυσης, ο θεραπευτής πρέπει να αποφασίσει για το επίπεδο της έντασης. Η ένταση μετριέται σε W/cm^2 και οι περισσότερες συσκευές εκπέμπουν μέχρι μία μέγιστη μέση χωρική ένταση $2 - 3 W/cm^2$. Η μέση χρονική (SATA) ένταση είναι ένα σημαντικό μέγεθος για τις παλμικές εκπομπές. Η ένταση που φαίνεται στην ένδειξη του μετρητή αφορά συνήθως στη μέση χωρική/μέση χρονική (SATP) ένταση. Κατά τη διάρκεια μιας παλμικής εκπομπής, η ένταση SATA είναι προφανώς πολύ μικρότερη από αυτή που φαίνεται στην ένδειξη. Η επιλεγόμενη ένταση στον μετρητή αυξάνεται ανάλογα με τις απαιτήσεις και το επίπεδο των ιστών, λαμβάνοντας υπόψη τα εξής:

1. Ανάκλαση υπερήχου στις διεπαφές.
2. Απορρόφηση και σκέδαση υπερήχου καθώς διέρχεται βαθύτερα στους ιστούς.
3. Βάθος ημίσειας τιμής υπερήχου.

Επιπλέον, η ένταση του υπερήχου εξαρτάται και από το στάδιο επούλωσης της κάκωσης. Σε οξείες και υποξείες καταστάσεις η ένταση πρέπει να είναι χαμηλή και να προοδεύει σταδιακά από ένταση SATA $0,1 W/cm^2$ σε $0,5 - 0,8 W/cm^2$. Για χρόνιες καταστάσεις η ένταση πρέπει να είναι μεταξύ $0,8 - 3 W/cm^2$ (Nanda, 2018).

Διάρκεια της αγωγής

Σε γενικές γραμμές η διάρκεια της αγωγής κυμαίνεται μεταξύ 3 – 10 λεπτών ανά περιοχή αγωγής. Ωστόσο, έχει φανεί πως είναι αποτελεσματικότερο να επιλέγονται μεγαλύτεροι χρόνοι αγωγής όταν ο υπέρηχος χρησιμοποιείται για επούλωση καταγμάτων και πληγής, όπως και για την αύξηση της διατασιμότητας των ινών του κολλαγόνου. Αυτό προκύπτει από έρευνες που αποδεικνύουν ότι χρειάζονται μεγαλύτεροι χρόνοι αγωγής απ' ότι συνήθως σε βλάβες που αφορούν οστό και κολλαγόνο ιστό (Mayr et al., 2000).

Η διάρκεια της αγωγής εξαρτάται και από το μέγεθος της περιοχής της βλάβης. Η περιοχή πρέπει να χωρίζεται σε ζώνες, οι οποίες έχουν κατά προσέγγιση διπλάσιο

εμβαδόν από αυτό της κεφαλής της συσκευής του υπέρηχου. Σε κάθε ζώνη εφαρμόζεται υπέρηχος για το απαιτούμενο χρονικό διάστημα. Ακόμη, η διάρκεια της αγωγής εξαρτάται από τη φύση της βλάβης. Σε οξείες καταστάσεις η διάρκεια πρέπει να είναι μικρή και να αυξάνεται σταδιακά. Αντίθετα, σε χρόνιες καταστάσεις η διάρκεια της θεραπείας είναι μεγάλη. Πιο συγκεκριμένα συνήθως επιλέγονται αρχικά τα πέντε λεπτά θεραπείας και αυξάνονται σταδιακά μέχρι και σε δέκα λεπτά. Κάτι που είναι απαραίτητο να σημειωθεί, είναι πως η συχνότητα της αγωγής διαφέρει ανάλογα με τη φάση επούλωσης. Δηλαδή για οξείες καταστάσεις προτείνεται η αγωγή να είναι καθημερινή, ενώ για χρόνιες η αγωγή προτείνεται να είναι κάθε δεύτερη μέρα (Nanda, 2018).

5.6 Αντενδείξεις και προφυλάξεις

Αντενδείξεις

Θρομβοφλεβίτιδα: Δεν εφαρμόζεται υπέρηχος σε καταστάσεις όπως είναι η θρομβοφλεβίτιδα, καθώς η ηχοβόλιση ενδέχεται να προκαλέσει την αποκόλληση του εμβόλου και τον αποκλεισμό της κυκλοφορίας σε κάποιο άλλο μέρος του σώματος, όπως η καρδιά και ο εγκέφαλος.

Εγκυμοσύνη: Πρέπει να αποφεύγεται η εφαρμογή υπέρηχου στην οσφύ και τη λεκάνη μιας εγκύου ασθενούς, αφού η μητρική υπεραϊμία έχει συσχετιστεί με εμβρυϊκές ανωμαλίες, όπως είναι η καθυστέρηση της ανάπτυξης του εμβρύου, μικροκεφαλία, ανωμαλίες του μυελικού σωλήνα και μυελοδυσπλασία.

Κακοήθεια: Δεν πρέπει να εφαρμόζεται υπέρηχος πάνω από κακοήθεις βλάβες, καθώς υπάρχει κίνδυνος επαύξησης της ανάπτυξης αυτών και της εκδήλωσης μετάστασης (Lyon et al., 2003).

Βηματοδότης: Δεν πρέπει να εφαρμόζεται υπέρηχος στον θώρακα/άνω τμήμα της πλάτης σε ασθενή που χρησιμοποιεί βηματοδότη, επειδή αυτός θερμαίνεται και μπορεί να υποστεί βλάβη. Ωστόσο, μπορεί να εφαρμοστεί υπέρηχος σε άλλα τμήματα του σώματος σε τέτοιους ασθενείς.

Πάνω από αναπαραγωγικά όργανα: Ο υπέρηχος που χρησιμοποιείται στην αποκατάσταση ενδέχεται να επηρεάσει την παραγωγή γαμετών, επομένως συστήνεται να μην εφαρμόζεται πάνω από τα ανδρικά και γυναικεία αναπαραγωγικά όργανα.

Οξεία σήψη: Αν εφαρμοστεί υπέρηχος σε μία περιοχή στην οποία εκδηλώνεται οξεία σήψη, πιθανώς να διαδοθεί η μόλυνση ή σε κάποιες περιπτώσεις να αποκολληθεί ένα σηπτικό έμβολο, οπότε αντενδείκνυται η εφαρμογή υπερήχου. Αν η κεφαλή της συσκευής διέλθει πάνω από τη μολυσμένη περιοχή, τότε πρέπει να αποστειρωθεί με ένα κατάλληλο διάλυμα πριν την εφαρμογή στον επόμενο ασθενή.

Προφυλάξεις

Ο υπέρηχος με επαρκή ένταση για την παραγωγή θερμότητας πρέπει να εφαρμόζεται προσεκτικά στις παρακάτω καταστάσεις.

Οξεία φλεγμονή: Η θερμότητα μπορεί να επιδεινώσει την φλεγμονή και να επιδεινώσει την αιμορραγία, τον πόνο και το οίδημα, εμποδίζοντας την επούλωση και καθυστερώντας την ανάρρωση.

Κατάγματα: Ο υψηλής δΟΣολογίας υπέρηχος μπορεί να προκαλέσει πόνο αν εφαρμοστεί πάνω από κατάγματα οστών, οπότε πρέπει να επιλέγεται υπέρηχος χαμηλής δΟΣολογίας για την υποβοήθηση της επούλωσης.

Επιφυσιακή πλάκα: Γενικά υπάρχει αντιλογία στην αρθρογραφία σχετικά με την εφαρμογή του υπερήχου πάνω από τις επιφυσιακές πλάκες. Ωστόσο, προτείνεται να μην εφαρμόζεται υπέρηχος χαμηλής δΟΣολογίας σε παιδιά πριν από τη σύγκλιση της επίφυσης στις επιφυσιακές πλάκες.

Εμφυτεύματα στήθους: Λόγω της θερμότητας ενδέχεται να αυξηθεί η πίεση ενός εμφυτεύματος στήθους και να προκληθεί η ρήξη του. Γι' αυτό δεν πρέπει να εφαρμόζεται υψηλής δΟΣολογίας υπέρηχος πάνω από εμφυτεύματα στήθους (Watson, 2011; Nanda, 2018).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΥΠΕΡΗΧΟΣ ΣΕ ΔΙΑΣΤΡΕΜΜΑ ΠΟΔΟΚΝΗΜΙΚΗΣ

Όπως έχει γίνει γνωστό και παραπάνω, ο θεραπευτικός υπέρηχος έχει χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία μυοσκελετικών παθήσεων για πολλά χρόνια. Με βάση τα πειραματικά ευρήματα, ο υπέρηχος στην φυσικοθεραπεία συμβάλλει στην ανακούφιση του πόνου, τη μείωση του οιδήματος και τη βελτίωση της κινητικότητας των αρθρώσεων σε μία ποικιλία μυοσκελετικών διαταραχών, συμπεριλαμβανομένων των διαστρεμμάτων του αστραγάλου. Παρακάτω θα παρατεθούν κάποιες έρευνες σχετικά με την αποτελεσματικότητα του υπερήχου στον συγκεκριμένο τραυματισμό.

Οι Van den Bekerom et al. 2011, μέσω συστηματικής ανασκόπησης της αρθρογραφίας, συνέβαλαν στην επικαιροποίηση των στοιχείων που αφορούν την εφαρμογή του θεραπευτικού υπερήχου σε διαστρέμματα ποδοκνημικής. Στόχος της έρευνάς τους ήταν να προσδιορίσουν αν η θεραπεία με υπερήχους είναι πιο αποτελεσματική από άλλες θεραπείες (παρέμβαση με εικονικό φάρμακο, καμία θεραπεία ή άλλους τύπους παρεμβάσεων όπως θεραπευτική άσκηση, ακινητοποίηση, λέιζερ ή φαρμακευτική αγωγή) σε άτομα με οξεία διαστρέμματα αστραγάλου. Η αποτελεσματικότητα συσχετίστηκε με τη βελτίωση των παρακάτω: γενική αποκατάσταση, πόνος, οίδημα, λειτουργική αναπηρία και εύρος κίνησης. Αυτή η ανασκόπηση βασίστηκε στα αποτελέσματα έξι κλινικών δοκιμών, στις οποίες συμμετείχαν συνολικά 606 άτομα με οξεία διαστρέμματα ποδοκνημικής. Οι έρευνες παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες αναλυτικά.

Πίνακας 1: Makuloluwe et al., 1977

Μέθοδοι	Τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή
Συμμετέχοντες	80 ασθενείς με διαστρέμματα ποδοκνημικής. Κριτήρια ένταξης: ήπια ή μέτρια διαστρέμματα με πόνο στην απαγωγή/προσαγωγή του ποδιού. Κριτήρια αποκλεισμού: κατάγματα

	ποδοκνημικής.
Παρεμβάσεις	Ομάδα 1: θεραπεία με υπερήχους, 1,5 W/cm ² , 4 λεπτά, 4 – 10 συνεδρίες. Ομάδα 2: ακινητοποίηση με επιδέσμος (Elastoplast). Συν – παρεμβάσεις: εφαρμογή παγοκυστών σε ορισμένους ασθενείς στην ομάδα των υπερήχων.
Έκβαση	Διάστημα παρακολούθησης: 2 εβδομάδες. Παρενέργειες: δεν περιγράφονται. Εγκατέλειψαν: καμία αναφορά.
Συμπέρασμα συγγραφέων	Ο υπέρηχος είναι πιο αποτελεσματικός από την ακινητοποίηση με περίδεση.

Στην παραπάνω έρευνα των Makuloluwe et al. 1977 φάνηκε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ατόμων της Ομάδας 1 (ομάδα υπερήχου) ανέρρωσε μέσα σε επτά ημέρες έναντι των ατόμων της Ομάδας 2 (περίδεση με Elastoplast), όπου οι περισσότεροι ανέρρωσαν έπειτα από δύο εβδομάδες. Επομένως, στη συγκεκριμένη έρευνα παρατηρήθηκε σημαντική διαφοροποίηση υπέρ της θεραπείας των υπερήχων σε σύγκριση με την εφαρμογή επιδέσμου.

Πίνακας 2: Nyanzi et al., 1999

Μέθοδοι	Τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή
Συμμετέχοντες	58 ασθενείς με διαστρέμματα ποδοκνημικής. Κριτήρια ένταξης: χρόνος από τον τραυματισμό < 100 ώρες, ικανότητα να ακολουθηθούν οι οδηγίες, 14 – 65 ετών.

	<p>Κριτήρια αποκλεισμού: προηγούμενος παρόμοιος τραυματισμός εντός 1 έτους, πολλαπλοί τραυματισμοί, διαβητικοί, εκτεταμένοι κίρσοι, τραυματισμοί σε οστά.</p>
Παρεμβάσεις	<p>Ομάδα 1: παλμική αναλογία υπερήχου 1:4, 3 MHz, 0,25 W/cm², 2 λεπτά, 3 συνεδρίες για 3 συνεχόμενες μέρες.</p> <p>Ομάδα 2: ψευδής υπέρηχος (placebo).</p> <p>Συν – παρεμβάσεις: ανύψωση ποδιού κατά την ξεκούραση, στήριξη στο πόδι, παρακεταμόλη για όσους χρειάστηκαν αναλγητικά.</p>
Έκβαση	<p>Διάρκεια παρακολούθησης: 2 εβδομάδες.</p> <p>Αξιολόγηση σε: πόνο, οίδημα, εύρος ραχιαίας και πελματιαίας κάμψης, ικανότητα στήριξης στο πόδι.</p> <p>Όλοι ανέφεραν πλήρη ανάρρωση και δεν ακολούθησαν περαιτέρω αξιολογήσεις.</p> <p>Παρενέργειες: δεν περιγράφονται.</p> <p>Εγκατέλειψαν: 7 άτομα.</p>
Συμπέρασμα συγγραφέων	<p>Στη δόση και στη διάρκεια που χρησιμοποιήθηκε, ο υπέρηχος δεν φάνηκε να είναι καλύτερος από το placebo.</p>

Η δεύτερη έρευνα δεν ανίχνευσε σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο ομάδων όσον αφορά τη μείωση του πόνου στην αξιολόγηση μέσω της κλίμακας VAS. Έπειτα, βρέθηκε η ελάχιστη σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των δύο ομάδων σε σχέση με τη μείωση του οιδήματος. Πιο συγκεκριμένα η μείωση ήταν

κατά 0,3 cm μεγαλύτερη στα άτομα που δέχτηκαν θεραπεία με υπέρηχο σε σύγκριση με την ομάδα placebo έπειτα από 2 εβδομάδες. Για την ικανότητα στήριξης του άκρου παρατηρήθηκε μικρή διαφορά, η οποία ήταν υπέρ της πραγματικής θεραπείας με υπέρηχο. Τέλος, η διαφοροποίηση για το εύρος κίνησης της ραχιαίας και πελματιαίας κάμψης ήταν μικρή, αλλά στατιστικά μη σημαντική.

Πίνακας 3: Oakland et al., 1993

Μέθοδοι	Τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή
Συμμετέχοντες	<p>220 άτομα με οξύ τραυματισμό στην ποδοκνημική (μέση ηλικία: 28 ετών).</p> <p>Κριτήρια ένταξης: τραυματισμός πλάγιων συνδέσμων ήπιας σοβαρότητας, χρόνος από τραυματισμό < 48 ώρες.</p> <p>Κριτήρια αποκλεισμού: κατάγματα, υπερευαισθησία στο Felbinac τζελ, πολύ γδαρμένο δέρμα, άσθμα, ρευματικές παθήσεις, σοβαρή νεφρική, ηπατική, καρδιαγγειακή ή δερματολογική ασθένεια, ασθενείς που χρειάζονταν αναλγητικά ή άλλα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη, έγκυες, θηλάζουσες.</p>
Παρεμβάσεις	<p>Ομάδα 1: παλμικός υπέρηχος, 3 MHz, 0,25 – 0,5 W/cm², 2 – 3 λεπτά, 4 συνεδρίες σε διάστημα 7 ημερών, σε συνδυασμό με Felbinac τζελ (2 – 3 εφαρμογές κάθε μέρα).</p> <p>Ομάδα 2: ψευδής υπέρηχος σε συνδυασμό με Felbinac τζελ.</p> <p>Ομάδα 3: υπέρηχος με ψευδές Felbinac τζελ (placebo τζελ).</p> <p>Συν – παρεμβάσεις: καμία.</p>

Έκβαση	Διάρκεια παρακολούθησης: 1 εβδομάδα. Αξιολόγηση σε: πόνο σε κίνηση ή σε ηρεμία, ικανότητα στήριξης πλήρους βάρους, βελτίωση της γενικής σοβαρότητας. Εγκατέλειψαν: 52 άτομα.
Συμπεράσματα συγγραφέων	Λίγες διαφορές μεταξύ των ομάδων παρέμβασης. Η αποτελεσματικότητα του τζελ είναι παρόμοια με την θεραπεία υπερήχου.

Η παραπάνω έρευνα είναι η μοναδική στην οποία καταγράφηκαν παρενέργειες. Συγκεκριμένα 8 από τους 73 συμμετέχοντες που τους χορηγήθηκε υπέρηχος ως θεραπεία (συν το placebo τζελ) ανέφεραν 11 μη σοβαρές παρενέργειες συμπεριλαμβανομένων γαστρεντερικών επεισοδίων και δερματικών αντιδράσεων. Σε ένα άτομο διακόπηκε η θεραπεία λόγω δερματικών αντιδράσεων και το άτομο αποσύρθηκε από τη δοκιμή.

Πίνακας 4: Van Lelieveld, 1979

Μέθοδοι	Τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή
Συμμετέχοντες	60 ασθενείς με οξεία διαστρέμματα της ποδοκνημικής. Κριτήρια ένταξης: χρόνος από τον τραυματισμό 0 – 4 μέρες, να μην έχει συμβεί παλαιότερα κάποια άλλη παραμόρφωση. Μέση ηλικιακή ομάδα: 23 – 29 ετών.
Παρεμβάσεις	Ομάδα 1: συνεχής υπέρηχος, 0,5 W/cm ² , 5 – 10 λεπτά, 5 συνεδρίες την εβδομάδα, 2 εβδομάδες.

	<p>Ομάδα 2: ηλεκτροθεραπεία, διαδυναμικό ρεύμα, διάρκεια παλμού 10 msec, 50/100 Hz, 4 – 8 λεπτά.</p> <p>Ομάδα 3: ψευδής υπέρηχος.</p> <p>Συν – παρεμβάσεις: εφαρμογή ελαστικών επιδέσμων, πατερίτσες, ανύψωση ποδιών, ασκήσεις πελματιαίας κάμψης.</p>
Έκβαση	<p>Διάρκεια παρακολούθησης: 15 ημέρες.</p> <p>Αξιολόγηση σε: πόνο, οίδημα, ικανότητα βάδισης, εύρος τροχιάς των κινήσεων.</p> <p>Παρενέργειες: δεν περιγράφονται.</p> <p>Εγκατέλειψαν: 3 άτομα.</p>
Συμπεράσματα συγγραφέα	<p>Η θεραπεία με υπέρηχο φαίνεται πως δεν έχει σημαντική επίδραση στην πορεία της ανάρρωσης.</p>

Στην έρευνα του Van Lelieveld 1979 παρατηρήθηκε πως οι συμμετέχοντες, στους οποίους εφαρμόστηκε θεραπευτικός υπέρηχος, είχαν μείωση οιδήματος (μικρότερη από 0,5 cm) έπειτα από επτά ημέρες. Από αυτή την έρευνα προέκυψε πως η θεραπεία με υπέρηχο ήταν λιγότερο ευεργετική σε σχέση με την εφαρμογή ηλεκτροθεραπείας όσον αφορά τον πόνο, το οίδημα καθώς και την ικανότητα της βάδισης. Ωστόσο, δεν υπήρξαν τόσο μεγάλες διαφοροποιήσεις έτσι ώστε να είναι στατιστικά σημαντικές.

Πίνακας 5: Williamson et al., 1986

Μέθοδοι	Τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή
Συμμετέχοντες	<p>154 ασθενείς με διαστρέμματα ποδοκνημικής.</p> <p>Κριτήρια ένταξης: χρόνος από</p>

	<p>τραυματισμό < 48 ώρες, τραυματισμός πλάγιων συνδέσμων ποδοκνημικής, 12 – 65 ετών.</p> <p>Κριτήρια αποκλεισμού: κατάγματα, πλήρης ρήξη με > 6 mm άνοιγμα του αστραγάλου πλευρικά ή > 6 mm πρόσθια μετατόπιση του αστραγάλου.</p>
<p>Παρεμβάσεις</p>	<p>Διάρκεια θεραπείας: μέχρι την ανάρρωση.</p> <p>Ομάδα 1: υπέρηχος σε εναλλασσόμενες ημέρες.</p> <p>Ομάδα 2: ψευδής υπέρηχος.</p> <p>Συν – παρεμβάσεις: παγοκύστες, ασκήσεις, πατερίτσες αν χρειαζόταν.</p>
<p>Έκβαση</p>	<p>Διάρκεια παρακολούθησης: 4 εβδομάδες.</p> <p>Αξιολόγηση σε: οίδημα, δυσφορία του ασθενή, πόνο (ιδιαίτερα πόνο στην πελματιαία κάμψη).</p> <p>Παρενέργειες: δεν περιγράφονται.</p> <p>Εγκατέλειψαν: 44 άτομα.</p>
<p>Συμπεράσματα συγγραφέων</p>	<p>Ο θεραπευτικός υπέρηχος δεν επιταχύνει την αποκατάσταση μετά από διάστρεμμα ποδοκνημικής.</p>

Η διαπίστωση ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων παρέμβασης υπονοεί ότι η εφαρμογή του υπερήχου είναι μία θεραπευτική μέθοδος που δεν επιταχύνει την ανάρρωση έπειτα από διάστρεμμα της ποδοκνημικής. Φαίνεται ότι ένα φυσικοθεραπευτικό πλάνο πρώιμης άσκησης, εφαρμογής παγοκυστών και βάδισης δεν απαιτεί την ενσωμάτωση θεραπευτικού υπερήχου. Ως εκ τούτου, θα ήταν πολύ εύκολο να δημιουργηθεί ένα πρόγραμμα φυσικοθεραπείας στο σπίτι.

Πίνακας 6: Zammit et al., 2005

Μέθοδοι	Τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή
Συμμετέχοντες	<p>34 ασθενείς με διαστρέμματα ποδοκνημικής (μέση ηλικία 32 ετών). Κριτήρια ένταξης: διαστρέμματα βαθμού I και II, διάρκεια από τραυματισμό μεταξύ 24 και 96 ωρών. Κριτήρια αποκλεισμού: κατάγματα, πλήρεις ρήξεις, προηγούμενος παρόμοιος τραυματισμός, πολλαπλοί τραυματισμοί, διαβήτης, πρόσφατη φλεβική θρόμβωση κ. ά.</p>
Παρεμβάσεις	<p>Ομάδα 1: υπέρηχος σε εναλλασσόμενες ημέρες για 2 εβδομάδες (έξι συνεδρίες), παγοκύστες, ελαστικός επίδεσμος, ασκήσεις. (Υπέρηχος: 0,25 W/cm², 3 MHz, 10 λεπτά – 3 πρώτες συνεδρίες, 0,5 W/cm², 3 MHz, 6 λεπτά – 3 τελευταίες συνεδρίες). Ομάδα 2: ψευδής υπέρηχος σε εναλλασσόμενες ημέρες για 2 εβδομάδες, παγοκύστες, ελαστικός επίδεσμος, ασκήσεις. Ομάδα 3: παγοκύστες, ελαστικός επίδεσμος και ασκήσεις.</p>
Έκβαση	<p>Διάρκεια παρακολούθησης: 22 ημέρες. Αξιολόγηση σε: πόνο, οίδημα, εύρος τροχιάς, σταθερότητα στην όρθια θέση. Παρενέργειες: δεν περιγράφονται. Εγκατέλειψαν: 5 άτομα.</p>
Συμπεράσματα συγγραφέων	<p>Η θεραπεία με υπερήχους δεν αυξάνει</p>

	την αποτελεσματικότητα της διαχείρισης των οξέων διαστρεμμάτων της ποδοκνημικής.
--	--

Στην έρευνα των Zammit et al. 2005 δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική διαφορά στη μείωση του πόνου σε 22 μέρες μεταξύ των ομάδων παρέμβασης. Επίσης, όσον αφορά τη μείωση του οιδήματος δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων (μείωση στην ομάδα υπερήχου κατά 1 cm και στην ψευδή 1,3 cm). Οι μετρήσεις που αφορούσαν την σταθερότητα στην όρθια θέση έδειξαν αμελητέες διαφορές μεταξύ των ομάδων. Εκεί που παρατηρήθηκαν διαφορές, αλλά δεν ήταν τελικά τόσο σημαντικές, ήταν στο εύρος τροχιάς της ραχιαίας και πελματιαίας κάμψης. Μέση αύξηση για την πελματιαία κάμψη στην ομάδα υπερήχου ήταν οι 4,7 μοίρες και οι 4,6 μοίρες αντίστοιχα στην ομάδα ψευδούς υπερήχου. Τα νούμερα αυτά για την αύξηση της ραχιαίας κάμψης ήταν 10 μοίρες και 5,2 μοίρες, αντίστοιχα.

Συμπερασματικά, μέσα από την ανασκόπηση των Van den Bekerom et al. 2011 διαπιστώθηκε ότι η θεραπεία με υπέρηχο δεν φαίνεται να ενισχύει κατά πολύ την ανάρρωση ή να βοηθά στη μείωση του πόνου και του πρηξίματος ή να βελτιώνει την ικανότητα στήριξης στο προσβεβλημένο άκρο έπειτα από διάστρεμμα της ποδοκνημικής. Ακόμη, φαίνεται πως τα περισσότερα διαστρέμματα επουλώνονται γρήγορα. Ενώ ο υπέρηχος μπορεί να ενισχύσει την αποκατάσταση σε μικρό βαθμό, το όφελος είναι πιθανώς πολύ μικρό για να θεωρηθεί σημαντικό. Με αυτό το συμπέρασμα έρχονται να συμφωνήσουν και οι έρευνες των Verhagen 2013 και Swain et al. 2012, από τις οποίες προκύπτει ότι ο θεραπευτικός υπέρηχος έχει λίγα ευεργετικά αποτελέσματα στη συνολική βελτίωση, τον πόνο ή την ικανότητα στήριξης του βάρους στα οξεία διαστρέμματα. Αυτό συμβαίνει καθώς φάνηκε πως οι περισσότεροι συμμετέχοντες με διαστρέμματα ανακάμπτουν ανεξάρτητα από την παρέμβαση.

Μία άλλη έρευνα, αυτή των Bradnock et al. 1996 συνέκρινε την άμεση αποτελεσματικότητα του υπερήχου υψηλής συχνότητας (3MHz) και χαμηλής συχνότητας (45kHz) για τη θεραπεία διαστρέμματος ποδοκνημικής σε οξεία φάση. Επίσης, μία τρίτη ομάδα ατόμων έλαβε ψευδές υπέρηχο χαμηλής συχνότητας. Η μελέτη αξιολόγησε τις χωροχρονικές παραμέτρους της βάρδισης, δηλαδή το μήκος

βήματος, τη συμμετρία της διάρκειας της φάσης ταλάντευσης, τον ρυθμό και την ταχύτητα της βάδισης. Οι συγγραφείς κατέγραψαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις των παραπάνω παραμέτρων στην ομάδα του υπερήχου υψηλής συχνότητας. Ωστόσο, τα οφέλη ενδέχεται να μη διατηρούνται μακροπρόθεσμα, κάτι που όμως δε μπορεί να διαπιστωθεί λόγω της έλλειψης συνέχειας παρακολούθησης (Shanks et al. 2010).

Με βάση όλα τα παραπάνω φαίνεται πως δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα υψηλής ποιότητας, που να αποδεικνύουν την υπεροχή του θεραπευτικού υπερήχου έναντι άλλων μέσων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Γενικά, προκύπτει ότι ο υπέρηχος είναι αποτελεσματικός όσον αφορά την αντιμετώπιση κυρίως διαστρεμμάτων σε οξεία φάση (οι έρευνες επικεντρώνονται σε αυτό το στάδιο της επούλωσης). Με αυτό έρχεται να συμφωνήσει και ο Roebroek 1998, που αναφέρει ότι η θεραπεία με υπερήχους θεωρείται αποτελεσματική στην πρώτη φάση της θεραπείας. Ο υπέρηχος φαίνεται να βελτιώνει το οίδημα, τον πόνο, την ικανότητα στήριξης στο πόδι και το εύρος τροχιάς των κινήσεων που επηρεάζονται ανάλογα τους συνδέσμους που έχουν τραυματιστεί. Ωστόσο, οι θετικές επιδράσεις του υπερήχου δεν είναι γνωστό αν είναι μακροπρόθεσμες, καθώς η παρακολούθηση έπειτα από τις παρεμβάσεις διήρκεσαν το μέγιστο για 4 εβδομάδες στις παραπάνω έρευνες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα *διαστρέμματα* της ποδοκνημικής άρθρωσης είναι από τις συχνότερες κακώσεις του μυοσκελετικού συστήματος. Ανάλογα με το μηχανισμό κάκωσης και την εντόπιση των διαστρεμμάτων, εκείνα ταξινομούνται σε: υπτιασμού, πρηνισμού και συνδέσμων. Ανεξάρτητα από την περιοχή στην οποία προκαλείται η κάκωση, η βαρύτητα ενός διαστρέμματος κατηγοριοποιείται σε τρεις βαθμούς ανάλογα με το μέγεθος της συνδεσμικής βλάβης. Ταξινομείται, λοιπόν, σε 1^ο βαθμού (ελαφριά ρήξη των συνδέσμων), 2^ο βαθμού (μερική ρήξη των συνδέσμων) και 3^ο βαθμού (πλήρης ρήξη των συνδέσμων).

Έπειτα, όσον αφορά την *αξιολόγηση* ενός διαστρέμματος, ο φυσικοθεραπευτής οφείλει να αξιολογήσει τον πόνο, το οίδημα, το εύρος τροχιάς των κινήσεων, τη μυϊκή δύναμη των μυών, καθώς και τη στατική και δυναμική ισορροπία του ατόμου. Ακόμη, υπάρχουν κάποιες ειδικές διαγνωστικές δοκιμασίες για τη ρήξη των συνδέσμων. Οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες είναι η δοκιμασία πρόσθιας συρταροειδούς ολίσθησης της ποδοκνημικής, η δοκιμασία ραιβότητας, ο έλεγχος ακεραιότητας της κάτω κνημοπερονιαίας συνδέσμων και η δοκιμασία συμπίεσης.

Στη συνέχεια, η *φυσικοθεραπευτική αντιμετώπιση* ενός διαστρέμματος πραγματοποιείται ανάλογα με το στάδιο επούλωσης. Οπότε, χωρίζεται σε τρεις φάσεις: στην φυσικοθεραπευτική αντιμετώπιση σε οξεία, σε υποξεία και σε χρόνια φάση. Ένα από τα μέσα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπιση του διαστρέμματος είναι ο θεραπευτικός υπέρηχος. Υπέρηχος ονομάζεται το μηχανικό κύμα με συχνότητα μεγαλύτερη από αυτήν που μπορεί να ακούσει ο άνθρωπος. Επιδρά σε κυτταρικό και βιολογικό επίπεδο. Υπάρχουν κάποιες παράμετροι που πρέπει να ορίζονται από τον φυσικοθεραπευτή και αυτές είναι: ο τρόπος εκπομπής, η συχνότητα, η ένταση και η διάρκεια της αγωγής.

Με βάση την ανασκόπηση της αρθρογραφίας προέκυψε ότι ο *θεραπευτικός υπέρηχος* είναι αποτελεσματικός όσον αφορά κυρίως την αντιμετώπιση ενός διαστρέμματος σε οξεία φάση. Ωστόσο, δεν είναι γνωστό, αν τα οφέλη που επέρχονται από την εφαρμογή του, διατηρούνται μακροπρόθεσμα. Τέλος, φαίνεται ότι υπάρχουν ελλιπή δεδομένα όσον αφορά την αποτελεσματικότητα του υπερήχου

σε σχέση με άλλα φυσικά μέσα ή παρεμβάσεις που εφαρμόζονται στον τομέα της φυσικοθεραπείας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Alfredo, P. P., Junior, W. S., Casarotto, R. A.** 2020, Efficacy of continuous and pulsed therapeutic ultrasound combined with exercises for knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 026921552090378. doi:10.1177/0269215520903786.
2. **Bossard, D. S., Remus, A., Doherty, C., Gribble, P. A., Delahunt, E.** 2018, Developing consensus on clinical assessment of acute lateral ankle sprain injuries: protocol for an international and multidisciplinary modified Delphi process. *British Journal of Sports Medicine*. doi:10.1136/bjsports-2017-099007.
3. **Bradnock, B., Law, H., Roscoe, K.** 1996, A Quantitative Comparative Assessment of the Immediate Response to High Frequency Ultrasound and Low Frequency Ultrasound (“Longwave Therapy”) in the Treatment of Acute Ankle Sprains. *Physiotherapy*, 82(2), 78–84. doi:10.1016/s0031-9406(05)66955-6.
4. **Brison, R. J., Day, A. G., Pelland, L., Pickett, W., Johnson, A. P., Aiken, A., Pichora, D. R., Brouwer, B.** 2016, Effect of early supervised physiotherapy on recovery from acute ankle sprain: randomised controlled trial. *BMJ*, i5650. doi:10.1136/bmj.i5650.
5. **Brotzman, B. S., Manske, R. C.** 2015, Ορθοπαιδική Αποκατάσταση στην Κλινική Πράξη. Μετάφραση Τριανταφυλλόπουλος, Γ., Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης Γεωργούδης, Γ., Μπίλλη, Ε. Α., Τρίγκας, Π., Φουσέκης, Κ., Κούτρας, Γ., Στριμπάκος, Ν. Σ., Τσέπης, Η. Εκδόσεις: Κωνσταντάρας Ιατρικές Εκδόσεις, pp 315-316.
6. **Casarotto, R. A., Adamowski, J. C., Fallopa, F., Bacanelli, F.** 2004, Coupling agents in therapeutic ultrasound: acoustic and thermal behavior 1,21No commercial party having a direct financial interest in the results of the research supporting this article has or will confer a benefit on the authors or any organization with which the authors are associated.2The therapeutic ultrasound was provided by Bioset Indústria de Tecnologia Eletrônica Ltda. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(1), 162–165. doi:10.1016/s0003-9993(03)00293-4.
7. **Chen E. T., McInnis K. C., Borg-Stein J.** 2019, Ankle Sprains: Evaluation, Rehabilitation and Prevention. *Current Sports Medicine Reports*, 18(6): 217-223. doi: 10.1249/jsr.0000000000000603.
8. **Delahunt, E., Bleakley, C. M., Bossard, D. S., Caulfield, B. M., Docherty, C. L., Doherty, C., Fourchet, F., Fong, D. T., Hertel, J., Hiller, C. E., Kaminski, T. W., McKeon, P. O., Refshauge, K. M., Remus, A., Verhagen, E., Vicenzino, B. T., Wikstrom, E. A., Gribble, P. A.** 2018, Clinical assessment of acute lateral ankle sprain injuries (ROAST): 2019 consensus statement and recommendations of the International Ankle

- Consortium. *British Journal of Sports Medicine*. doi:10.1136/bjsports-2017-098885.
9. **Delahunt, E., Remus, A.** 2019, Risk Factors for Lateral Ankle Sprains and Chronic Ankle Instability. *Journal of Athletic Training*, 54(6): 611–616. doi:10.4085/1062-6050-44-18.
 10. **Doherty, C., Bleakley, C., Delahunt, E., Holden, S.** 2016, Treatment and prevention of acute and recurrent ankle sprain: an overview of systematic reviews with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51(2), 113–125. doi:10.1136/bjsports-2016-096178.
 11. **Fousekis, K.** 2014, Εφαρμοσμένη Αθλητική Φυσικοθεραπεία. Εκδόσεις: Broken Hill Publishers Ltd, pp 1059-1075.
 12. **Gatt, A.** 2011, Clinical Assessment of Ankle Joint Dorsiflexion: A Review of Measurement Techniques. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 101(1): 59–69. doi: 10.7547/1010059.
 13. **Gribble, P. A.** 2019, Evaluating and Differentiating Ankle Instability. *Journal of Athletic Training*. doi:10.4085/1062-6050-484-17.
 14. **Halabchi, F., Hassabi, M.** 2020, Acute ankle sprain in athletes: Clinical aspects and algorithmic approach. *World Journal of Orthopedics*, 11(12): 534-558. doi: 10.5312/wjo.v11.i12.534.
 15. **Hoogenboom, B.J., Voight, M.L., Prentice, W.E.** 2016, ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΓΙΑ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ. Μετάφραση Τριανταφυλλόπουλος, Γ., Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης Γεωργούδης, Γ., Μπίλλη, Ε., Πουλής, Ι., Φουσέκης, Κ., Κούτρας, Γ., Στριμπάκος, Ν. Σ., Τσέπη, Η. Εκδόσεις: Κωνσταντάρας Ιατρικές Εκδόσεις, pp. 834-835.
 16. **Huang, J.J, Shi, Y.Q, Li, R.L., Hu, A., Zhou, H.S., Cheng, Q, Xu, Z., Yang, Z.M., Hao, C.N., Duan, J.L.** 2014, Angiogenesis effect of therapeutic ultrasound on ischemic hind limb in mice. *American Journal of Translational Research*, 6(6):703-13.
 17. **Jiang, X., Savchenko, O., Li, Y., Qi, S., Yang, T., Zhang, W., Chen, J.** 2018, A Review of Low-Intensity Pulsed Ultrasound for Therapeutic Applications. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 1–1. doi:10.1109/tbme.2018.2889669.
 18. **Karlsson, J., Peterson, L.** 1991, Evaluation of ankle joint function: the use of a scoring scale. *The Foot*, 1(1), 15–19. doi:10.1016/0958-2592(91)90006-w.
 19. **Knight, C.A., Rutledge, C.R., Cox, M.E., Acosta, M., Hall, S.J.** 2001, Effect of Superficial Heat, Deep Heat, and Active Exercise Warm-up on the Extensibility of the Plantar Flexors. *Physical Therapy*, doi:10.1093/ptj/81.6.1206.
 20. **Larkins, L. W., Baker, R. T., Baker, J. G.** 2020, Physical Examination of the Ankle: A Review of the Original Orthopedic Special Test Description and Scientific Validity of Common Tests for Ankle Examination. *Archives of Rehabilitation Research and Clinical Translation*, 2(3): 100072. doi: 10.1016/j.arrct.2020.100072.

21. **Lyon, R., Liu, X. C., Meier, J.** 2003, The effects of therapeutic vs. high-intensity ultrasound on the rabbit growth plate. *Journal of Orthopaedic Research*, 21(5), 865–871. doi:10.1016/s0736-0266(03)00047-0.
22. **Maffulli, N., Ferran, N. A.** 2008, Management of acute and chronic ankle instability. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 16(10): 608-15, doi: 10.5435/00124635-200810000-00006.
23. **Magee D. J.** 2018, ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΟΡΘΟΠΑΙΔΙΚΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ. Μετάφραση Κατσουλάκης, Κ. Δ., Ζεέρης, Η. Φ., Επιμέλεια Γιόφτσος, Γ. Εκδόσεις Συμμετρία, pp. 949-955.
24. **Makuloluwe, R. T., Mouzas, G. L.** 1977, Ultrasound in the treatment of sprained ankles. *Practitioner*, 218(1306): 586–8.
25. **Malizos, K. N., Hantes, M. E., Protopappas, V., Papachristos, A.** 2006, Low-intensity pulsed ultrasound for bone healing: An overview. *Injury*, 37(1), S56–S62. doi:10.1016/j.injury.2006.02.037.
26. **Malliaropoulos, N., Ntessalen, M., Papacostas, E., Giuseppe Longo, U., Maffulli, N.** 2009, Reinjury after Acute Lateral Ankle Sprains in Elite Track and Field Athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 37(9), 1755–1761. doi:10.1177/0363546509338107.
27. **Mayr, E., Rudzki, M.-M., Rudzki, M., Borchardt, B., Häusser, H., Rüter, A.** 2000, Does low intensity, pulsed ultrasound speed healing of scaphoid fractures? *Handchirurgie Mikrochirurgie Plastische Chirurgie*, 32(2), 115–122. doi:10.1055/s-2000-19253.
28. **Myrick, K. M.** 2014, Clinical Assessment and Management of Ankle Sprains. *Orthopaedic Nursing*, 33(5), 244–248. doi:10.1097/nor.0000000000000083.
29. **Nanda, B. K.** 2018, ΗΛΕΚΤΡΟΘΕΡΑΠΕΙΑ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ. Επιμέλεια: Κοτταράς, Σ., Κουτσογιάννης, Κ.Μ., Εκδόσεις: Broken Hill Publishers Ltd, pp. 443 – 487.
30. **Neumann, D. A.** 2016, ΚΙΝΗΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ, Θεμέλια της αποκατάστασης, Μετάφραση – Επιμέλεια από τα Αγγλικά Τσέπης Η., Εκδόσεις Συμμετρία, pp. 690-691.
31. **Nyanzi, C. S., Langridge, J., Heyworth, J. R., Mani, R.** 1999, Randomized controlled study of ultrasound therapy in the management of acute lateral ligament sprains of the ankle joint. *Clinical Rehabilitation*, 13(1), 16–22. doi:10.1191/026921599701532081.
32. **Oakland, C, Rapier, C.** 1993, A comparison of the efficacy of the topical NSAID felbinac and ultrasound in the treatment of acute ankle injuries. *British Journal of Clinical Research*, 4:89–96.
33. **Platzer, W., Fritsch, H., Kohnel, W., Kahle, W., Frotscher, M.** 2011, Εγχειρίδιο Περιγραφικής Ανατομικής. Συντονισμός – Επιμέλεια: Αρβανίτης, Δ. Α., Σκανδαλάκης, Π. Ν., Εκδόσεις: Broken Hill Publishers Ltd.
34. **Poltawski, L., Watson, T.** 2007, Relative transmissivity of ultrasound coupling agents commonly used by therapists in the UK. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 33(1), 120–128. doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2006.0.
35. **Ray, R. G.** 2016 Arthroscopic Anatomy of the Ankle Joint. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*, 33(4), 467–480. doi:10.1016/j.cpm.2016.06.001.
36. **Roebroek, M. E., Dekker, J., Oostendorp, R. A.** 1998, The Use of Therapeutic Ultrasound by Physical Therapists in Dutch Primary Health Care. *Physical Therapy*, 78(5), 470–478. doi:10.1093/ptj/78.5.470.

37. **Shanks, P., Curran, M., Fletcher, P., Thompson, R.** 2010, The effectiveness of therapeutic ultrasound for musculoskeletal conditions of the lower limb: A literature review. *The Foot*, 20(4), 133–139. doi:10.1016/j.foot.2010.09.006.
38. **Solomon, L., Warwick, D. J., Nayagam, S.** 2010, Apley's Σύγχρονη Ορθοπαιδική και Τραυματολογία Βασική Ορθοπαιδική, Μετάφραση – Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης Παπαγγελόπουλος Π. Ι., Βλάσσης Κ. Γ., ΕΚΔΟΣΕΙΣ Π.Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ ΕΠΕ, pp 459-460.
39. **Swain, M., Henschke, N.** 2012, Therapeutic ultrasound is not clinically beneficial for acute ankle sprains. *British Journal of Sports Medicine*, 46(4), 241–242. doi:10.1136/bjsports-2011-090894.
40. **Ter Haar, G.** 1999, Therapeutic ultrasound. *European Journal of Ultrasound*, 9(1), 3–9. doi:10.1016/s0929-8266(99)00013-0.
41. **Terada, M., Pietrosimone, B. G., Gribble, P. A.** 2013, Therapeutic Interventions for Increasing Ankle Dorsiflexion After Ankle Sprain: A Systematic Review. *Journal of Athletic Training*, 48(5), 696–709. doi:10.4085/1062-6050-48.4.11.
42. **Van den Bekerom, M. P., van der Windt, D. A., ter Riet, G., van der Heijden, G. J., Bouter, L. M.** 2011, Therapeutic ultrasound for acute ankle sprains. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. doi:10.1002/14651858.cd001250.
43. **Van Lelieveld DW.** 1979, The value of ultrasonic and electric stimulation in the treatment of sprained ankles. Report of a controlled investigation [Vaerdien af ultralyd og el-stimulation ved behandling af distorsioner. En kontrolleret undersøgelse]. *Ugeskrift for Laeger*, 141: 1077–80.
44. **Verhagen, E. A. L. M.** 2013, What Does Therapeutic Ultrasound Add to Recovery From Acute Ankle Sprain? A Review. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 23(1), 84–85. doi:10.1097/jsm.0b013e31827e9f1d.
45. **Vuurberg, G., Hoorntje, A., Wink, L. M., van der Doelen, B. F. W., van den Bekerom, M. P., Dekker, R., van Dijk, C Niek, Krips, R., Loogman, C. M., Ridderikhof M. L., Smithuis, F. F., Stufkens, S. A. S. Kerkhoffs, Verhagen, E. A. L. M., de Bie, R. A., Kerkhoffs, G. M. M. J.** 2018, Diagnosis, treatment and prevention of ankle sprains: update of an evidence-based clinical guideline. *British Journal of Sports Medicine*, 52(15), 956–956. doi:10.1136/bjsports-2017-098106.
46. **Watson, T.** 2008, Ultrasound in contemporary physiotherapy practice. *Ultrasonics*, 48(4), 321–329. doi:10.1016/j.ultras.2008.02.004.
47. **Watson, T.** 2011, ΗΛΕΚΤΡΟΘΕΡΑΠΕΙΑ ΤΕΚΜΗΡΙΩΜΕΝΗ ΠΡΑΚΤΙΚΗ. Επιμέλεια: Στριμπάκος, Ν., ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ Π.Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ, pp. 235 – 260.
48. **Williamson, J. B., George, T. K., Simpson, D. C., Hannah, B., Bradbury, E.** 1986, Ultrasound in the treatment of ankle sprains. *Injury*, 17(3), 176–178. doi:10.1016/0020-1383(86)90327-x.
49. **Zammit, E., Herrington, L.** 2005, Ultrasound therapy in the management of acute lateral ligament sprains of the ankle joint. *Physical Therapy in Sport*, 6(3), 116–121. doi:10.1016/j.ptsp.2005.05.002.