



ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΙΑΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ
ΣΕ ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΕΣ ΚΑΚΩΣΕΙΣ ΣΕ
ΚΕΝΤΡΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΚΑΡΑΒΙΑ ΕΙΡΗΝΗ Α.Μ.2150

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: κ. ΑΝΔΡΙΚΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΑΙΓΙΟ-2020

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή κ. Ανδρέα Ανδρικόπουλο κυρίως για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, και την υπομονή που έκανε κατά τη διάρκεια υλοποίησης της πτυχιακής εργασίας. Όπως επίσης και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του, για την επίλυση διάφορων θεμάτων.

Θα ήθελα επίσης να απευθύνω τις ευχαριστίες μου στους γονείς μου, οι οποίοι στήριξαν τις σπουδές μου με διάφορους τρόπους, φροντίζοντας για την καλύτερη δυνατή μόρφωση μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το μυοσκελετικό σύστημα είναι υπεύθυνο για την κίνηση και για τη στήριξη του ανθρώπινου σώματος, ενώ ταυτόχρονα λειτουργεί προστατευτικά ως προς τα όργανα τα οποία περιλαμβάνει.

Οι κακώσεις του μυοσκελετικού συστήματος αποτελούν ένα σημαντικό πρόβλημα για το σύγχρονο κόσμο, καθώς αποτελούν τη βασική αιτία αναπηρία παγκοσμίως, ενώ επηρεάζουν την καθημερινότητα και τον τρόπο ζωής των ασθενών. Οι κακώσεις αυτές μπορεί να πραγματοποιηθούν τόσο στα μαλακά μέρη του συστήματος, όσο και στα οστά.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αναδείξει τα οφέλη της χρήσης της διαμαγνητικής αντλίας στην αντιμετώπιση των μυοσκελετικών κακώσεων, αφού προηγουμένως έχει γίνει παρουσίαση του τρόπου λειτουργίας αυτής της νέας τεχνολογίας.

Από τα δεδομένα της βιβλιογραφίας φαίνεται ότι η χρήση των κλασικών φυσικοθεραπευτικών τεχνικών σε συνδυασμό με τη διαμαγνητική αντλία μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ποιότητα και την ταχύτητα αποκατάστασης των ασθενών με μυοσκελετικές κακώσεις.

Λέξεις κλειδιά: μυοσκελετικές κακώσεις, διαμαγνητική αντλία, φυσικοθεραπεία

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες.....	1
Περίληψη.....	2
Περιεχόμενα.....	3
Εισαγωγή.....	6
Κεφάλαιο 1. Η ανατομία του ανθρώπινου μυοσκελετικού συστήματος.....	7
1.1 Ο σκελετός.....	8
1.1.1 Η ανατομία του σκελετού.....	8
1.1.2 Η αύξηση των οστών.....	11
1.2 Μύες.....	12
1.3 Αρθρώσεις.....	15
1.4 Τένοντες.....	16
1.5 Σύνδεσμοι.....	16
1.6 Θύλακες.....	17
Κεφάλαιο 2. Ταξινόμηση μυοσκελετικών κακώσεων.....	18
2.1 Μυοσκελετικές κακώσεις.....	18
2.1.1 Μώλωπες.....	18
2.1.2 Θλάσεις.....	18
2.1.3 Μυϊκό αιμάτωμα.....	19
2.1.4 Μυϊκοί σπασμοί και κράμπες.....	19
2.1.5 Κακώσεις των αρθρώσεων.....	19
2.1.6 Τενοντίτιδες.....	22
2.1.7 Κατάγματα.....	22

2.2 Σύνδρομα υπέρχρησης	24
Κεφάλαιο 3. Διάγνωση μυοσκελετικών κακώσεων.....	26
3.1 Λήψη ιστορικού.....	26
3.2 Κλινική εξέταση.....	27
3.3 Απεικονιστικές τεχνικές.....	28
3.4 Φυσικοθεραπευτική αξιολόγηση.....	31
Κεφάλαιο 4. Φυσικοθεραπευτική αντιμετώπιση των μυοσκελετικών κακώσεων.....	37
Κεφάλαιο 5. Διαμαγνητική αντλία ή Υπερπαλμικός Παλμικός Επιταχυντής Ενεργών Μορίων.....	39
5.1 Διαμαγνητισμός.....	39
5.2 Επίδραση του διαμαγνητισμού στους βιολογικούς ιστούς και θεραπευτική δράση.....	41
5.3 Βιολογικές χρήσεις της διαμαγνητικής αντλίας.....	43
5.3.1 Μετακίνηση υγρών εντός και εκτός του κυττάρου.....	43
5.3.1.1 Ελεύθερος προγραμματισμός της διαμαγνητικής αντλίας.....	44
5.3.2 Προώθηση φαρμακολογικών μορίων.....	45
5.3.2.1 Πλεονεκτήματα της διαμαγνητικής αντλίας έναντι άλλων τεχνικών για την προώθηση ενεργών μορίων.....	46
5.4 Ενδογενής βιοδιέγερση.....	49
5.5 Διαθερμία.....	51
5.6 Ασφάλεια στη χρήση της διαμαγνητικής αντλίας και αντενδείξεις.....	52
5.7 Κλάδοι εφαρμογής της διαμαγνητικής αντλίας	53
Συμπεράσματα.....	54

Βιβλιογραφία.....55

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι μυοσκελετικές παθήσεις αποτελούν μία μεγάλη και ετερογενή ομάδα, καθώς σε αυτές περιλαμβάνονται περισσότερες από 150 διαφορετικές διαγνώσεις. Οι παθήσεις αυτές διαφέρουν τόσο ως προς τη θέση του μυοσκελετικού συστήματος στην οποία περιλαμβάνεται η βλάβη όσο και ως προς το πότε εμφανίστηκαν και τον τρόπο που εμφανίστηκαν, δηλαδή αν ήταν ξαφνικός ή σταδιακός. Ακόμα, οι παθήσεις του μυοσκελετικού μπορεί να επηρεάζουν τον ασθενή για ένα περιορισμένο χρονικό διάστημα, ή να επιδρούν σε αυτόν καθόλη τη διάρκεια της ζωής του. Τυπικό σύμπτωμα των μυοσκελετικών παθήσεων είναι ο πόνος και η δυσκολία στην κίνηση.

Οι παθήσεις του μυοσκελετικού συστήματος δεν αφορούν σε μία συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα καθώς μπορεί να πλήττουν ένα άτομο πριν την από την εφηβεία έως και τα βαθιά του γεράματα. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας προβλέπεται σημαντική αύξηση στις μυοσκελετικές παθήσεις με την πάροδο των ετών, γεγονός το οποίο οφείλεται στην αύξηση του μέσου όρου ηλικίας των ασθενών. Μάλιστα για το 2017 οι μυοσκελετικές παθήσεις ήταν η βασική αιτία αναπηρίας (16%). Επιπλέον φαίνεται ότι ενώ η επίπτωση των παθήσεων του μυοσκελετικού συστήματος διαφέρουν με βάση την ηλικία, περίπου το 20-33% του πληθυσμού παγκοσμίως ζει όλη του τη ζωή με κάποια επίπονη μυοσκελετική πάθηση.

Τα άτομα με μυοσκελετικές παθήσεις αντιμετωπίζουν σημαντική μείωση της ανεξαρτησίας τους τόσο στις καθημερινές τους δραστηριότητες όσο και στην επαγγελματική τους απόδοση. Έτσι οι βασικοί τομείς στους οποίους στοχεύουν οι θεραπευτικές επεμβάσεις είναι κυρίως να επαναφέρουν τη λειτουργικότητα του μυοσκελετικού συστήματος στους πάσχοντες, προκειμένου να επανέλθουν φυσιολογικά στην καθημερινότητα τους.

Το παρόν πόνημα πραγματεύεται την παρουσίαση του τρόπου λειτουργίας, τις περιπτώσεις στις οποίες μπορεί να υποβοηθήσει και τα γενικότερα πρακτικά οφέλη από την χρήση της Διαμαγνητικής αντλίας σε σχέση με την αποκατάσταση των μυοσκελετικών κακώσεων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο.

Η ανατομία του ανθρώπινου μυοσκελετικού συστήματος

Το μυοσκελετικό σύστημα του ανθρώπου απαρτίζεται από 206 οστά, 600 μύες, τους τένοντες, τους συνδέσμους και τους μεσοσπονδύλιους δίσκους, καθώς και τα νεύρα και τα αγγεία. Οι ενώσεις που συναντώνται στο σύστημα συνολικά είναι περισσότερες από 1200. Το σύστημα αυτό τροφοδοτείται από μία πολύπλοκη σχέση που αναπτύσσεται μεταξύ των δομών που προαναφέρθηκαν, καθεμία από τις οποίες εξαρτάται από την άλλη για να λειτουργήσει ορθά (LN Triggs, 2014, C Sherrington, 1997). Οι μυοσκελετικές κακώσεις είναι κοινές, ωστόσο πολύ συχνά συναντώνται στα επείγοντα τμήματα των νοσοκομείων και παρά το ότι οι ασθενείς μπορεί να παραπονιούνται για αφόρητους πόνους, μπορεί να πρόκειται απλά για ένα διάστρεμμα ή ένα στραμπούληγμα (FitzSimmons and Wardrope, 2005).

Ο ρόλος του μυοσκελετικού συστήματος στον άνθρωπο είναι να επιτρέπει την κίνηση με τη χρήση των μυών, των οστών και των τενόντων και παρέχει υποστήριξη, σταθερότητα και ευλυγισία, ενώ ταυτόχρονα προστατεύει τα ζωτικά όργανα. Όλες αυτές οι εργασίες επιτελούνται λόγω του ότι συνεργάζονται τα συστήματα του μυϊκού και του σκελετικού ιστού. Ακόμα λειτουργεί ως ο βασικός χώρος αποθήκευσης φωσφόρου και ασβεστίου και περιέχει σημαντικά συστατικά του αιμοποιητικού συστήματος (Murphy et al., 2018).

Οι κινήσεις επιτελούνται σε καθορισμένους χρόνους και ελεγχόμενα, εφόσον οι μυϊκές ίνες συσπώνται. Ο έλεγχος πραγματοποιείται από το νευρικό σύστημα, το οποίο συνεργάζεται πλήρως τόσο με το μυϊκό όσο και με το σκελετικό σύστημα. Η κίνηση του σώματος βασίζεται στη συστολή των μυϊκών ινών καθώς η μία ολισθαίνει πάνω στην άλλη και μειώνεται το μήκος τους. Η βράχυνση σηματοδοτείται από ηλεκτροχημικές ώσεις, οι οποίες όταν σταματήσουν, ο μυς χαλαρώνει και η κίνηση σταματά. Κατά τη συστολή της μυϊκής ίνας, έλκονται παράλληλα και τα οστά τα οποία προσφύονται σε αυτόν, με αποτέλεσμα να πραγματοποιείται η κίνηση τους. Οι ενώσεις είναι απαραίτητες ώστε η κίνηση να είναι πιο ομαλή και πιο εύκολη. Συνολικά λοιπόν η κίνηση του σώματος μας οφείλεται στη συντονισμένη λειτουργία μυών, οστών και συνδέσεων υπό τον έλεγχο του νευρικού συστήματος.

Μέσα στο σύστημα αυτό, τα οστά συνδέονται με τις μυϊκές ίνες με τη βοήθεια του συνδετικού ιστού, όπως είναι οι τένοντες και οι σύνδεσμοι. Οι μύες διατηρούν τα οστά σε ορισμένη θέση, αλλά παίζουν και σημαντικό ρόλο στην κίνηση των οστών, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους στις αρθρώσεις. Ο χόνδρος που βρίσκεται εκεί είναι απαραίτητος για να αποτρέψει την προστριβή των άκρων των οστών μεταξύ τους (Riihimaki).

1.1 Ο σκελετός

1.1.1 Η ανατομία του σκελετού

Ο σκελετός αποτελείται από το σύνολο των οστών που συνδέονται μεταξύ τους και προσφέρουν στήριξη στο σύνολο του σώματος, ενώ ταυτόχρονα λειτουργούν ως μοχλοί και επιτρέπουν την κίνηση. Ο σκελετός πραγματοποιεί σημαντικές λειτουργίες καθώς βοηθά στη διατήρηση του σχήματος και της μορφολογίας ολόκληρου του σώματος, ενώ παρέχει στήριξη και προστασία, επιτρέποντας ταυτόχρονα τη στήριξη. Ο οστίτης ιστός από τον οποίο αποτελούνται τα οστά περιλαμβάνει δύο είδη κυττάρων, τους οστεοκλάστες και τους οστεβλάστες με αντίθετη δράση, καθώς οι οστεοβλάστες συνθέτουν τη μεσοκυττάρια ουσία, ενώ οι οστεοκλάστες επάγουν την αποδόμηση του ιστού.

Ακόμα είναι απαραίτητος για την παραγωγή του αίματος, αλλά και για την αποθήκευση μεταλλικών στοιχείων. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η σύσταση του.

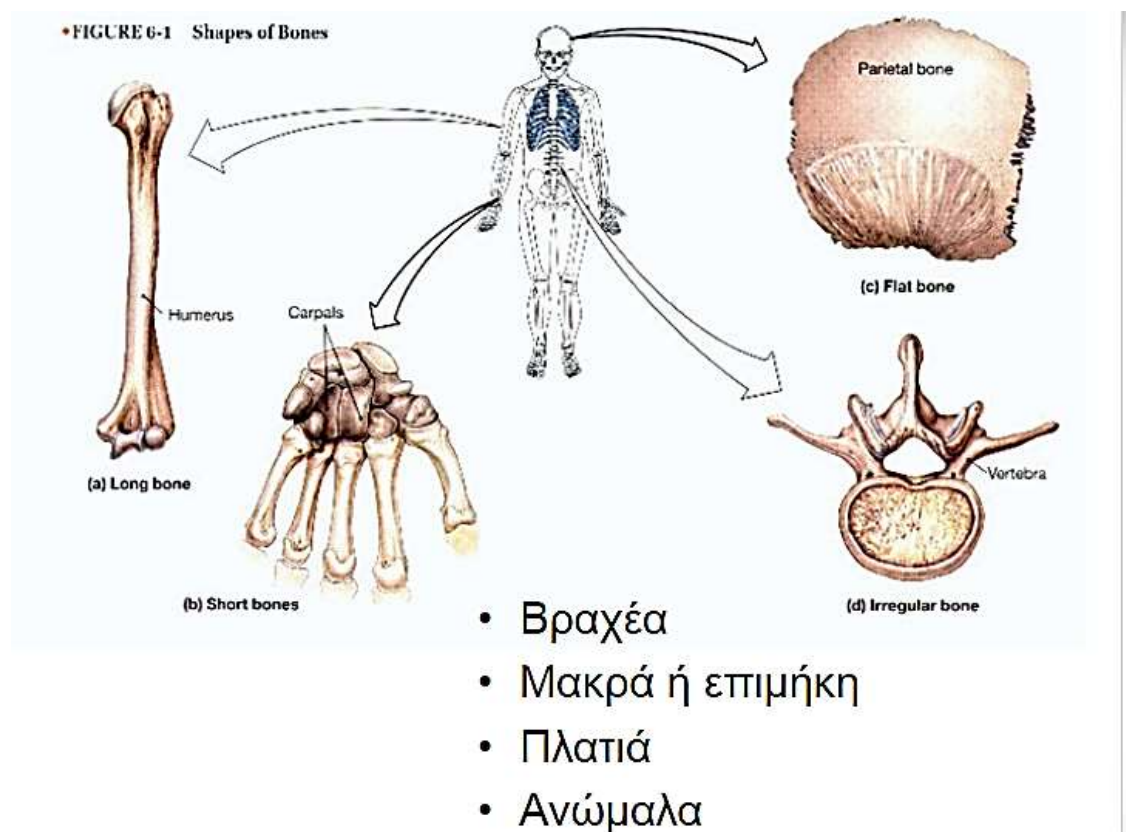
Πίνακας 1: Σύσταση των οστών σε μεταλλικά ιόντα

Στοιχείο	Περιεκτικότητα (%)
Ασβέστιο	86
Ανθρακικό ασβέστιο	10
Φθοριούχο ασβέστιο	0,25
Χλωριούχο ασβέστιο	0,25
Φωσφορικό μαγνήσιο	1,5
Αλκαλικά άλατα	2

Τα οστά διακρίνονται σε μακρά και βραχέα. Τα μακρά οστά αποτελούνται από στιβάδες, οι οποίες από έξω προς τα μέσα είναι: το περίοστεο, η οστέινη ουσία, ο

μυελός των οστών, τα νεύρα και τα αγγεία. Ακόμα το περίοστεο αποτελείται επιπλέον από στιβάδες, την ινοελαστική και τη σπογγώδη. Τα αγγεία και πιο συγκεκριμένα οι αρτηρίες ξεκινούν από το περίοστεο, ενώ σε αυτό τον ιστό οι φλέβες δε συνοδεύουν τις αρτηρίες, με μία μόνο εξαίρεση. Τα νεύρα βρίσκονται επίσης στο περίοστεο.

Ο αριθμός των οστών στον άνθρωπο εκτιμάται περίπου στα 270 κατά τη γέννηση, ωστόσο στην πορεία προς την ενηλικίωση συγχωνεύονται. Τα είδη των οστών είναι τέσσερα: τα μακρά οστά, τα βραχέα οστά, τα ανώμαλα και τα πλατιά. Στην πρώτη ομάδα οστών, η μία από τις 3 διαστάσεις είναι μεγαλύτερη από τις άλλες δύο, ενώ στη δεύτερη ομάδα, όλες οι διαστάσεις είναι περίπου ίσες. Τέλος πλατιά ονομάζονται τα οστά που έχουν δύο επιφάνειες, τα χείλη και τις γωνίες (Beekley et al., 2007). Στα ανώμαλα οστά όπως είναι οι σπόνδυλοι, υπάρχουν περισσότερες από τρεις επιφάνειες.



Εικόνα 1: Τα τέσσερα είδη των οστών (Βονόρτας, 2017)

Ο σκελετός διακρίνεται σε δύο μέρη, τον κορμό και τα άκρα. Καθένα από τα μέρη αυτά υποδιαιρείται επιπλέον σε μικρότερα. Έτσι ο σκελετός του κορμού αποτελείται από την κεφαλή, τη σπονδυλική στήλη και το θώρακα. Η κεφαλή διαχωρίζεται στο εγκεφαλικό και στο σπλαχνικό κρανίο τα οποία διαχωρίζονται μεταξύ τους νοητά.

Ο σκελετός της σπονδυλικής στήλης βρίσκεται στο ραχιαίο άκρο του κορμού, ξεκινώντας από τη βάση του κρανίου και καταλήγοντας στον κόκκυγα. Η σπονδυλική στήλη αποτελείται από 33 έως 34 σπονδύλους, δηλαδή κυλινδρικά οστά μικρού μήκους, τα οποία διαχωρίζονται από τους μεσοσπονδύλιους δίσκους για την προστασία τους από τριβές. Η σπονδυλική στήλη στηρίζει την κεφαλή αλλά και τα άκρα τα οποία συναρμολογούνται πάνω της. Ακόμα το εσωτερικό των σπονδύλων διαπερνάται από το νωτιαίο μυελό, ο οποίος και προστατεύεται κατ' αυτό τον τρόπο. Οι σπόνδυλοι παίρνουν διαφορετικές ονομασίες ανάλογα με τη θέση τους στο σώμα, οπότε ξεκινώντας από τη βάση του κρανίου και κινούμενοι προς τα κάτω άκρα ονομάζονται αυχενικοί, θωρακικοί, οσφυϊκοί, ιεροί και κοκκυγικοί. Οι ιεροί και κοκκυγικοί σπόνδυλοι δεν είναι πραγματικοί, υπό την έννοια ότι από τη συνوستέωση τους προκύπτουν το ιερό και το κοκκυγικό οστό. Οι υπόλοιποι σπόνδυλοι ονομάζονται γνήσιοι και φέρουν κοινά χαρακτηριστικά αλλά και ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που τους διακρίνουν από τους υπόλοιπους. Στα κοινά χαρακτηριστικά συγκαταλέγονται το σπονδυλικό σώμα, το σπονδυλικό τόξο, το σπονδυλικό τρήμα και οι μυϊκές και αρθρικές αποφύσεις.

Ο σκελετός του θώρακα αποτελείται από το στέρνο που σχηματίζεται από τα πλευρά, τους χόνδρους και τους θωρακικού σπονδύλους, που δημιουργούν σχηματικά ένα κωνικό «κελί». Το σχήμα του οφείλεται στο ότι τα 12 πλευρικά ζεύγη έχουν σχήμα τόξου.

Αντίστοιχα ο σκελετός των άκρων αποτελείται από την κλείδα και την ωμοπλάτη που μαζί συνιστούν την ωμική ζώνη, το οστό του βραχιονίου, την κέρκιδα και την ωλένη που συνιστούν τον πήχη και τέλος τα καρπικά και μετακαρπικά οστά και τις φάλαγγες που συνιστούν το σκελετό της άκρας χείρας. Η ωμική ζώνη αποτελεί υποστηρικτική δομή για τα οστά του βραχιονίου, προκειμένου να μπορέσουν να επιτελέσουν ελεύθερη κίνηση, ενώ ταυτόχρονα μεταβιβάζουν τις δυνάμεις που δημιουργούνται στα άνω άκρα προς τον κορμό. Η άκρα χείρα αποτελείται συνολικά από 27 μικρότερα οστά.

Στα κάτω άκρα ο σκελετός αποτελείται από τα ανώνυμα οστά της πυελικής ζώνης, το μηριαίο οστό, την επιγονατίδα, την κνήμη και την περόνη που μαζί συνιστούν το σκελετό της κνήμης, και τον ταρσό, τα μετατάρσια οστά και τις φάλαγγες που μαζί συνιστούν τα οστά του άκρου ποδός. Ο ρόλος της πύελου είναι πολύ σημαντικός καθώς χρησιμοποιείται για να μεταβιβάσει το βάρος του κορμού και των άνω άκρων προς τα κάτω άκρα, ενώ ταυτόχρονα προστατεύει σημαντικά όργανα που περιέχονται μέσα σε αυτή. Το σχήμα της είναι κωνικό και διαχωρίζεται σε δύο επιμέρους τμήματα, τη μείζονα (προς τα πάνω) και την ελάσσονα πύελο (προς τα κάτω).

1.1.2 Η αύξηση των οστών

Η αύξηση των οστών τόσο σε μήκος όσο και σε πάχος, είναι απαραίτητο να γίνει για τη φυσιολογική αύξηση του οργανισμού. Μάλιστα διαφοροποιείται μεταξύ των δύο φύλων, καθώς στα θηλυκά άτομα ολοκληρώνεται μεταξύ των 14 και 16 ετών και στα αγόρια μεταξύ των 16 και 18 ετών. Ο μεταβολισμός των οστών, δηλαδή ο αναβολισμός και ο καταβολισμός τους εξαρτώνται από πολυάριθμους παράγοντες, στους οποίους συγκαταλλέγονται οι τροφικοί, οι ορμονικοί αλλά και οι μηχανικοί. Η διατροφή του ατόμου είναι πολύ σημαντική για τη σύνθεση του οστού και ιδιαίτερα του οργανικού του μέρους. Στους ορμονικούς παράγοντες συγκαταλλέγονται η αυξητική ορμόνη, η παραθορμόνη, η καλσιτονίνη, η θυροξίνη, τα γλυκοκορτικοειδή και οι ορμόνες του φύλου. Οι μηχανικοί παράγοντες καθορίζουν τη φυσιολογική μετατροπή του οστού από ανώριμο σε ώριμο.

Λόγω του ότι τα οστά βρίσκονται διαρκώς υπό την επίδραση εξωτερικών δυνάμεων, όπως είναι η βαρύτητα, η συστολή των μυών αλλά και η τριβή, είναι σημαντικό να διαθέτουν την εσωτερική ικανότητα για επιδιόρθωση σε τυχόν βλάβες. Η επιδιόρθωση αυτή πραγματοποιείται μεταξύ της ορθής ισορροπίας της αποικοδόμησης και σύνθεσης των οστών από οστεοκλάστες και οστεοβλάστες αντίστοιχα. Ακόμα για να μπορέσει να επιτευχθεί η ομαλή κίνηση των οστών μέσα στις αρθρώσεις, θα πρέπει η λίπανση τους να είναι επαρκής, αλλά και η κατανομή του βάρους στην επιφάνεια των αρθρώσεων ομοιόμορφη. Σε ακραίες περιπτώσεις, όπως τα κατάγματα είναι απαραίτητη η πώρωση τους, η οποία θα αναλυθεί παρακάτω.

1.2 Μύες

Οι μύες είναι όργανα του ανθρώπινου σώματος με ελαστικό και συσταλτό χαρακτήρα, τα οποία χρησιμοποιούνται για την επιτέλεση τόσο των ακούσιων όσο και των ακούσιων κινήσεων. Ανάλογα με το διαφορετικό είδος κινήσεων που επιτελούν διακρίνονται σε επιμέρους κατηγορίες, όπως φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί.

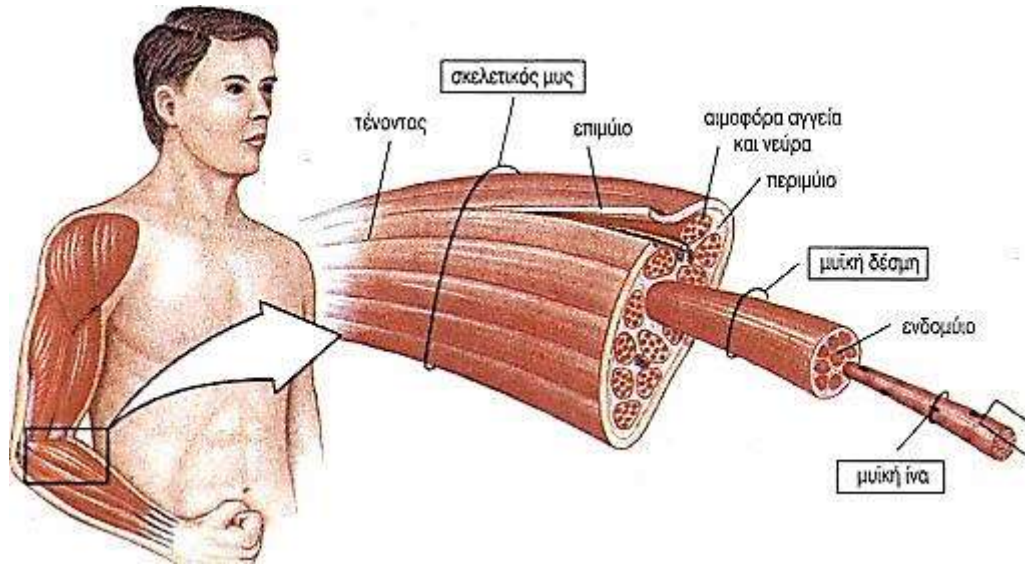
Πίνακας 2: Είδος μυών ανάλογα με την κίνηση που επιτελούν

Είδος μυ	Κίνηση
Καμπτήρες	Κάμψη
Εκτείνοντες	Έκταση
Προσαγωγοί	Προσαγωγή
Απαγωγοί	Απαγωγή
Στροφείς	Στρέψη
Πρηνιστές	Άνω στρέψη
Υπτιαστές	
Σφιγκτήρες	Σφίξη
Ανελκτήρες	Ανέλκυση

Ακόμα οι μύες κατηγοριοποιούνται στους πρωταγωνιστές και στους ανταγωνιστές ολοκληρώνοντας αντίθετες κινήσεις. Σημαντικό είναι να σημειωθεί στο σημείο αυτό ότι για την επιτέλεση μιας κίνησης δε λειτουργεί μόνο ένας αλλά πληθώρα μυών, οι οποίοι άλλοτε δρουν συνεργατικά κι άλλοτε ανταγωνιστικά. Επικουρικά στη δράση των μυών δρουν ακόμα οι τένοντες, οι ορογόνοι θύλακες και ορισμένα οστά όπως τα σησαμοειδή.

Υπάρχουν δύο τύποι μυών στο σκελετικό σύστημα, οι λείοι και οι σκελετικοί. Οι λείοι μύες δε φέρουν ραβδώσεις σε αντίθεση με τους σκελετικούς μύες, ενώ οι πρώτοι κινούνται ακούσια και οι δεύτεροι εκούσια. Οι σκελετικοί μύες είναι προσαρτημένοι στα οστά και οργανωμένοι σε ομάδες γύρω από τις αρθρώσεις. Οι μύες διατρέχονται από νεύρα τα οποία άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα από το ΚΝΣ προς την περιφέρεια (AS Alsheikhly, 2018).

Οι σκελετικοί μύες υπερτερούν ποσοτικά έναντι των λείων, αποτελώντας μάλιστα στο 40% του βάρους του σώματος του ανθρώπου. Οι μύες αυτοί έχουν την ικανότητα να συστέλλονται εκούσια. Αποτελούνται από πολυπύρηνες δέσμες μυϊκών ινών, οι οποίες δομούνται από μικρότερα ινίδια, που φέρουν τα σαρκομερίδια (Τσακόπουλος, 2001).

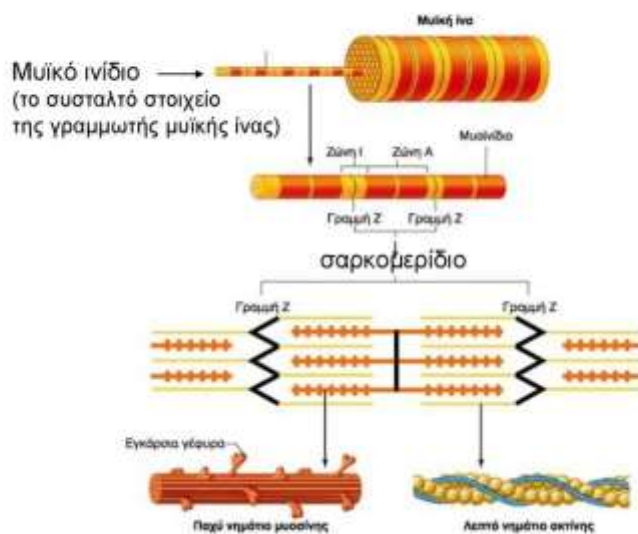


Εικόνα 2: δομή της ίνας του γραμμωτού μύος (Α Καστορίνης, 2001)

Η συστολή των σαρκομεριδίων, οφείλεται στην ολίσθηση της ακτίνης ως προς τη μυοσίνη, με αποτέλεσμα τη μείωση του μήκους της δομής και τη συστολή του μύος (Τσακόπουλος, 2001).

Σαρκομερίδιο

η ανατομική και λειτουργική μονάδα της γραμμωτής μυϊκής ίνας



Εικόνα 3: Δομή σαρκομεριδίου (Τσακόπουλος, 2001)

Οι συστολές που πραγματοποιούνται από τους σκελετικούς μύες είναι τριών ειδών, η ισομετρική, η ισοτονική και η μικτή, οι οποίες συνδέονται από μία σχέση μήκους και τάσης. Στην ισομετρική συστολή, το μήκος των μυών παραμένει σταθερό και δεν μειώνεται, ενώ ο ρόλος της είναι κυρίως να παραμείνουν άκαμπτα τα άκρα, καθώς αυτά πατούν στο έδαφος, κατά την όρθια θέση. Όταν ένας άνθρωπος πραγματοποιεί επαναλαμβανόμενες ισομετρικές ασκήσεις, τότε οι μύες παρουσιάζουν υπερτροφία, δηλαδή αυξάνεται ο αριθμός των σαρκομεριδίων, ανά μυϊκή ίνα. Η ισοτονική συστολή μπορεί να πραγματοποιείται σε δύο είδη μονάδων, τις μικρές και τις μεγάλες κινητικές μονάδες. Οι μικρές χρησιμοποιούνται για τις λεπτές κινήσεις, ενώ οι μεγάλες για περισσότερο αδρές κινήσεις, που δεν απαιτούν μεγάλο έλεγχο.

Οι ισοτονικές συστολές χρησιμοποιούνται κατά την ανύψωση βάρους αλλά και την επίτευξη κίνησης. Βέβαια οι περισσότεροι μύες πραγματοποιούν μικτές συστολές, όπου οι ισομετρικές συστολές συνδυάζονται με τις ισοτονικές. Για παράδειγμα όταν ένα άτομο τρέχει, οι μύες των άκρων που συστέλλονται πραγματοποιούν μικτή συστολή. Για να αυξηθεί η δύναμη της κίνησης είναι σημαντικό να αυξηθούν οι κινητικές μονάδες που συμμετέχουν, αλλά και ο αριθμός των συστολών ανά κινητική

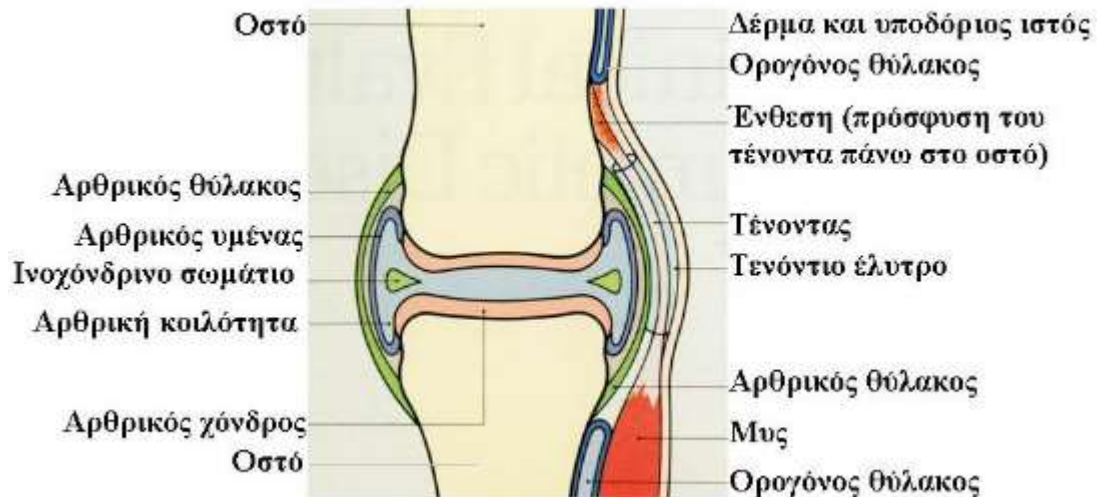
μονάδα. Όταν οι μύες συστέλλονται καταναλώνεται χημική ενέργεια με τη μορφή του ATP, το οποίο μεταβολίζεται και παράγεται κατά 25% κινητική ενέργεια και κατά 75% ενέργεια με τη μορφή θερμότητας. Εκεί οφείλεται και η αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος, κατά την άσκηση.

Ως τετανική συστολή ορίζεται εκείνη η κατάσταση κατά την οποία η συχνότητα διέγερσης του μυός παρουσιάζει συνεχή αύξηση, με αποτέλεσμα την άθροιση των συνεχόμενων συστολών και τελικά τη συνάθροιση τους. Μάλιστα η συχνότητα είναι τόσο μεγάλη που τελικά δεν είναι δυνατό να διακριθεί η μία από την άλλη συστολή. Η τετανική συστολή μπορεί να είναι τέλεια εφόσον παρατηρείται χαλάρωση μεταξύ των περιόδων ερεθισμού και ατελής όταν δεν παρατηρείται χαλάρωση. Η σύσπαση που εμφανίζεται είναι συνεχής και σταματά μόνο, όταν σταματήσουν τα εισερχόμενα ερεθίσματα, ή όταν επέλθει ο μυϊκός κάματος. Είναι αξιοσημείωτο ότι ακόμα και όταν ο άνθρωπος βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας παρουσιάζεται τάση στους μύες και στους τένοντες που αίρεται πλήρως μόνο κατά τη φάση REM του ύπνου.

Μυϊκός κάματος επέρχεται μετά από τη συνεχή και έντονη συστολή των μυών, λόγω του ότι οι μυϊκές ίνες δεν μπορούν να παράξουν πλέον έργο, παρά το ότι έρχονται φυσιολογικά οι ώσεις από τις νευρικές ίνες. Για την πλήρη βέβαια μυϊκή κόπωση θα πρέπει να παύσει πλήρως η παροχή αίματος στο μυϊκό κύτταρο, λόγω της αναστολής παροχής θρεπτικών συστατικών.

1.3 Αρθρώσεις

Οι αρθρώσεις αποτελούν το σημείο που δύο οστά συναντώνται και εξυπηρετούν δύο σημαντικές λειτουργίες του ανθρώπινου σώματος, να συγκρατούν το σκελετό και να επιτρέπουν την κίνηση του. Υπάρχουν τρία είδη αρθρώσεων που κατηγοριοποιούνται με βάση το επίπεδο της κίνησης που επιτρέπουν. Οι διαρθρώσεις επιτρέπουν την εκτεταμένη κινητικότητα μεταξύ δύο οστικών κεφαλών με χαρακτηριστικό παράδειγμα την ωμική άρθρωση. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι συναρθρώσεις ή ψευδαρθρώσεις που δεν επιτρέπουν την κίνηση, καθώς είναι ινώδεις, με χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιας να είναι οι ραφές του κρανίου. Στην τρίτη κατηγορία ανήκουν οι αμφιαρθρώσεις που επιτρέπουν ελάχιστη κίνηση, καθώς χαρακτηρίζονται από ινοχόνδρινη συνένωση, με χαρακτηριστικό παράδειγμα τη σύμφυση των οστών στην ηβική περιοχή. (EN Marieb, 2004).



Εικόνα 4: Δομή της άρθρωσης του γόνατος (EΙPE, 2019)

1.4 Τένοντες

Οι τένοντες δομούνται από ανθεκτικό, εύκαμπτο και ινώδες συνεκτικό ιστό, ο οποίος συνδέει τους μύες στα οστά. Ο εξωκντάριος συνδετικός ιστός μεταξύ των μυϊκών ινών προσδέεται στους τένοντας στα άπω και εγγύς άκρα και ο τένοντας δένει στο περίοστεο κάθε οστού. Καθώς οι μύες συστέλλονται οι τένοντες μεταδίδουν τις δυνάμεις αυτές στα άκαμπτα οστά τραβώντας τα, προκαλώντας έτσι την κίνηση τους (Beekley et al., 2007).

1.5 Σύνδεσμοι

Ένας σύνδεσμος αποτελεί ένα μικρό έλασμα άκαμπτου, λευκού, ινώδους και ελαστικού συνδετικού ιστού που συνδέει τα άκρα των οστών μεταξύ τους, προκειμένου να δημιουργηθεί μια άρθρωση. Έχουν την ικανότητα να μεταδίδουν την κίνηση από το ένα στο άλλο οστό, ώστε να επιτρέπουν την κίνηση (Alsheikhly, 2019). Οι περισσότεροι σύνδεσμοι είναι υπεύθυνοι για την αποτροπή ορισμένων κινήσεων που μπορούν να οδηγήσουν σε τραυματισμό των ίδιων ή των οστών που συμμετέχουν στην άρθρωση. Όταν εφαρμόζεται πίεση σε αυτούς, τότε το μήκος τους αυξάνεται και μάλιστα μπορεί να προκληθεί ρήξη τους στην περίπτωση που η πίεση που εφαρμόζεται είναι πολύ μεγάλη (King et al., 2006).

1.6 Θύλακες

Οι θύλακες είναι μικροί σάκοι γεμάτοι με αρθρικό υγρό και περιέχονται στο λευκό συνδετικό ιστό. Λειτουργεί ως ένα «μαξιλάρι» μεταξύ των οστών και των τενόντων ή/και των μυών που συμμετέχουν σε μία άρθρωση.

Κεφάλαιο 2^ο: Ταξινόμηση μυοσκελετικών κακώσεων

Οι τραυματισμοί του μυοσκελετικού συστήματος μπορεί να οφείλονται είτε στην υψηλή φόρτιση του συστήματος, είτε σε επαναλαμβανόμενες μικρότερες φορτίσεις, οι οποίες όμως φθείρουν την περιοχή. Έτσι στην πρώτη περίπτωση προκαλούνται βλάβες ή μακροτραύματα, ενώ στη δεύτερη μικροτραύματα που οδηγούν στα σύνδρομα υπέρχρησης (NJ Petty, 2017).

Ως κάκωση ονομάζεται οποιαδήποτε βλάβη συμβαίνει στους ιστούς από κάποια βίαιη μηχανική καταπόνηση είτε άμεσα είτε έμμεσα. Οι κακώσεις του μυοσκελετικού συστήματος διαφοροποιούνται ονομαστικά με βάση την περιοχή που προσβάλλεται και ανάλογα με τη βαρύτητα τους διακρίνονται σε επιμέρους κατηγορίες που θα αναλυθούν στη συνέχεια.

2.1 Μυοσκελετικές κακώσεις

2.1.1 Μώλωπες

Οι μώλωπες είναι τραυματισμοί που συμβαίνουν στους μαλακούς ιστούς και στα αγγεία, με αποτέλεσμα τη ρήξη τους και τη συσσώρευση του αίματος στους γύρω ιστούς. Μάλιστα όταν η συγκέντρωση του αίματος είναι μεγάλη μπορεί να δημιουργηθεί αιμάτωμα, το οποίο εμφανίζεται ως μελανό χρώμα στο δέρμα.

2.1.2 Θλάσεις

Οι θλάσεις είναι περισσότερο συχνές στους τένοντες και στους μύες, λόγω κάποιου βίαιου μηχανικού φαινομένου στα μαλακά μέρη, τα οποία δεν αντέχουν αυτή την επιβάρυνση και τελικά διαρρηγνύονται. Οι θλάσεις ανάλογα με τη βαρύτητα τους μπορούν να διακριθούν περαιτέρω σε πρώτου, δευτέρου και τρίτου βαθμού. Στην πρώτη περίπτωση η ρήξη αφορά σε μικρό αριθμό μυϊκών ινών, οπότε τα συμπτώματα που εμφανίζονται περιορίζονται στον πόνο, το οίδημα και το αιμάτωμα. Αυτή η συμπτωματολογία δεν είναι τόσο επώδυνη ώστε να αποτρέψει το άτομο να σταματήσει πλήρως τη μυϊκή δραστηριότητα, αλλά θα πρέπει να την περιορίσει και να εργάζεται με προσοχή. Ο πόνος μπορεί να αντιμετωπιστεί με παυσίπονα αλλά και βελονισμό στις νευρικές απολήξεις που συνδέονται με τις ανιούσες οδούς του πόνου.

Στις θλάσεις δευτέρου βαθμού, η ρήξη των μυϊκών ινών είναι μεγαλύτερη, σε βαθμό που επέρχεται αποκόλληση τους, με ταυτόχρονη ρήξη των αιμοφόρων αγγείων, που

τελικά οδηγεί στην εμφάνιση αιματώματος. Και σε αυτή την περίπτωση ο ασθενής αισθάνεται πόνο τόσο κατά τη στιγμή του τραυματισμού, αλλά και σε κάθε επόμενη συστολή, που συνοδεύεται από οίδημα της περιοχής. Ταυτόχρονα είναι μειωμένη η μυϊκή δύναμη, ενώ αναπτύσσονται σπασμοί που δεν επιτρέπουν τη συστολή του μυός.

Η θλάση τρίτου βαθμού οφείλεται σε πλήρη ρήξη των μυϊκών κυττάρων και των αιμοφόρων αγγείων, με αποτέλεσμα να εμφανίζεται και εκτεταμένο αιμάτωμα στην περιοχή της βλάβης. Λόγω της ρήξης, τα άκρα του μυός έχουν διαχωριστεί πλήρως και δημιουργείται ένα κενό. Ο πόνος είναι οξύς, το οίδημα διευρυμένο και το σημείο που πάσχει εμφανίζει ολική ανικανότητα ως προς τη λειτουργία. Σε αυτές τις περιπτώσεις μάλιστα είναι απαραίτητη η χειρουργική αντιμετώπιση του τραύματος.

Οι θλάσεις μπορεί να εμφανιστούν στο μηρό, στην περίπτωση που συμβεί κάποιο άμεσο χτύπημα, ενόσω ο μυς παρουσιάζει μεγάλη λειτουργική ένταση. Ακόμα, εμφανίζονται στους προσαγωγούς, ιδιαίτερα στο μακρό προσαγωγό, αλλά και στους καμπήρες του γόνατος (δικέφαλος, ημιτενοντώδης και ημιμεμβρανώδης) και στο γαστροκνήμιο μυ. Η τελευταία περίπτωση μπορεί να οφείλεται σε κάποια απότομη κίνηση ενώ η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι χαμηλή.

2.1.3 Μυϊκό αιμάτωμα

Τα μυϊκά αιματώματα οφείλονται σε κάποια βίαιη μηχανική καταπόνηση, η οποία οδηγεί στη ρήξη αγγείων και στην επερχόμενη συγκέντρωση αίματος στην περιοχή. Τα συμπτώματα που εμφανίζονται στον πάσχοντα είναι οίδημα τοπικά, οξύς πόνος και ανικανότητα κατά τη μυϊκή σύσπαση.

2.1.4 Μυϊκοί σπασμοί και κράμπες

Τόσο οι σπασμοί όσο και οι κράμπες οφείλονται σε συστολές με μεγάλη διάρκεια που εμφανίζονται κυρίως κατά την άσκηση, ενώ μπορεί να οδηγήσουν ακόμα και σε ρήξη του μυός. Τα αίτια συχνά εντοπίζονται στην αφυδάτωση του ατόμου, αλλά και σε προβλήματα στην αιμάτωση στην περιοχή και τέλος στην κακή διατροφή.

2.1.5 Κακώσεις των αρθρώσεων

Οι αρθρώσεις αποτελούν εκείνες τις δομές που εμφανίζουν τη μεγαλύτερη επιβάρυνση σε σχέση με τα υπόλοιπα τμήματα του μυοσκελετικού συστήματος. Μία

άρθρωση που έχει υποστεί τραυματισμό σε οποιαδήποτε ανατομική θέση (χόνδρος, οστό, μύες, σύνδεσμοι και τένοντες), αποσταθεροποιείται και δεν επιτρέπει την ορθή κίνηση. Στις κακώσεις των αρθρώσεων συγκαταλέγονται τα διαστρέμματα, τα εξάρθρηματα, τις κακώσεις του γονάτου και της σπονδυλικής στήλης.

Ένα διάστρεμμα μπορεί να προκληθεί από την κίνηση της άρθρωσης εκτός του φυσιολογικού της εύρους ή από τη βίαιη μηχανική καταπόνηση της άρθρωσης με αποτέλεσμα να προκαλέσει μία ανώμαλη κίνηση. Σε τέτοιες περιπτώσεις οι αρθρικοί σύνδεσμοι μπορεί να διαταθούν τόσο που τελικά θα υποστούν ρήξη, χωρίς ωστόσο να μετατοπιστεί η θέση των οστών στην άρθρωση.

Τα διαστρέμματα μπορούν να διακριθούν σε πρώτου, δευτέρου και τρίτου βαθμού, με αυξανόμενη βαρύτητα βλάβης. Τα πρώτου βαθμού διαστρέμματα οφείλονται στη ρήξη περιορισμένου αριθμού ινών κολλαγόνου, ενώ τοπικά εκδηλώνεται πόνος και οίδημα και περιορίζεται η κινητικότητα. Εν αντιθέσει δεν παρατηρείται καμία αστάθεια στη λειτουργικότητα της άρθρωσης.

Στα διαστρέμματα δευτέρου βαθμού έχει προκληθεί ρήξη των συνδέσμων της άρθρωσης μερικώς, με αποτέλεσμα να παρεμποδίζεται η συστολή και να προκαλείται οίδημα και πόνος στον ασθενή, απουσία όμως αστάθειας. Τέλος στα τρίτου βαθμού διαστρέμματα, οι σύνδεσμοι διαρρηγνύονται πλήρως και ο πάσχων χάνει την ικανότητα του να ολοκληρώσει ορισμένες κινήσεις. Τα διαστρέμματα αυτού του είδους είναι περισσότερο συχνά στην ποδοκνημική άρθρωση η οποία παρουσιάζει και αυξημένη αστάθεια, με αποτέλεσμα την ακινητοποίηση της.

Στα εξάρθρηματα προκαλείται απομάκρυνση των οστικών επιφανειών από τη θέση της άρθρωσης, η οποία είναι μόνιμη και τέλεια. Διακρίνονται επιμέρους στα πλήρη εξάρθρηματα, όπου η απομάκρυνση των οστών είναι σημαντική με αποτέλεσμα να έχει διακοπεί πλήρως η επαφή των οστών και στα υπερεξάρθρηματα, όπου συνεχίζει να υφίσταται ένα σημείο επαφής μεταξύ των οστών. Τα εξάρθρηματα είναι περισσότερο συχνά στην ωμική άρθρωση και μπορούν να παρατηρηθούν εύκολα, καθώς υπάρχει σημαντική παραμόρφωση. Ακόμα παρατηρούνται στα χέρια και συγκεκριμένα στον αγκώνα αλλά και στις αρθρώσεις των δακτύλων, ενώ μπορεί να προκληθούν και στα πόδια, αλλά και τη μέση πλήττοντας την περιοχή του ισχίου.

Οι κακώσεις στον άνθρωπο συμβαίνουν συχνότερα στην ποδοκνημική άρθρωση και οφείλονται στην εφαρμογή έμμεσης βίας στους συνδέσμους και στα άλλα μαλακά μέρη που συγκρατούν την άρθρωση. Οι κακώσεις ανάλογα με το εύρος και την έκταση της βλάβης διακρίνονται επιμέρους σε τρεις κατηγορίες. Η κάκωση πρώτου βαθμού οφείλεται σε βλάβη (διάταση ή ρήξη) μικρού αριθμού ελαστικών ινών ενός συνδέσμου. Η κάκωση δεύτερου βαθμού οφείλεται στη ρήξη ενός συνδέσμου μερικώς εφόσον έχουν υποστεί ρήξη τουλάχιστον το 50% των συνδετικών του ινών, ενώ στην κάκωση τρίτου βαθμού η ρήξη είναι πλήρης και αφορά όλη την έκταση του συνδέσμου.

Η άρθρωση του γόνατος παρότι εμφανίζει μεγάλο εύρος κίνησης, χαρακτηρίζεται από χαμηλότερη σταθερότητα σε σχέση με άλλες αρθρώσεις, με αποτέλεσμα να γίνεται και πιο ευάλωτη κατ' αυτό τον τρόπο. Πολλές φορές μάλιστα και ιδιαίτερα στη περίπτωση αθλητών, το γόνατο μπορεί να φορτιστεί ακόμα και με δυνάμεις κατά 6 έως 8 φορές μεγαλύτερες από το σωματικό βάρος του ατόμου. Απαραίτητη προϋπόθεση λοιπόν για να μην τραυματιστεί το γόνατο είναι να δράσουν οι μύες και οι σύνδεσμοι εξισορροπιστικά στις δυνάμεις που ασκούνται. Σε περιπτώσεις όμως που οι μύες στη περιοχή του γόνατος έχουν μειωμένη δύναμη αυτή η εξισορρόπηση καθίσταται αδύνατη, με αποτέλεσμα οι δυνάμεις να μεταβιβάζονται στα οστά και να προκαλούν τον τραυματισμό τους.

Στην περίπτωση των αθλητών φαίνεται ότι τόσο οι κακώσεις της άρθρωσης όσο και της σπονδυλικής στήλης είναι πολύ συχνές, αλλά έχουν και τη χειρότερη πρόγνωση για τον πάσχοντα. Οι κακώσεις στο γόνατο μπορεί να συμβούν στους χόνδρους, τους μύες, τους συνδέσμους, τους τένοντες αλλά και την ίδια την επιγονατίδα (οστό). Στην περίπτωση επαναλαμβανόμενων τραυματισμών ή ενός οξύ τραυματισμού, ο χόνδρος της επιγονατίδας αλλοιώνεται και δε μπορεί πλέον να δράσει προστατευτικά στο οστό.

Στην άρθρωση του γόνατου βρίσκονται επιπλέον και οι μηνίσκοι που δομούνται από χόνδρο και βρίσκονται σε ζεύγη σε κάθε γόνατο. Ο ρόλος τους είναι να διατηρήσουν τη σταθερότητα της άρθρωσης, απορροφώντας τους κραδασμούς και επιτρέποντας τη στρέψη. Λόγω του ότι ο έσω μηνίσκος επιφορτίζεται με μεγαλύτερες πιέσεις είναι και αυτός που εμφανίζει τις περισσότερες πιθανότητες να τραυματιστεί. Σε περίπτωση που προκύψει ρήξη στις εν λόγω δομές η κίνηση είναι αδύνατη. Κακώσεις στους

συνδέσμους στην περιοχή του γονάτου, που ονομάζονται χιαστοί μπορεί να συμβούν επίσης και να επιβαρύνουν τη λειτουργία της άρθρωσης.

Η σπονδυλική στήλη διατηρεί τη σταθερότητα της με τη συντονισμένη δράση των οστών, των συνδέσμων, των μεσοσπονδύλιων δίσκων, αλλά και των κοιλιακών και ραχιαίων μυών. Στην περίπτωση που υποστούν κάκωση οι μεσοσπονδύλιοι δίσκοι, τότε εμφανίζεται κήλη, η οποία εκδηλώνεται ως οσφυαλγία στον ασθενή. Ακόμα, υπό ορισμένες συνθήκες είναι δυνατό να προκληθεί πρόσθια μετατόπιση ενός σπονδύλου σε σχέση με έναν άλλο, ένα φαινόμενο που ονομάζεται σπονδυλολίσθηση. Τέλος η οσφυαλγία μπορεί να οφείλεται σε μυϊκές βλάβες, όπως θλάσεις στους μύες της περιοχής αλλά στη ρήξη των συνδέσμων.

2.1.6 Τενοντίτιδες

Ως τενοντίτιδες ορίζονται οι φλεγμονές στους τένοντες των μυών, λόγω επαναλαμβανόμενων κινήσεων που προκαλούν την κάκωση της περιοχής. Τα συμπτώματα που εμφανίζει ο πάσχοντας περιλαμβάνουν τη φλεγμονή που εκδηλώνεται με τοπική αύξηση της θερμοκρασίας, οίδημα, πόνο και ερυθρότητα. Ακόμα, η ικανότητα κίνησης της περιοχής είναι σημαντικά περιορισμένη. Ορισμένες φορές η τενοντίτιδα μπορεί να είναι χρόνια, με αποτέλεσμα ο πόνος να είναι διαρκής για τον πάσχοντα και να παρουσιάζει σημαντική αδυναμία κινήσεων.

2.1.7 Κατάγματα

Τα κατάγματα αποτελούν εκείνη την κατάσταση του οστού κατά την οποία έχει προκληθεί ρήξη της συνέχειας του, είτε μερική είτε ολική. Τα κατάγματα διακρίνονται σε επιμέρους κατηγορίες με βάση διαφορετικά κριτήρια, όπως είναι το είδος του οστού που έχει τραυματιστεί, το μηχανισμό που έδρασε για την πρόκληση του και άλλα.

Τα κατάγματα ανάλογα με την ένταση με την οποία έχουν πραγματοποιηθεί διακρίνονται στα βίαια τα οποία έχουν προκληθεί από την εφαρμογή συνεχόμενης και βίαιης μηχανικής πίεσης σε ένα φυσιολογικό οστό. Τα κατάγματα από καταπόνηση από την άλλη οφείλονται σε μικρότερης έντασης μηχανικές καταπονήσεις, κυρίως λόγω του ότι αυτές οι καταπονήσεις είναι επαναλαμβανόμενες. Τέλος τα παθολογικά κατάγματα προκαλούνται από ασήμαντη μηχανική καταπόνηση σε οστό το οποίο

όμως δεν είναι φυσιολογικό, καθώς συνυπάρχει άλλη νόσος, όπως είναι η οστεομυελίτιδα, κάποιος όγκος, οστεοαρθρίτιδες κ.α.

Με βάση την κλινική τους εικόνα, τα κατάγματα διακρίνονται σε ανοιχτά και κλειστά. Στην περίπτωση των ανοικτών καταγμάτων το τραύμα φαίνεται και εξωτερικά, ενώ όταν δεν υπάρχει κάποια εξωτερική ένδειξη ονομάζονται εσωτερικά. Στην περίπτωση των ανοικτών καταγμάτων η μηχανική καταπόνηση έχει προκληθεί από έξω προς τα μέσα και χαρακτηρίζεται από μεγάλη βιαιότητα, ενώ το οστό είναι φυσιολογικό.

Τα συμπτώματα που συνοδεύουν ένα κάταγμα είναι συχνότερα ο πόνος και η ευαισθησία στην περιοχή, ενώ η πλήρης κινητική λειτουργικότητα είναι σημαντικά περιορισμένη. Ακόμα μπορεί να εμφανιστεί πρήξιμο στην περιοχή αλλά και εμφανείς μώλωπες, ενώ η παραμόρφωση είναι συνήθης στις περιπτώσεις των ανοικτών καταγμάτων. Τέλος η κίνηση της περιοχής του κατάγματος μπορεί να συνοδεύεται από κριγμό (Neumann, 2016).

Η ταξινόμηση των καταγμάτων σε άμεσα και έμμεσα βασίζεται στον εντοπισμό της θέσης που έχει εφαρμοστεί η μηχανική πίεση. Δηλαδή εάν στο σημείο που εφαρμόζεται η μηχανική δύναμη εμφανιστεί και το κάταγμα τότε ονομάζεται άμεσο. Εάν το βίαιο χτύπημα πραγματοποιηθεί σε διαφορετικό μέρος του οστού από αυτό στο οποίο προκαλείται το κάταγμα, τότε ονομάζεται έμμεσο.

Με βάση τη φορά που πραγματοποιείται ένα κάταγμα ως προς τον οστικό άξονα μπορεί ακόμα να διακριθεί σε λοξό, εγκάρσιο και σπειροειδές.

Τέλος, τα ενσφηνωμένα κατάγματα πραγματοποιούνται συχνά στον αυχένα του μηριαίου ή του βραχιονίου οστού και είναι σταθερά, δηλαδή δε χρειάζονται ανάταξη ή πόρωση. Βέβαια στην περίπτωση του βραχιονίου τα κατάγματα είναι τις περισσότερες φορές ατελή και όχι ενσφηνωμένα. Στα σημεία που προσφύονται οι μύες στα οστά πραγματοποιούνται τα αποσπαστικά κατάγματα και οφείλονται κυρίως στη βίαιη σύσπαση του μυός. Στα συντριπτικά κατάγματα η βλάβη είναι εκτεταμένη καθώς το οστό παρουσιάζει σπάσιμο σε περισσότερα από τρία σημεία, ενώ όταν υπάρχουν δύο σημεία λύσης που εμφανίζουν μεγάλη απόσταση μεταξύ τους ονομάζονται διπολικά ή διπλά κατάγματα.

Τα κατάγματα μπορούν να είναι συμπίεστικά, όταν συμβούν σε σπογγώδη οστά, στα οποία λόγω τριβής έχει προκληθεί καθίζηση των δοκίδων, με αποτέλεσμα το ένα οστό να συμπιέζεται πάνω στο άλλο, όπως συμβαίνει με τους σπονδύλους ή τις επιφύσεις της κνήμης. Τα κατάγματα-εξάρθρημα, αποτελούν μία ενδιάμεση κατηγορία όπου το κάταγμα οφείλεται στο εξάρθρημα και προκαλείται στο ένα από τα δύο οστά της άρθρωσης.

Τέλος τα κατάγματα μπορούν να ταξινομηθούν στα σταθερά εφόσον τα άκρα των δύο οστών είναι καλά ευθυγραμμισμένα μεταξύ τους και στα ασταθή όπου οι προσφύόμενοι στα οστά μύες τραβούν με τέτοιο τρόπο τα οστά που τείνουν να τα παρεκτοπίσουν.

2.2 Σύνδρομο υπέρχρησης

Η διάγνωση των συνδρόμων υπέρχρησης είναι σαφώς πιο δύσκολη απ' ότι ενός οξύ τραυματισμού και αφορούν μεγάλο ποσοστό τόσο των αθλητών, όσο και άλλων επαγγελματιών, καθώς συνδέονται άμεσα με συγκεκριμένες δραστηριότητες, οι οποίες έχουν επαναλαμβανόμενο χαρακτήρα. Εδώ ο τραυματισμός τόσο των σκελετικών στοιχείων όσο και των μαλακών μορίων, συνήθως αφορά στα άνω άκρα ή στην αυχενική μοίρα της σπονδυλικής στήλης. Το σύνδρομο προκύπτει από μία επαναλαμβανόμενη κίνηση, από ακραίες μεταβολές στη θερμοκρασία, από κακή στάση σώματος κ.α.

Στις διαταραχές που σχετίζονται με το σύνδρομο ανήκει το σύνδρομο του καρπιαίου σωλήνα, η τενοντίτιδα, το αυχενικό σύνδρομο, το κάταγμα κοπώσεως, η περιοστίτιδα κνήμης κ.α. Πέραν από τα επώδυνα συμπτώματα του συνδρόμου, είναι πιθανό να εμφανιστούν και δευτερογενείς επιπλοκές όπως είναι ο εκφυλισμός των τενόντων της περιοχής (P Brukner, 2017).

Οι τραυματισμοί από υπέρχρηση εμφανίζονται σε τέσσερα στάδια, με προοδευτική εξέλιξη της πάθησης που επιβαρύνει και δυσχεραίνει σημαντικά την καθημερινότητα του ασθενούς. Αρχικά εμφανίζεται πόνος στην πάσχουσα περιοχή μετά από κάποια δραστηριότητα. Στη συνέχεια ο πόνος είναι εμφανής κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας χωρίς όμως να περιορίζεται η απόδοση του ατόμου. Σε επόμενο στάδιο και αν η κατάσταση δεν αντιμετωπιστεί άμεσα, εμφανίζεται μειωμένη

απόδοση και πόνος κατά τη δραστηριότητα, ενώ τέλος ο πόνος και η αδυναμία γίνονται εμφανείς και χρόνιοι ακόμα και αν η περιοχή δε χρησιμοποιείται.

Κεφάλαιο 3^ο: Διάγνωση μυοσκελετικών κακώσεων

3.1 Λήψη ιστορικού

Απαραίτητη προϋπόθεση για μια οποιαδήποτε διάγνωση είναι η λήψη ενός πλήρους και έγκυρου ιστορικού από τον ασθενή. Φαίνεται πως η συμπλήρωση ενός καλού ιστορικού μπορεί να συμβάλλει στην ορθή διάγνωση της βλάβης στο 60-80% των περιπτώσεων (Α Χατζηπαύλου, 2006). Η χρησιμότητα του είναι ακόμα μεγαλύτερη στην περίπτωση των μυοσκελετικών κακώσεων, καθώς υπό ορισμένες συνθήκες μπορεί να δώσει σημαντικές πληροφορίες και να διευκολύνει τη διάγνωση, χωρίς να προηγηθεί κλινική εξέταση ή εργαστηριακές εξετάσεις. Οι βασικότερες εκδηλώσεις συμπτωμάτων σε ασθενείς με μυοσκελετικές κακώσεις είναι ο πόνος, η δυσκαμψία και ιδιαίτερα κατά τις πρωινές ώρες, η περιορισμένη κινητικότητα, αλλά και οι εξωαρθρικές εκδηλώσεις

Αρχικά ο πόνος, αποτελεί ίσως το σημαντικότερο σύμπτωμα του ασθενούς που θα βοηθήσει τον ειδικό να περιορίσει μια συγκεκριμένη περιοχή του σώματος και να εστιάσει σε αυτή τη φυσική του εξέταση. Τα χαρακτηριστικά του πόνου μπορούν να προδώσουν σημαντικά στοιχεία για το είδος της κάκωσης, έτσι θα πρέπει να προσδιορίζεται αν πρόκειται για ένα οξύ ή χρόνια αίσθημα. Ως χρόνιος ονομάζεται το αίσθημα του πόνου το οποίο αισθάνεται κάποιος για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των 3 μηνών. Ακόμα είναι σημαντικό να εκτιμηθεί συγκεκριμένα η εντόπιση του πόνου, καθώς και τα σημεία στα οποία αυτός αντανακλά. Ο ειδικός μπορεί να ανιχνεύσει τα αίτια του πόνου, ή έστω εκείνους τους παράγοντες οι οποίοι επιβαρύνουν την κατάσταση του ασθενούς και την κάνουν πιο επώδυνη. Για παράδειγμα η κίνηση μπορεί να αυξάνει τον πόνο σε ορισμένες περιπτώσεις, ενώ σε άλλες το ίδιο μπορεί να συμβαίνει με την ακινησία. Στην περίπτωση που ο πόνος φαίνεται να ενισχύεται κατά την κίνηση είναι πολύ πιθανό να οφείλεται σε κάποια μηχανικά αίτια, ενώ αν ο πόνος αυξάνεται κατά τις βραδινές ώρες οπότε και επικρατεί ακινησία, μπορεί να οφείλεται σε φλεγμονώδεις καταστάσεις. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι ο πόνος μπορεί να έχει και ψυχογενή αίτια. Σε πρώτη φάση λοιπόν η λήψη του ιστορικού, θα μπορέσει να καθοδηγήσει το θεράποντα σχετικά με την πηγή και το αίτιο του πόνου.

Η δυσκαμψία κατά τις πρωινές ώρες, όταν ο ασθενής ξεκινά να δραστηριοποιείται πάλι μετά το βραδινό του ύπνο, μπορεί να εκτιμηθεί κατά τη λήψη του ιστορικού. Η πρωινή δυσκαμψία είναι πολύ συχνή σε κακώσεις οι οποίες συνοδεύονται από φλεγμονώδεις εκδηλώσεις.

Οι ασθενείς θα πρέπει να ερωτούνται σχετικά με το αίσθημα μυϊκής αδυναμίας, εάν αυτό υπάρχει, που εντοπίζεται και εάν είναι γενικευμένο. Έτσι αν είναι γενικευμένο είναι πιθανό να υπάρχει κάποια βλάβη όχι μόνο στο μυοσκελετικό σύστημα της περιοχής, αλλά και στα νεύρα αυτά και μάλιστα τα περιφερειακά. Για να αποκλειστεί εν μέρει η πιθανότητα νευρικής βλάβης, ο ειδικός θα πρέπει να ενημερώνεται σχετικά με παρουσία αιμωδίας ή παραισθησίας στον ασθενή. Τέλος είναι σημαντικό να μελετηθεί εάν η αδυναμία εντείνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας, καθώς τότε είναι δυνατό να πρόκειται όχι μόνο για μυασθένεια και όχι για μία απλή κάκωση.

Πολύ συχνές είναι οι διαταραχές κινητικότητας, καθώς οι ασθενείς μετά από βλάβη του μυοσκελετικού συστήματος, είτε αδυνατούν να ολοκληρώσουν μια κίνηση, είτε να την πραγματοποιήσουν εξαρχής.

Τέλος σε περίπτωση που δεν πρόκειται για μία κάκωση αλλά για κάποια φλεγμονή στο μυοσκελετικό σύστημα, θα πρέπει να εντοπιστούν εξωαρθρικές εκδηλώσεις, όπως είναι ο πυρετός, το αίσθημα κούρασης και η αναίτια απώλεια βάρους. Σε τέτοιες περιπτώσεις η βλάβη τις περισσότερες φορές δεν είναι εντοπισμένη, αλλά συστημική.

3.2 Κλινική εξέταση

Κατά την κλινική εξέταση, σκοπός του θεράποντα είναι να ανιχνεύσει οποιοδήποτε μη φυσιολογικό σημείο στο μυοσκελετικό σύστημα του ασθενούς, ή στις λειτουργίες αυτού. Έτσι, θα πρέπει πάντοτε να ακολουθούνται ορισμένες γενικές αρχές, προκειμένου να εξάγονται σαφή και ασφαλή συμπεράσματα.

Ο ειδικός θα πρέπει να αναζητά τυχόν ασυμμετρίες στις δύο πλευρές του σώματος του ασθενούς, για παράδειγμα στην άρθρωση το γόνατος μπορεί στη μία πλευρά να υπάρχει κάποιο εμφανές τραύμα ή μια διόγκωση. Οι αρθρώσεις ακόμα είναι σημαντικό να ψηλαφιούνται προκειμένου να ανιχνευτεί κάποιο οίδημα το οποίο δεν είναι εμφανές, αλλά ακόμα και ενθέσεις στις θέσεις των τενόντων και των

συνδέσμων. Πολύ σημαντικό ρόλο παίζει η θερμοκρασία και το χρώμα της περιοχής καθώς επιτρέπει την ανίχνευση φλεγμονής, ακόμα κι αν είναι αρχόμενη.

Ο έλεγχος της κίνησης μιας άρθρωσης θα πρέπει να ελέγχεται τόσο παθητικά όσο και ενεργητικά. Στην πρώτη περίπτωση ο ασθενής αφήνει το μέλος του σώματος του στα χέρια του ειδικού, ο οποίος το μετακινεί κατά πως θέλει, ενώ στη δεύτερη περίπτωση η κίνηση γίνεται ενεργά από τον ίδιο τον ασθενή, σύμφωνα με τις συμβουλές του γιατρού. Ταυτόχρονα μπορεί να γίνει έλεγχος της δύναμης της άρθρωσης, καθώς ο ειδικός ζητά από τον ασθενή να εκτελέσει μία κίνηση που απαιτεί τη χρήση ισχύος.

Για πιο ενδεδειγμένο έλεγχο ο ειδικός μπορεί να κάνει μετρήσεις και καταγραφές από τα σκορ που καταφέρνει ο ασθενής, είτε ως προς τη μυϊκή ισχύ που αναφέρθηκε προηγουμένως, με δυναμόμετρο, είτε ως προς το εύρος κίνησης της άρθρωσης με τη χρήση γωνιομέτρου. Όταν υπάρχει υποψία για συγκεκριμένες παθήσεις είναι μάλιστα δυνατό να διεξαχθούν και ειδικές δοκιμασίες, όπως είναι το Phallen test για τη διάγνωση του συνδρόμου του καρπιαίου σωλήνα.

Συνολικά λοιπόν πρέπει να κάθε άρθρωση να εντοπίζεται η παρουσία οιδήματος, αυξημένης θερμοκρασίας και πόνου, αλλά και η μέτρηση της μυϊκής ισχύος και κινητικότητας. Η μέτρηση της μυϊκής ισχύος πραγματοποιείται με τη βοήθεια μιας αναβαθμισμένης κλίμακας από το 0 έως το 5, με την τιμή 0 να αντιστοιχεί σε πλήρη απουσία κίνησης, δηλαδή αρθρική παράλυση και την τιμή 5 σε πλήρη μυϊκή ισχύ ακόμα και όταν εφαρμόζεται αντίσταση.

3.3 Απεικονιστικές τεχνικές

Η εμφάνιση συμπτωμάτων μυοσκελετικών κακώσεων σε έναν ασθενή θα πρέπει να οδηγεί πάντοτε στην πραγματοποίηση των κατάλληλων διαγνωστικών εξετάσεων και στη λήψη του ιατρικού του ιστορικού. Οι τρόποι διάγνωσης είναι πολυάριθμοι και περιλαμβάνουν απεικονιστικές τεχνικές. Έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί το υπερηχογράφημα, η μαγνητική και η αξονική τομογραφία αλλά και η μαγνητική αρθρογραφία. Οι παραπάνω τεχνικές πραγματοποιούνται στα πλαίσια του παρακλινικού ελέγχου, που πραγματοποιείται επικουρικά στον κλινικό έλεγχο, ο οποίος θα αναλυθεί στη συνέχεια.

Το υπερηχογράφημα αποτελεί μία μη επεμβατική απεικονιστική, η οποία είναι ανώδυνη και χρησιμοποιεί κύματα ήχου χαμηλής συχνότητας με αποτέλεσμα ο

ασθενής να μην επιβαρύνεται με ακτινοβολία. Έτσι λόγω του ότι δεν έχει αρνητικές επιπτώσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί με μεγάλη συχνότητα στον ίδιο ασθενή ενώ χρησιμοποιείται ακόμα και σε ασθενείς που φέρουν βηματοδότη ή μεταλλικά προθέματα. Ειδικά για τα προβλήματα των αρθρώσεων αλλά και για άλλες παθήσεις του μυοσκελετικού συστήματος αποτελεί την πρώτη τεχνική που χρησιμοποιείται.

Για την περίπτωση των αρθρώσεων μάλιστα χρησιμοποιείται το δυναμικό υπερηχογράφημα όπου απεικονίζεται η πάσχουσα περιοχή σε πραγματικό χρόνο, ενώ μάλιστα ο ασθενής μπορεί να κινεί την περιοχή, έτσι ώστε ο γιατρός να έχει καλύτερη εικόνα σχετικά με το είδος και την έκταση της βλάβης. Έτσι ο γιατρός έχει το πλεονέκτημα να εντοπίσει μία βλάβη η οποία πιθανά δε θα ήταν εμφανής εάν ο ασθενής παρέμενε σε ηρεμία. Το υπερηχογράφημα λοιπόν χρησιμοποιείται για την διάγνωση παθήσεων των αρθρώσεων των ώμων, του γόνατος, της ποδοκνημικής, του ισχίου-μηρού, της άκρας χείρας, του αγκώνα, αλλά και των αθλητικών κακώσεων. Μάλιστα χρησιμοποιείται ευρέως στην ανεύρεση εκείνης της περιοχής όπου ενυπάρχει σημαντικός πόνος, προκειμένου η χορήγηση αναλγητικών να γίνει εντοπισμένα στην περιοχή που πάσχει. Ακόμα, στην περίπτωση που έχουν συσσωρευτεί ασβεστώδη σύμπλοκα, τότε λόγω της απεικόνισης ο ιατρός μπορεί να έχει πρόσβαση στην περιοχή και να τα κατακερματίσει με τη χρήση λεπτής βελόνας.

Στην περίπτωση που υπάρχει ένα μυϊκό αιμάτωμα ή υποψία ρήξης του μυός μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί το δυναμικό υπερηχογράφημα, προκειμένου να απεικονιστεί η βλάβη. Έτσι όταν υπάρχει υποψία τέτοιας κάκωσης με το υπερηχογράφημα γίνεται άμεσα η διάγνωση και προλαμβάνονται οι επιπλοκές.

Η μαγνητική και η αξονική τομογραφία χρησιμοποιούνται όταν δεν ενδείκνυται η χρήση του υπερηχογραφήματος. Η μαγνητική τομογραφία βασίζεται στο μαγνητικό συντονισμό των μορίων, εφόσον ο ασθενής τοποθετείται σε ένα ισχυρό μαγνήτη. Τα μόρια συντονίζεται σε υψηλές συχνότητες δίνοντας έτσι μια λεπτομερή εικόνα της δομής του οργανισμού, η οποία ανακτάται σε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η τεχνική χρησιμοποιείται για οποιοδήποτε μέρος του σώματος και ιδιαιτέρως για τη μελέτη των αρθρώσεων και των δίσκων της σπονδυλικής στήλης.

Η αξονική τομογραφία είναι επίσης μια απεικονιστική τεχνική, η οποία σαρώνει τα μόρια του σώματος, χρησιμοποιώντας ακτίνες X για να παράξει μια ευκρινή εικόνα, η

οποία επίσης συλλέγεται σε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η χρήση της ενδείκνυται τόσο για τα οστά όσο και για μαλακά μόρια.

Η μαγνητική τομογραφία είναι φιλικότερη προς τον ασθενή καθώς δε χρησιμοποιεί τις επιβλαβείς ακτίνες X, ενώ ταυτόχρονα αποτελεί ισχυρότερο διαγνωστικό εργαλείο, καθώς παρουσιάζει μεγαλύτερη διακριτική ικανότητα. Παρόλαυτα τείνει να χρησιμοποιείται λιγότερο, καθώς οι ασθενείς φαίνεται να ενοχλούνται από το δυνατό ήχο που παράγεται από το μαγνήτη, ενώ ταυτόχρονα, η διάρκεια της εξέτασης είναι σημαντικά μεγαλύτερη.

Η μαγνητική αρthroγραφία είναι μία τεχνική που βασίζεται στην αρχή του μαγνητικού τομογράφου, όμως χρησιμοποιεί τη χορήγηση σκιαγραφικού (γαδολίνιο). Το σκιαγραφικό αυτό χορηγείται τοπικά στο εσωτερικό της άρθρωσης, ενώ η εξέταση γίνεται τόσο άμεσα όσο και έμμεσα, με την πρώτη να έχει καλύτερη διακριτική ικανότητα.

Η έμμεση λοιπόν αρthroγραφία γίνεται μετά από την έγχυση του σκιαγραφικού ενδοφλέβια. Αυτό έχει σαν συνέπεια την έκκριση αρθρικού υγρού μετά από μικρό χρονικό διάστημα, γεγονός που συντελεί στην καλύτερη απεικόνιση. Στην άμεση αρthroγραφία το σκιαγραφικό εγχύεται τοπικά στην άρθρωση με καθετηριασμό. Στη συνέχεια ακολουθεί η κλασική μαγνητική τομογραφία.

Το μαγνητικό αρthroγράφημα πραγματοποιείται συνήθως όταν υπάρχει εξάρθημα στο ώμο, βλάβες στους συνδέσμους του καρπού και στον επιχείλιο χόνδρο των ισχίων. Είναι μια ιδιαίτερα ασφαλής διαδικασία, καθώς υπάρχουν επιπλοκές μόνο σε 1 στα 2000 περιστατικά. Στις επιπλοκές περιλαμβάνονται κυρίως η ζάλη, η εφίδρωση και ο πόνος στην περιοχή του καθετηριασμού, που εμφανίζεται λίγο χρόνο μετά τη διαδικασία.

Πέραν όμως από τις απεικονιστικές τεχνικές για τη διάγνωση των μυοσκελετικών κακώσεων είναι απαραίτητη η κλινική εξέταση. Η κλινική εξέταση πραγματοποιείται από γιατρό, ο οποίος είναι σημαντικό να λάβει επισταμένα το ιστορικό του ασθενούς και να πραγματοποιήσει εξέταση της περιοχής που πάσχει (ασκώντας πίεση, επιβάλλοντας την κίνηση κ.α.). Ταυτόχρονα για τη διεξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων θα πρέπει να εξεταστεί και η περιοχή περιφερειακά του σημείου που παρουσιάζει πόνο, αλλά να αξιολογηθεί και η γενικότερη εικόνα του ασθενούς.

Για μία ολοκληρωμένη κλινική εξέταση θα πρέπει ο ιατρός να πραγματοποιήσει και ορισμένες μετρήσεις, οι οποίες σχετίζονται αρχικά με το μήκος των σκελών. Πιο συγκεκριμένα ο γιατρός μετρά αν το μήκος του πάσχοντος και του φυσιολογικού οστού είναι το ίδιο. Σε περίπτωση που η βλάβη αφορά στην κνήμη ή στο μηρό, θα πρέπει να μετρηθεί η περίμετρος τους, ενώ τέλος είναι σημαντική η εκτίμηση της μυϊκής ισχύος. Αυτό γίνεται χρησιμοποιώντας τη Βρετανική κλίμακα, Medical Research Council, η οποία βαθμονομείται από το 0 έως το 5. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η αντιστοίχιση των βαθμών της κλίμακας με τη μυϊκή ισχύ.

Πίνακας 3: Η Βρετανική κλίμακα Medical Council Research

Βαθμός	Μυϊκή ισχύς
0	Πλήρης παράλυση
1	Απλή μυϊκή σύσπαση
2	Μυϊκή δύναμη ικανή να κινήσει την άρθρωση χωρίς να επιβαρύνεται από το μέλος
3	Μυϊκή δύναμη ικανή να κινήσει την άρθρωση με επιβάρυνση από το μέλος (αντίθετα στη βαρύτητα)
4	Μυϊκή δύναμη ικανή να κινήσει το μέλος αντίθετα προς τη βαρύτητα και με επιπλέον αντίσταση
5	Φυσιολογική μυϊκή αντίσταση

3.4 Φυσικοθεραπευτική αξιολόγηση

Μετά τη διάγνωση του είδους της μυοσκελετικής κάκωσης από τον ιατρό είναι σημαντικό να γίνει και η αξιολόγηση από το φυσιοθεραπευτή προκειμένου να μπορέσει να χτίσει το κατάλληλο πρόγραμμα αποκατάστασης. Το πρόγραμμα αυτό βασίζεται σε δύο είδη αξιολόγησης, την υποκειμενική και την αντικειμενική.

Κατά την έλευση του ασθενή στο ιατρείο, ο φυσιοθεραπευτής καλείται να κάνει μία υποκειμενική αξιολόγηση, κατά την οποία θα συλλέξει το ιατρικό του ιστορικό, αλλά

και πληροφορίες σχετικά με το επάγγελμα του, την επαγγελματική του κατάσταση, τη συμπτωματολογία της πάθησης αλλά και τη λήψη πιθανών φαρμακευτικών ουσιών. Στο σημείο αυτό, κατά το οποίο γίνεται η πρώτη συνάντηση του φυσικοθεραπευτή με τον ασθενή, είναι πολύ σημαντικό να δημιουργηθεί μία σχέση εμπιστοσύνης, έτσι ώστε ο ασθενής να δώσει με απόλυτη ειλικρίνεια τις ζητούμενες πληροφορίες.

Ο φυσικοθεραπευτής καταγράφει το φύλο του ασθενούς, την ηλικία του, αλλά και το σωματότυπο του, πληροφορίες σημαντικές για το πρόγραμμα αποκατάστασης αλλά και για τις πιθανότητες γρήγορης ανάρρωσης. Ταυτόχρονα είναι σημαντική η λήψη ενός πλήρους ιατρικού ιστορικού, έτσι ώστε να υπάρχει μια σφαιρική εικόνα για την κατάσταση της υγείας του ατόμου και να αποφευχθούν τυχόν κίνδυνοι και παγίδες για την υγεία του. Έτσι το πρόγραμμα αποκατάστασης θα συμβαδίζει πλήρως με τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά και τις ανάγκες του ασθενούς. Στο ιατρικό ιστορικό λοιπόν οι πληροφορίες που πρέπει να λαμβάνονται είναι η ύπαρξη καρδιαγγειακών και αναπνευστικών νοσημάτων, σακχαρώδη διαβήτη, νεφρική νόσο, προβλήματα στο γαστρεντερικό σύστημα και οποιαδήποτε άλλη πάθηση μπορεί να επηρεάσει την υγεία του ασθενούς με βάση την κρίση του φυσικοθεραπευτή.

Η επαγγελματική κατάσταση είναι ακόμα ένα σημαντικό στοιχείο, ικανό να επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό την αποκατάσταση του ασθενούς. Είναι σημαντικό το σώμα να μην καταπονείται με τέτοιο τρόπο που να μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την προσπάθεια αποκατάστασης, ενώ ταυτόχρονα δε θα πρέπει να περιορίζει την κινητικότητα και τη λειτουργικότητα της περιοχής που παρουσιάζει βλάβη. Τέλος ο φυσικοθεραπευτής θα πρέπει να γνωρίζει τη ρουτίνα του ασθενούς, έτσι ώστε να μπορέσει να προσαρμόσει το πρόγραμμα αποκατάστασης στην καθημερινότητα του, χωρίς να τη διαταράσσει.

Στη συνέχεια ο ασθενής θα πρέπει να περιγράψει τα συμπτώματα του στο φυσικοθεραπευτή ο οποίος και τα καταγράφει. Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην έναρξη των συμπτωμάτων, αν δηλαδή συνέβη ξαφνικά, ή ήταν ένα σταδιακό γεγονός.

Τα επίπεδα του πόνου αλλά και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά αυτού είναι σημαντικό να καταγράφονται. Έτσι θα πρέπει να καταγραφεί εάν ο πόνος είναι συνεχιζόμενος ή παροδικός και εάν συνδέεται θετικά ή αρνητικά με συγκεκριμένες δραστηριότητες. Η ποσοτική εκτίμηση του πόνου, είναι δυνατό να γίνει περισσότερο αντικειμενικά με τη

χρήση συγκεκριμένων εργαλείων και κλιμάκων, όπως είναι η Κλίμακα του Οπτικού Αναλόγου, με την οποία ο πόνος εκτιμάται από 1-10, με την τιμή 1 να είναι το ελάχιστο αίσθημα πόνου, και την τιμή 10 το μέγιστο αίσθημα πόνου που μπορεί να βιώσει κανείς (Berg et al., 2015). Τέλος εκτιμάται η κατανομή του πόνου, αν δηλαδή είναι εντοπισμένη ή διάχυτη.

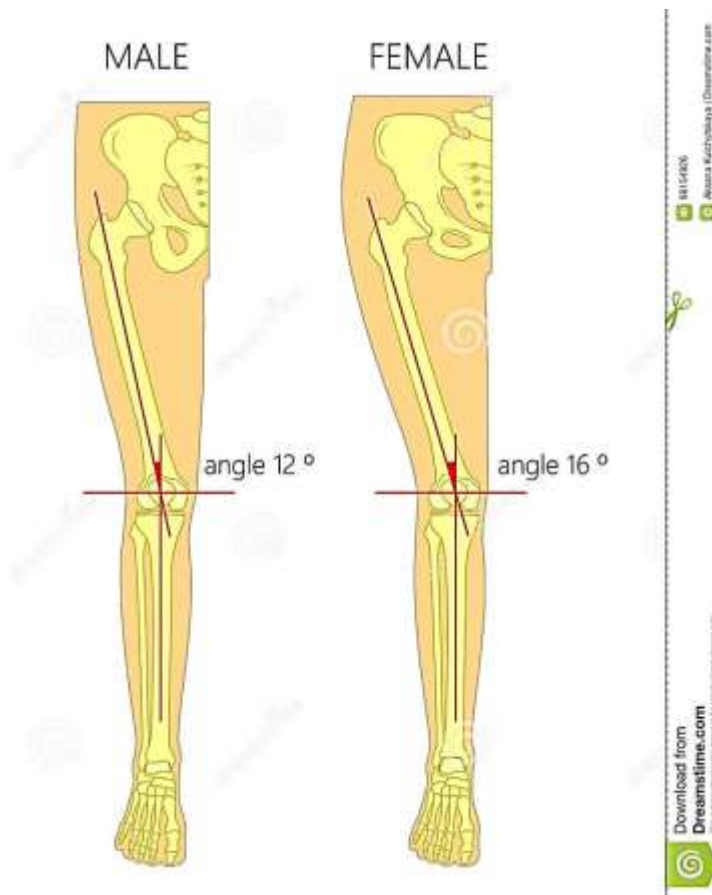
Μετά την υποκειμενική αξιολόγηση, ακολουθεί η αντικειμενική αξιολόγηση, στην οποία περιλαμβάνονται επισκοπήσεις του ασθενούς γενικά αλλά και της περιοχής που πάσχει. Αυτό γίνεται μέσω ψηλάφησης στην πάσχουσα περιοχή, εξετάζοντας τη λειτουργικότητα της περιοχής κατά την παθητική και την ενεργητική κίνηση, αλλά και την κατάσταση των νεύρων της περιοχής.

Στη γενική επισκόπηση ο φυσικοθεραπευτής λαμβάνει μία γενική εικόνα για την κατάσταση της υγείας του ασθενούς, που προκύπτει από τον τρόπο που περπατά, που στέκεται αλλά και από συγκεκριμένες παραμορφώσεις και ασυμμετρίες του μυοσκελετικού (L Solomon, 2010). Ταυτόχρονα, με την επαφή του φυσικοθεραπευτή με τον ασθενή εξάγονται σημαντικά συμπεράσματα σχετικά με το επίπεδο της αντιληπτικής του ικανότητας, αλλά και με τη συναισθηματική του υγεία.

Ο απώτερος σκοπός αυτής της αντικειμενικής αξιολόγησης είναι να εκτιμηθεί η άρθρωση τόσο ως προς τη δομή της όσο και ως προς τη θέση της. Έτσι σε πρώτη φάση και πριν χρειαστεί ο ασθενής να εκτελέσει οποιαδήποτε δοκιμασία, το έμπειρο μάτι του φυσικοθεραπευτή αναζητά για οποιαδήποτε σκελετική ασυμμετρία ως προς τον κεντρικό άξονα του σώματος. Ειδικότερα στο πρόσθιο τμήμα του σώματος αναζητείται η ύπαρξη ευθυγράμμισης μεταξύ της μύτης, της ξιφοειδούς απόφυσης, του στέρνου και του ομφαλού, ενώ ακολουθεί και η πύελος. Τέλος οι λαγόνιες ακρολοφίες πρέπει να είναι ευθυγραμμισμένες και στο ίδιο ύψος (Φουσέκης, 2015).

Στη συνέχεια ο ασθενής παρατηρείται ως προς τον πλάγιο άξονα του όπου αναζητείται επίσης μία ευθεία η οποία συνδέει το αυτί, με το άκρο του ώμου, τη λαγόνιο ακρολοφία και τέλος τον έξω σφυρό. Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να παρατηρηθεί η κλίση της λεκάνης αλλά και της σπονδυλικής στήλης, καθώς όταν η κλίση δεν είναι σωστή υπάρχουν σημαντικές υποψίες για κύφωση ή λόρδωση (Φουσέκης, 2015).

Πέρα από τις γενικές αυτές επιτηρήσεις, ο φυσικοθεραπευτής επικεντρώνεται στην περιοχή για την οποία αναφέρθηκε το πρόβλημα, η οποία και παρατηρείται ενδελεχώς, ενώ θα πρέπει να είναι πλήρως εκτεθειμένη για να συμβεί αυτό. Ταυτόχρονα, είναι σημαντικό ο ειδικός να συγκρίνει πάντοτε το φυσιολογικό με το παθολογικό μέλος, με σκοπό τον εντοπισμό τυχών αλλοιώσεων, διότι κάποιες φορές οι δυσμορφίες μπορεί να είναι συγγενείς. Όταν πρόκειται για ένα μέλος του σώματος και συγκεκριμένα μία άρθρωση η οποία είναι ιδιαίτερα δραστήρια, ο φυσικοθεραπευτής θα ζητήσει στον ασθενή να πραγματοποιήσει συγκεκριμένες κινήσεις, προκειμένου να αξιολογηθεί το επίπεδο λειτουργικότητας. Παράλληλα με τη δοκιμασία κίνησης, καταγράφονται και οι αντιδράσεις του ασθενούς (π.χ. αν πονάει). Είναι σημαντικό στην περιοχή της βλάβης να παρατηρηθεί και η όψη του δέρματος, αν δηλαδή υπάρχει αιμάτωμα, οίδημα, ερυθρότητα, εξανθήματα κ.α. τα οποία θα βοηθήσουν στην εξαγωγή περισσότερο σαφών συμπερασμάτων. Τέλος είναι σημαντικό να αναφερθεί πως ανάλογα με την περιοχή που πλήττεται γίνονται και ειδικές μετρήσεις. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που η κάκωση συμβαίνει στην άρθρωση του γονάτου, ο φυσικοθεραπευτής μπορεί να εκτιμήσει τη γωνία Q, η οποία σχηματίζεται σε εκείνο το σημείο στο οποίο ο άξονας του μηριαίου οστού, τέμνει τον άξονα που περνά από το κέντρο της επιγονατίδας (Φουσέκης, 2015). Στο εν λόγω παράδειγμα, θα πρέπει να ληφθεί και υπόψη το φύλο, καθώς φαίνεται πως στις γυναίκες η γωνία είναι μεγαλύτερη, γεγονός που δεν οφείλεται σε παθολογικά αίτια, αλλά στην ανατομική τους κατασκευή, γεγονός που τις κάνει και πιο επιρρεπείς στην εμφάνιση αρθρίτιδας στην περιοχή του γονάτου (DJ Hunter, 2005).



Εικόνα 5: Γωνία Q σε άνδρα και γυναίκα (<https://gr.dreamstime.com>)

Μετά από την απλή παρατήρηση του πάσχοντα, ο φυσικοθεραπευτής καλείται να προχωρήσει στην ψηλάφηση, μια πολύ σημαντική διαδικασία για την ορθή διάγνωση σχετικά με την εξέλιξη της κάκωσης. Η ψηλάφηση βέβαια, καθότι επεμβατική θα πρέπει να γίνει αφού ο φυσικοθεραπευτής έχει κερδίσει τη συμπάθεια του ασθενούς, διότι διαφορετικά μπορεί να αναπτυχθεί μία αρνητική σχέση, η οποία θα επηρεάσει την πρόοδο της εξέτασης. Στην ψηλάφηση αναζητώνται σημεία στα οποία ο ασθενής πονά, ή σημεία στα οποία η τάση των ιστών είναι μεγάλη, ενώ έχει προκληθεί οίδημα και η θερμοκρασία του δέρματος είναι αυξημένη. Οι αλλαγές στον μυϊκό τόνο είναι πολύ σημαντικές όταν έχει τραυματιστεί μια άρθρωση, καθώς γίνεται νέος καταμερισμός εργασίας μεταξύ των μυών, προκειμένου να προστατευθεί η άρθρωση. Τέτοια σημεία είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη από το φυσικοθεραπευτή, καθώς θα τον βοηθήσουν να αξιολογήσει τη βαρύτητα της κάκωσης.

Σε επόμενη φάση στον ασθενή ζητείται να πραγματοποιήσει μία παθητική κίνηση της περιοχής που φέρει τη βλάβη. Σε αρθρώσεις, οι συνήθεις κινήσεις είναι η κάμψη και στη συνέχεια η έκταση, αλλά και η στροφή και η απαγωγή. Σκοπός αυτής της δοκιμασίας είναι να εντοπιστούν προβλήματα στο εύρος τροχιάς, ύπαρξη πόνου και κριγμού κατά την κίνηση. Και σε αυτό το σημείο είναι πολύ σημαντικό να υπάρχει σύγκριση με το φυσιολογικό άκρο (C Kisner, 1996).

Πριν ο φυσικοθεραπευτής προχωρήσει στον έλεγχο της ενεργητικής κίνησης του ασθενούς, είναι σημαντικό να προηγηθεί η δοκιμασία μυϊκής δύναμης, με τη βοήθεια της κλίμακας Medical Research Council, MRC της Οξφόρδης. Μόνο εφόσον ο ασθενής έχει τουλάχιστον βαθμολογία ίση με 2 στην εν λόγω κλίμακα θα ακολουθήσει ο έλεγχος της ενεργητικής κίνησης. Σε περίπτωση που αυτό ισχύει, τότε στον ασθενή ζητείται να πραγματοποιήσει μία κίνηση η οποία αρχικά θα είναι άνετη και χωρίς αντίσταση. Μόνο όσο ο ασθενής φαίνεται να επιτυγχάνει την κίνηση, θα προχωρά προοδευτικά σε μία με μεγαλύτερη δυσκολία. Τέλος, είναι σημαντικό να εκτιμάται και η κατάσταση των τενόντων και των συνδέσμων, καθότι ο ρόλος τους είναι πολύ σημαντικός στην κίνηση. Έτσι, πραγματοποιούνται ειδικά τεστ, ανάλογα με την άρθρωση στην οποία συμμετέχουν αυτά τα μαλακά μέρη (DJ Dandy, 2010).

Μετά από την ολοκλήρωση της υποκειμενικής και της αντικειμενικής αξιολόγησης, σκοπός του φυσικοθεραπευτή είναι να συγκεντρώσει όλα τα στοιχεία που συνέλεξε, να τα συνεκτιμήσει και χρησιμοποιώντας τη γνώση και την εμπειρία του να προχωρήσει στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το είδος της πάθησης και της θεραπευτικής της αντιμετώπισης.

Κεφάλαιο 4. Φυσικοθεραπευτική αντιμετώπιση των μυοσκελετικών κακώσεων

Όπως προαναφέρθηκε, μετά από την αξιολόγηση των συμπτωμάτων του ασθενούς, ο φυσικοθεραπευτής προχωρά στη δημιουργία ενός πλάνου αποκατάστασης. Η θεραπεία, πάντοτε είναι προοδευτική και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την απόκριση του ασθενούς σε αυτή. Για να πραγματοποιηθεί ορθά ο φυσικοθεραπευτής είναι υπεύθυνος για την ορθή και πλήρη ενημέρωση του, ώστε ανά πάσα στιγμή να γνωρίζει ποιες είναι οι διαθέσιμες θεραπευτικές τεχνικές.

Η αντιμετώπιση ενός κατάγματος διαφέρει σημαντικά ανάλογα με το είδος αυτού. Έτσι στην περίπτωση που πρόκειται για ένα παρεκτοπισμένο κάταγμα, στο οποίο τα δύο στα της άρθρωσης δε βρίσκονται πλέον σε συνέχεια, θα πρέπει να αναταχθεί με την τοποθέτηση των δύο οστών στη σωστή θέση μέσα στο θύλακα της άρθρωσης. Έπειτα, είναι σημαντικό να γίνει ακινητοποίηση της περιοχής, μέχρι το οστό να πωρωθεί, ενώ η ακτινολογική παρακολούθηση είναι ιδιαίτερα σημαντική ώστε να μην χαθεί η σωστή θέση του οστού, ή το οστό «δέσει» σε λάθος σημείο. Μέσω της ακτινολογικής εξέτασης είναι δυνατή και η παρακολούθηση της πώρωσης του οστού, ώστε να συμπεράνει ο θεράπωντας την πορεία του ασθενούς. Τέλος θα πρέπει να σημειωθεί ότι στην περίπτωση που από το κάταγμα έχουν πληγεί και τα μαλακά μέρη, θα πρέπει να δοθεί μεγάλη σημασία και στην αποκατάσταση αυτών, προκειμένου να αποφευχθεί η μόλυνση, η οποία μπορεί να θέσει σε κίνδυνο ακόμα και το ίδιο το οστό αν προχωρήσει (BS Brotzman, 2007).

Η φυσικοθεραπευτική αντιμετώπιση ενός ασθενούς με κάταγμα, διαφέρει σημαντικά ανάλογα με την κατάσταση στην οποία βρίσκεται και γι' αυτό ο τρόπος εργασίας μαζί του, εξαρτάται από την αξιολόγηση της κατάστασης του. Σε κάθε περίπτωση σκοπός της φυσιοθεραπείας είναι ο ασθενής να επιτύχει την πλήρη αποκατάσταση της περιοχής και τελικά την ολική του ανεξαρτησία (C Sherrington, 1997). Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί πως παρά τις διαφοροποιήσεις μεταξύ των καταγμάτων, όλοι οι ασθενείς πρόκειται να αποκτήσουν οφέλη από τη φυσιοθεραπεία. Είναι πολύ σημαντικό να ξεκινήσει η αποκατάσταση από την πρώτη κιόλας στιγμή και να συνεχιστεί από τον ίδιο τον ασθενή ακόμα και όταν βρίσκεται μόνος του.

Σε περίπτωση που η κάκωση αφορά σε άρθρωση, τότε ανάλογα με τη φύση της βλάβης, ο φυσικοθεραπευτής θα δράσει διαφορετικά. Έτσι, εάν πρόκειται για έναν

εξάρθρωμα, άμεσος στόχος είναι η επανατοποθέτηση του οστού στην άρθρωση. Η ανάταξη θα πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή, έτσι ώστε να μην τραυματιστούν τα νεύρα και τα αγγεία της περιοχής. Στη συνέχεια η άρθρωση είναι σημαντικό να ακινητοποιηθεί, προκειμένου να μην επιβαρυνθεί περαιτέρω η περιοχή με τη βλάβη. Βέβαια η ακινητοποίηση περιλαμβάνει κινδύνους, καθώς μπορεί να οδηγήσει σε δυσκαμψία, ή όπως αλλιώς αναφέρεται νόσο του γύψου. Είναι σημαντικό η ακινητοποίηση των αρθρώσεων να παραμείνει μόνο για το απαραίτητο χρονικό διάστημα, καθώς μόνο μέσω της κίνησης είναι δυνατή η διόρθωση του χόνδρου της άρθρωσης. Έπειτα ο ασθενής θα πρέπει να πραγματοποιήσει ασκήσεις ενδυνάμωσης (NJ Petty, 2017).

Όταν η κάκωση αφορά στην περιοχή των χόνδρων, τότε η φυσικοθεραπευτική αντιμετώπιση έγκειται κυρίως σε ασκήσεις οι οποίες ενδυναμώνουν τους μύες της περιοχής και αυξάνουν την ιδιοδεκτικότητα τους. Ταυτόχρονα είναι σημαντικό να μειωθεί όσο το δυνατόν περισσότερο η δραστηριότητα που επιβαρύνει και καταπονεί το σημείο (P Brukner, 2017). Αξίζει να σημειωθεί στο σημείο αυτό ότι πολύ συχνά η αντιμετώπιση των κακώσεων των χόνδρων γίνεται με χειρουργική θεραπεία.

Για την αντιμετώπιση κακώσεων στους συνδέσμους είναι σημαντική η εκτίμηση της σταθερότητας της περιοχής και η επακόλουθη σταθεροποίηση της, ενώ η ξεκούραση και η χρήση πάγου μπορούν να βοηθήσουν στον περιορισμό των συμπτωμάτων. Η ανύψωση επίσης βοηθά στη γρήγορη επούλωση της βλάβης στην περιοχή. Βέβαια και σε αυτή την περίπτωση εάν η αστάθεια που παρατηρείται είναι μεγάλη, είναι πιθανό να ακολουθήσει χειρουργική αντιμετώπιση (Neumann, 2016).

Τέλος, στην περίπτωση που η βλάβη αφορά στους μύες, τότε η αντιμετώπιση του προτείνεται από τους φυσικοθεραπευτές είναι η ξεκούραση, είτε με χρήση ναρθήκων ανάπαυσης, είτε χωρίς. Στη συνέχεια μπορεί να γίνει περίδεση της περιοχής με έναν ελαστικό επίδεσμο και χρήση πάγου ώστε να περιοριστεί στο οίδημα. Η φυσικοθεραπευτική αντιμετώπιση έγκειται κυρίως στην ενδυνάμωση των μυών της περιοχής με κατάλληλες ασκήσεις. Τέλος, εάν πρόκειται για μία θλάση δευτέρου ή τρίτου βαθμού είναι δυνατόν να χρειαστεί συρραφή των μυών με χειρουργική επέμβαση (Neumann, 2016).

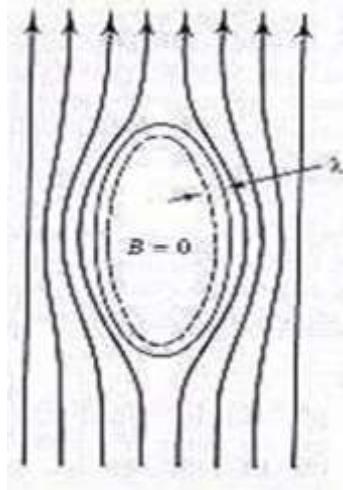
Κεφάλαιο 5. Διαμαγνητική αντλία ή Υπερπαλμικός Παλμικός Επιταχυντής Ενεργών Μορίων

5.1 Διαμαγνητισμός

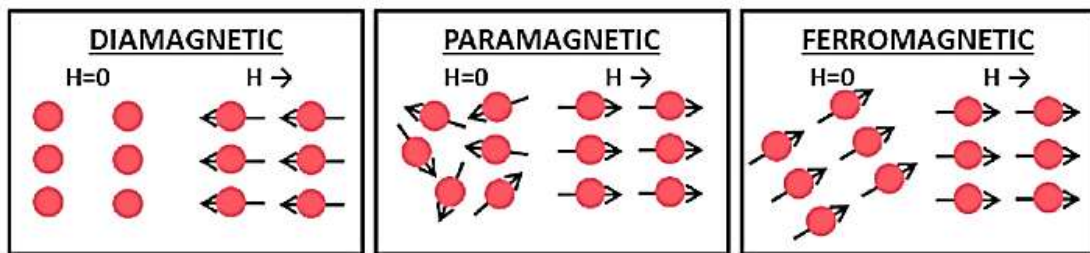
Η Διαμαγνητική αντλία βασίζει τη λειτουργία της στις ιδιότητες της διαμαγνητικής ύλης. Ο άνθρωπος από νωρίς φαίνεται να αντιλήφθηκε και να εκμεταλλεύτηκε τα χαρακτηριστικά των μαγνητικών υλικών, καθώς αναφοράς σχετικά με τη θεραπευτική χρήση τους βρίσκονται στην Αρχαία Αίγυπτο και στην Αρχαία Ελλάδα (Φραγκοράπτης, 2002).

Ο διαμαγνητισμός και οι διαμαγνήτες ανακαλύφθηκαν το 1778 από τον Brugmans, έπειτα από την παρατήρηση ότι δύο στοιχεία, το βισμούθιο και το αντιμόνιο απωθούνται όταν βρίσκονται ενός μαγνητικού πεδίου. Την παρατήρηση αυτή εξέλιξε ο Faraday το 1845 ο οποίος συμπέρανε ότι όλες τα υλικά μόρια αντιδρούν σε ένα μαγνητικό πεδίο είτε διαμαγνητικά είτε παραμαγνητικά. Τον 20^ο αιώνα έγινε και επίσημα η καταγραφή της συμβολής του μαγνητισμού στη θεραπεία και συγκεκριμένα στην μείωση του πόνου και στην επούλωση τραυμάτων (Φραγκοράπτης, 2002).

Ο διαμαγνητισμός λοιπόν είναι ένα χαρακτηριστικό της κβαντισμένης ύλης και συμβάλλει στην απόκριση ενός υλικού στο μαγνητικό πεδίο μέσα στο οποίο βρίσκονται. Τα υλικά που χαρακτηρίζονται ως διαμαγνητικά είναι αυτά τα οποία στην καθημερινότητα μας φαίνεται να μη μαγνητίζονται, όπως είναι το νερό, το ξύλο, οργανικά υλικά (πλαστικά, πετρέλαιο) αλλά και μέταλλα όπως ο χαλκός και κυρίως τα βαρέα μέταλλα όπως ο χρυσός, ο υδράργυρος κ.α. Στα υλικά αυτά η μαγνητική διαπερατότητα είναι μικρότερη της μονάδος. Από την άλλη υπάρχουν και τα παραμαγνητικά υλικά τα οποία εμφανίζουν σχετική μαγνητική διαπερατότητα μεγαλύτερη της μονάδος.



Εικόνα 6: Διαμαγνητισμός και φαινόμενο Meissner . Το εξωτερικό πεδίο αποβάλλεται από το εσωτερικό του υπεραγωγού. Το βάθος διείσδυσης του εξωτερικού πεδίου εξαρτάται από το χαρακτήρα του υλικού (Economou, 2015)



Εικόνα 7: Σχηματική αναπαράσταση της μικροσκοπικής δομής ενός διαμαγνητικού, παραμαγνητικού και φερρομαγνητικού υλικού, σε ηρεμία, και υπό την επίδραση ενός μαγνητικού πεδίου H (V Iaconacci, 2016)

Τα διαμαγνητικά μόρια εμφανίζουν μια κλειστή δομή καθώς όλα τα ηλεκτρόνια τους που κατανέμονται στις ηλεκτρονιακές τροχιές εμφανίζουν αντίθετη στροφορμή, επομένως δεν έχουν μηδενική ροπή. Κατά την εφαρμογή ενός μαγνητικού πεδίου, τα ηλεκτρόνια περιστρέφονται με μία κατεύθυνση αντίθετη από την κατεύθυνση που εφαρμόστηκε.

Ειδικότερα ο διαμαγνητισμός λειτουργεί στα άτομα υδρογόνου. Μάλιστα όταν ένα άτομο υδρογόνου συνδέεται με ομοιοπολικό δεσμό με ένα ισχυρά ηλεκτραρνητικό άτομο, όπως είναι το οξυγόνο, τα ηλεκτρόνια του δεσμού τείνουν να μετακινηθούν προς το δεύτερο. Σας αποτέλεσμα το άτομο υδρογόνου αποκτά μερικό αλλά σταθερό

θετικό φορτίο. Το φορτίο αυτό κατανέμεται σε ένα μικρό όγκο και οδηγεί σε υψηλή ηλεκτρική πυκνότητα. Στο σημείο αυτό, το άτομο υδρογόνου τείνει να προσδεθεί με ένα μερικώς φορτισμένο αρνητικά άτομο και συγκεκριμένα το άτομο οξυγόνο από ένα διαφορετικό όμως μόριο νερού. Κατ' αυτό τον τρόπο αποκτά μεγαλύτερη σταθερότητα και μετατρέπεται το φορτίο του σε ουδέτερο (M Izzo, 2010).

Ένα μόνο μόριο νερού θα βρίσκεται λοιπόν μέσα σε ένα πλέγμα, καθώς υπόκειται στη δράση των περιβαλλόντων μορίων νερού, τα οποία είναι ομοιόμορφα κατανεμημένα σε οποιαδήποτε διεύθυνση του τρισδιάστατου χώρου. Το νερό, στην υγρή του μορφή αποτελείται από ένα δίκτυο μη τακτοποιημένων μορίων, τα οποία προσδέονται μεταξύ τους με σχετικά ασθενείς δεσμούς. Ένα τέτοιο δίκτυο υπόκειται συνεχώς δε διακυμάνσεις οι οποίες σπάζουν τυχαία τους δεσμούς και δημιουργούν άλλους μεταξύ των μορίων. Λόγω αυτού του χαρακτηριστικού, το νερό δε λειτουργεί ως ένα σωστό δίπολο αλλά απωθείται από ένα εξωτερικό μαγνητικό πεδίο. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται διαμαγνητισμός (M Izzo, 2010).

Η Διαμαγνητική αντλία χρησιμοποιεί ένταση μαγνητικού πεδίου κατά χιλιάδες φορές μεγαλύτερη από τις συσκευές μαγνητοθεραπείας και γι' αυτό δε χρησιμοποιείται ως μέσο μαγνητοθεραπείας. Συγκεκριμένα η ένταση του μαγνητικού πεδίου αντιστοιχεί στα 2 tesla, με αποτέλεσμα να είναι μεγαλύτερη ακόμα και από τη διαθερμία που μπορεί να συνδυαστεί με τη μαγνητοθεραπεία.

Μία ακόμα σημαντική διαφορά είναι ότι στη μαγνητοθεραπεία η εκπομπή των κυμάτων είναι ημιτονοειδής, ενώ στη διαμαγνητική αντλία είναι υπερπαλμικός. Η ενέργεια που εκπέμπεται από αυτά τα υπερπαλμικά κύματα είναι 90 Joules, με αποτέλεσμα η αντλία να θεωρείται ως μία από τις ισχυρότερες συσκευές φυσικών μέσων που χρησιμοποιούνται στην ιατρική. Αυτά τα υπερπαλμικά μαγνητικά πεδία ονομάζονται DIA και έχουν την ιδιότητα να πολώνουν τον ιστό και τα μόρια του οδηγώντας στην κίνηση των ιόντων διαμέσου της κυτταροπλασματικής μεμβράνης, οπότε τελικά επιφέρουν την επαναπόλωσή της μετά από κάποια εκπόλωση.

5.2 Επίδραση του διαμαγνητισμού στους βιολογικούς ιστούς και θεραπευτική δράση

Ως αποτέλεσμα της διαμαγνητικής απώθησης, το ελεύθερο νερό στα εξωκυτταρικά διαμερίσματα σπρώχνεται μακριά από το σημείο στο εφαρμόστηκε ο διαμαγνητισμός.

Η μεταφορά των εξωκυττάρων υγρών βοηθά στην απορρόφηση του οιδήματος και των μετα-τραυματικών εκχυμώσεων, ενώ ταυτόχρονα διεγείρουν τη λεμφική κυκλοφορία και τα φαινόμενα που συνδέονται με αυτή. Σημαντικός είναι και ο ρόλος της διαθερμίας, η οποία χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τη διαμαγνητική αντλία και ενισχύει την αγγειοδιαστολή. Την ίδια στιγμή το διαμαγνητικό πεδίο δρα και στα ενδοκυττάρια υγρά, αυξάνοντας την κινητικότητα τους. η αύξηση της θερμικής εκπομπής των μορίων υποστηρίζει τη βιοχημική δραστηριότητα των κυττάρων, καθώς και των μιτοχονδριακών και λυσοσωμικών μηχανισμών. Το αποτέλεσμα είναι η ενίσχυση όλων των ενεργητικών, μεταβολικών και κυτταρικών δραστηριοτήτων, όπως είναι η ιοντική μεταφορά, η κυτταρική αναπνοή και η απομάκρυνση του σιδήρου.

Τα υπερπαλμικά μαγνητικά πεδία που έχουν υψηλή ένταση χρησιμοποιούνται στην ιατρική καθώς μπορούν να δράσουν ενισχυτικά στις κυτταρικές λειτουργίες. Συγκεκριμένα αυξάνουν τη χρήση του οξυγόνου από το κύτταρο, οπότε διεγείρονται οι μεταβολικές του λειτουργίες. Οι παλμοί υψηλής έντασης επηρεάζουν ακόμα και τα ιόντα του κυττάρου, οδηγώντας τελικά σε μεταβολές σε επίπεδο ιστού, όπως είναι η αυξημένη αγγείωση και άρα η ενισχυμένη βιολογική δράση. Ταυτόχρονα όλες οι διαδικασίες μεταφοράς εντός ή εκτός κυττάρου, είτε συμβαίνουν παθητικά είτε ενεργητικά ενισχύονται.

Η επίδραση του μαγνητικού πεδίου στους βιολογικούς ιστούς οφείλεται στην ενίσχυση της μεταφοράς ιόντων καλίου και νατρίου από και προς το εσωτερικό του κυττάρου με αποτέλεσμα να αποκαθίσταται το δυναμικό της μεμβράνης και να επαναπολώνεται άμεσα.

Έτσι απελευθερώνονται συνολικά περισσότερες ενδορφίνες οι οποίες λειτουργούν ως φυσικά οπιοειδή μειώνοντας το επίπεδο του πόνου, ενώ ταυτόχρονα περιορίζεται το οίδημα μέσα από τη ρύθμιση της ανταλλαγής υγρών στο κύτταρο. Σε επίπεδο οστού ενισχύεται η δράση των οστεοβλαστών και στον αντίποδα μειώνεται η δράση των οστεοκλαστών που δρουν καταλύοντας τη δομή του οστού. Ενισχύεται η άμυνα του οργανισμού συνολικά διότι αυξάνεται ο αριθμός των λευκών αιμοσφαιρίων και των αιμοπεταλίων, ενώ παράγονται και περισσότερες γ-σφαιρίνες. Η ροή του αίματος εντός των ιστών αυξάνεται και τελικά απορροφάται περισσότερο οξυγόνο το οποίο συμβάλλει στον κυτταρικό μεταβολισμό και στην ενίσχυση της δράσης των ενζύμων

τα οποία συμμετέχουν σε αυτόν. Αυτό οφείλεται στο γεγονός της αύξησης της αιματικής και λεμφικής κυκλοφορίας λόγω της αυξημένης ελαστικότητας των αγγείων. Ακόμα επιδρά περιοριστικά στο οίδημα διότι η κίνηση των ενδοκυττάρων υγρών υπόκειται σε καλύτερη ρύθμιση με αποτέλεσμα να περιορίζεται και το οίδημα (Bovetti, 2003).

Η διαμαγνητική αντλία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες κακώσεις του μυοσκελετικού συστήματος, όπως είναι εκφυλιστικές νόσοι (οστεοαρθρίτιδα, περιαρθρίτιδα) σε περιπτώσεις νευραλγίας, σε δισκοπάθειες και πόνους στη μέση. Ακόμα λόγω της βελτίωσης της αιμάτωσης που προσφέρει όπως προαναφέρθηκε μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αιματώματα και άλλους μώλωπες. Χρησιμοποιείται ακόμα στις ρευματοπάθειες και τα οιδήματα, ενώ η χρήση της ενδείκνυται ακόμα και σε νευροεκφυλιστικές παθήσεις, όπως είναι η νόσος του Parkinson.

5.3 Βιολογικές χρήσης της διαμαγνητικής αντλίας

5.3.1 Μετακίνηση υγρών εντός και εκτός του κυττάρου

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, σε πολλές παθολογικές καταστάσεις είναι συχνό φαινόμενο να παρουσιάζεται οίδημα ή αιμάτωμα, δηλαδή συσσώρευση υγρών σε ένα σημείο του σώματος. Αυτές οι καταστάσεις καθυστερούν σημαντικά την αποκατάσταση του ασθενούς, ενώ χειροτερεύουν την καθημερινότητα του αφού είναι ιδιαίτερα επίπονες. Έτσι ένας από τους σημαντικότερους στόχους των ειδικών για τη γρήγορη αποκατάσταση του ασθενούς, είναι η απομάκρυνση των συσσωρευμένων υγρών.

Έχει φανεί από διάφορες μελέτες ότι η επίδραση ενός διαμαγνητικού πεδίου στους ανθρώπινους ιστούς, μπορεί άλλοτε να έλκει και άλλοτε να απωθεί τα υγρά του ενδοκυττάρου και εξωκυττάρου χώρου . Έτσι λοιπόν η Διαμαγνητική αντλία βασισμένη σε αυτή την ιδιότητα, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί για την μείωση ή την εξάλειψη του οιδήματος από μία περιοχή. Η παροχέτευση εδώ του συγκεντρωμένου υγρού γίνεται μέσα στην αιματική ροή.

Η διαμαγνητική απώθηση είναι αυτή που είναι υπεύθυνη για τη μετατόπιση των υγρών από και προς το κυτταρόπλασμα του κυττάρου, την οποία και εκμεταλλεύεται η διαμαγνητική αντλία. Έτσι όταν εφαρμόζεται ένα μαγνητικό πεδίο υψηλής έντασης

στην περιοχή που παρουσιάζεται το οίδημα, το υγρό παροχετεύεται, καθώς όπως προαναφέρθηκε η κυτταρική μεμβράνη είναι διαμαγνητικής φύσεως.

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της διαμαγνητικής αντλίας γίνονται επίσης φανερά στα αγγεία, στα οποία μειώνονται σημαντικά οι αναπτυσσόμενες τριβές, καθώς αυξάνεται η ελαστικότητα τους. Αυτό οφείλεται βασικά στην ανάπτυξη δυνάμεων Lorentz ως αποτέλεσμα του εφαρμοζόμενου μαγνητικού πεδίου υψηλής έντασης (Φραγκοράπτης, 2008).

Η ανταλλαγή ουσιών μεταξύ του κυττάρου και του εξωτερικού του περιβάλλοντος, αλλά και η παραγωγή ενέργειας, βασίζεται σε μεμβρανικά συστήματα τα οποία επιτρέπουν την αντίθετη μετακίνηση ιόντων νατρίου και καλίου από και προς το εσωτερικό του κυττάρου. Η διαμαγνητική αντλία λοιπόν έχει την ικανότητα να βελτιώνει και αυτή την ιοντοανταλλαγή κι έτσι συνολικά τη λειτουργία του κυττάρου.

Η Διαμαγνητική αντλία παρέχει στο χρήστη την επιλογή σχετικά με την ένταση του μαγνητικού πεδίου, το χρόνο της εφαρμογής και την ταυτόχρονη χρήση διαθερμίας. Ακόμα είναι δυνατό το πρόγραμμα που θα επιλεγεί να καθορίσει, εάν το μαγνητικό πεδίο θα δράσει στο ενδοκυττάριο ή στο εξωκυττάριο υγρό (Φραγκοράπτης, 2008).

5.3.1.1 Ελεύθερος προγραμματισμός της διαμαγνητικής αντλίας

Η Διαμαγνητική αντλία δίνει στο χρήστη την επιλογή να επιλέξει εκείνο το πρόγραμμα που είναι κατάλληλο για την απορρόφηση της λέμφου στην οίδηματώδη περιοχή. Αυτή η επιλογή γίνεται χειροκίνητα από το χρήστη και όχι αυτόματα και επιτρέπει την ακόμα πιο έντονη και βίαιη απώθηση του υγρού. Εδώ οι επιλογές στην ένταση του μαγνητικού πεδίου και στη συχνότητα των παλμών αυτού είναι μέχρι και 90J και 7Hz αντιστοίχως. Αυτή η μετακίνηση υγρών υψηλής έντασης οφείλεται στην εκπόλωση του δυναμικού της μεμβράνης του κυττάρου, με αποτέλεσμα τα κύτταρα να αποκτούν την απαιτούμενη περίσσεια ενέργειας προκειμένου να είναι ικανά να αποκαταστήσουν την ισορροπία τους ηλεκτροστατικά. Καθώς λοιπόν τα κύτταρα επανέρχονται στη φυσιολογική τους κατάσταση (επαναπόλωση) το οίδημα περιορίζεται.

Η χρήση του χειροκίνητου προγράμματος ενδείκνυται όχι μόνο για την μείωση του οιδήματος, αλλά και για την επαγωγή της σύνθεσης ουλώδη ιστού, γεγονός που είναι πολύ σημαντικό στις περιπτώσεις των κακώσεων. Ταυτόχρονα περιορίζεται η

παραγωγή ορμονών και άλλων μεταβολικών προϊόντων και σχηματίζεται μόνο η απαιτούμενη ποσότητα. Το αποτέλεσμα είναι η επιταχυνόμενη σύνθεση ελαστικών ινών και η αύξηση της περιεκτικότητας νερού στις ίνες κολλαγόνου, με αποτέλεσμα να γίνονται περισσότερο εύκαμπτες και ελαστικές. Τέλος, έχει παρατηρηθεί ότι ενισχύεται η λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος του οργανισμού, καθώς αυξάνεται ο αριθμός των αιμοπεταλίων, των λευκών αιμοσφαιρίων και των αντισωμάτων στο περιφερικό αίμα.

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι παρά τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η χρήση των μαγνητικών πεδίων υψηλής έντασης, ορισμένες φορές μπορεί να μην είναι ιδιαίτερα εύκολα διαχειρίσιμα από τους ασθενείς με αποτέλεσμα να μην μπορούν να τα ανεχτούν και να αντιδράσουν. Έτσι προτείνεται αυτά τα υψηλής έντασης πεδία να μη χρησιμοποιούνται από την πρώτη θεραπευτική συνεδρία αλλά μετέπειτα, όταν ο ασθενής θα είναι ήδη εξοικειωμένος με την αίσθηση της θεραπείας.

5.3.2 Προώθηση φαρμακολογικών μορίων

Ως διαμαγνητοφόρηση ορίζεται εκείνη η διαδικασία με την οποία μία φαρμακολογική ουσία προωθείται στο εσωτερικό των κυττάρων ενός ιστού, υπό την επίδραση διαμαγνητικών πεδίων. Η διαμαγνητική αντλία επιτρέπει την είσοδο των ενεργών μορίων μέσα στον υποδόριο ιστό του ασθενούς, χωρίς να είναι απαραίτητη η χρήση επεμβατικών τεχνικών (χρήση βελόνας) ή άλλων μη επεμβατικών (χρήση ηλεκτρικών κυμάτων). Αυτό το πλεονέκτημα της διαμαγνητικής αντλίας, οφείλεται αποκλειστικά στην ιδιότητα που έχουν τα διαμαγνητικά υλικά να απωθούνται μεταξύ τους, όταν φέρουν ομώνυμο φορτίο.

Η χρήση της διαμαγνητικής αντλίας και συγκεκριμένα της ιδιότητας της να απομακρύνει το νερό από τους ιστούς, βοηθά και στην εμφύτευση ενεργών φαρμακολογικών μορίων, τα οποία θα βρίσκονται διαλυμένα σε νερό. Η κεφαλή της διαμαγνητικής αντλίας βοηθάει στην αναπαραγωγή του διαμαγνητικού πεδίου στην περιοχή που πάσχει, ενώ είναι δυνατή η ρύθμιση και του βάθους και της ταχύτητας απορρόφησης και το φάρμακα εισβάλλει άμεσα στον ιστό. Είναι δυνατό ανάλογα με την πάσχουσα περιοχή να ρυθμιστεί η διείσδυση και το βάθος της διείσδυσης, αλλά και η συχνότητα με την οποία αυτό θα χορηγείται εφόσον ρυθμίζεται η συχνότητα του παλμού. Ακόμα μπορεί να ρυθμιστεί ο χρόνος θεραπείας, αλλά και το ποσοστό της διαθερμίας που θα εφαρμοστεί, εφόσον οι δύο τεχνικές συνδυαστούν. Τα πιο

συνηθισμένα φάρμακα που χορηγούνται με τη βοήθεια της διαμαγνητικής αντλίας είναι τα αντιφλεγμονώδη, τα αγγειενεργά, τα μυοχαλαρωτικά, τα αναισθητικά και τα κορτιζονούχα.

Ένα διαβαθμισμένο μαγνητικό πεδίο το οποίο διαπερνά έναν αγωγό επάγει ένα ηλεκτρικό ρεύμα. Το ανθρώπινο σώμα είναι ένας αγωγός, με αποτέλεσμα όταν διαπερνάται από ένα μαγνητικό πεδίο να προκαλείται το φαινόμενο της βιοδιέγερσης. Η δράση του μαγνητικού πεδίου βασίζεται στην διαφορά του ηλεκτρικού δυναμικού που υπάρχει στις δύο πλευρές της μεμβράνης, καθώς και στον προσανατολισμό των κυκλοφορούντων ατόμων, τα οποία λειτουργούν ως μαγνητικά δίπολα.

Η διαμαγνητική αντλία διαφέρει σημαντικά από άλλες παραδοσιακές τεχνικές που χρησιμοποιούνται στη φυσιοθεραπεία. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα φαρμακευτικά μόρια εισέρχονται άμεσα στον ιστό και με τρόπο επιλεκτικό, με αποτέλεσμα αφενός το αποτέλεσμα να είναι πιο άμεσο αλλά και να αφορά μόνο τον πληγέντα ιστό και όχι τους φυσιολογικούς γύρω του. Σε αντίθεση λοιπόν με τη διαμαγνητική αντλία τα παραδοσιακά συστήματα, όπως η ιοντοφόρηση, η υδροφόρηση και ηλεκτροδιήθηση έχουν περιορισμούς στη χρήση τους, καθώς το βάθος στο οποίο μπορεί να φράσει η φαρμακευτική ουσία είναι σημαντικά περιορισμένο. Τα συστήματα αυτά βασίζονται στη διάχυση εκθετικού τύπου οπότε εάν η φαρμακευτική ουσία πρέπει να φτάσει σε μεγάλο βάθος δεν είναι δυνατό να διασφαλιστεί η υψηλή της συγκέντρωση.

5.3.2.1 Πλεονεκτήματα της διαμαγνητικής αντλίας έναντι άλλων τεχνικών για την προώθηση ενεργών μορίων

Τα διαμαγνητικά πεδία δεν πολώνουν την επιδερμίδα, με αποτέλεσμα να μη δημιουργούνται τείχη που δεν επιτρέπουν τη διάχυση, γεγονός που συμβαίνει όταν χρησιμοποιούνται ηλεκτρικά πεδία. Για το λόγο αυτό η δράση του διαμαγνητισμού είναι βαθύτερη και προσφέρει καλύτερη ομοιομορφία στην κατανομή το φαρμάκου, σχετικά με τις συμβατικές μεθόδους (M Izzo, 2010). Τα υπόλοιπα συστήματα λοιπόν που χρησιμοποιούνται για την προώθηση φαρμακολογικών μορίων, βασίζονται στο νόμο της διάχυσης. Τέτοια είναι η ιοντοφόρηση κατά την οποία εφαρμόζεται ένα συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα, η υδροηλεκτροφόρηση, όπου το ρεύμα είναι παλμικό και χαμηλής έντασης με δυνατότητα ρύθμισης της συχνότητας και του εύρους του

παλμού και τέλος η φωνοφόρηση, όπου χρησιμοποιείται ηχητικό πεδίο για τη μεταφορά των μορίων.

Πιο ειδικά, στο σημείο αυτό θα γίνει μία εκτενής περιγραφή των παραδοσιακών τεχνικών που χρησιμοποιούνται προκειμένου να είναι πιο ευκρινείς οι διαφορές στη λειτουργία της διαμαγνητικής αντλίας.

Η ιοντοφόρηση αποτελεί μία διαδεδομένη τεχνική για τη μεταφορά φαρμακευτικών ουσιών στους ιστούς με τη μορφή ιόντων, χρησιμοποιώντας όμως όπως ήδη προαναφέρθηκε ένα συνεχές ρεύμα. Σε ένα γαλβανικό στοιχείο στο οποίο εφαρμόζεται ένα συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα, θα μεταφέρονται ιόντα από το ένα ηλεκτρόδιο προς το αντίθετα φορτισμένο ηλεκτρόδιο, περνώντας μέσα από ένα ηλεκτρολυτικό διάλυμα (Γιόκαρης, 2007). Το ρεύμα που χρησιμοποιείται πρέπει να μην είναι εναλλασσόμενο, καθώς δε θα μπορεί να γίνει η διείσδυση του στους ιστούς, εάν συνεχώς αλλάζει η φορά της κίνησης τους. Συχνά η χρήση του διαδυναμικού ρεύματος στην ιοντοφόρηση θεωρείται καλύτερη από τους επιστήμονες.

Στη διαδικασία της ηλεκτροφόρησης το ένα ηλεκτρόδιο λειτουργεί ως ενεργό και το άλλο ως ανενεργό ή επικουρικό. Το φάρμακο τοποθετείται στο ενεργό ηλεκτρόδιο προκειμένου να χορηγηθεί στην πάσχουσα περιοχή. Για καλύτερα αποτελέσματα μπορεί να χρησιμοποιηθούν και δύο ηλεκτρόδια ταυτόχρονα, καθώς η ίδια ποσότητα φαρμάκου θα χορηγηθεί σε σαφώς λιγότερο χρόνο.

Στις χρησιμοποιούμενες συσκευές ιοντοφόρησης, δηλαδή στην πιο σύγχρονη μορφή τους, κάτω από τα ενεργά ηλεκτρόδια βρίσκονται ειδικές θήκες με τη μορφή αυτοκόλλητου, όπου ο θεραπευτής μπορεί να τοποθετήσει την ποσότητα του φαρμάκου που επιθυμεί. Έτσι η συγκέντρωση είναι γνωστή και προκαθορισμένη εξαρχής. Τέλος τα σύγχρονα ηλεκτρόδια είναι φτιαγμένα από κατάλληλα υλικά για να μην εμφανίζονται ερεθισμοί στο σημείο εφαρμογής του φαρμάκου, οπότε και είναι πλέον αρκετά κατάλληλα στη χρήση.

Στην υδροηλεκτροφόρηση η ένταση του χρησιμοποιούμενου ρεύματος είναι χαμηλή, ενώ το ρεύμα φεύγει παλμικά και όχι συνεχώς όπως συνέβαινε στην ιοντοφόρηση. Για το λόγο αυτό είναι εύκολο να ρυθμιστεί η συχνότητα του παλμού και το εύρος του μήκους κύματος, ανάλογα με τη θεραπευτική αντιμετώπιση που χρειάζεται ο εκάστοτε ασθενής. Καθώς το ρεύμα φτάνει παλμικά, στο κύτταρο η κίνηση των

ιόντων μέσα και έξω από το κύτταρο είναι κυκλική, καθώς οι διαύλοι και οι αντλίες ανοίγουν ή κλείνουν αναλόγως. Η αποτελεσματικότητα της υδροηλεκτροφόρησης εξαρτάται κυρίως από την κινητικότητα των μορίων μέσα σε ένα ηλεκτρικό πεδίο, αλλά και από το αν η ροή τους είναι συνεχής. Για να υπάρχει βέβαια σταθερή ροή, θα πρέπει να υπάρχει και σταθερό ρεύμα, γεγονός που δεν παρατηρείται σε αυτή την περίπτωση.

Τέλος στη φωνοφόρηση τα μόρια κινούνται στους ιστούς μέσα σε ένα ηχητικό και όχι ηλεκτρικό πεδίο. Εδώ το μόριο που χορηγείται θα πρέπει να αποικοδομηθεί στα συστατικά του προκειμένου να βρεθεί στην αιματική κυκλοφορία, όπου θα πρέπει να συναντήσει στοιχεία του πλάσματος αλλά και έμμορφα συστατικά και να συνδεθεί μαζί τους. Εδώ η λειτουργία της τεχνικής είναι παρόμοια με αυτή της συσκευής υπερήχων. Όσο μικρότερη είναι η συχνότητα των ηχητικών κυμάτων, τόσο μεγαλύτερη φαίνεται πως είναι και η διεισδυτική τους ικανότητα. Η εφαρμογή των υπερήχων σε ένα σημείο του σώματος στατικά, είναι δυνατό να προκαλέσει έγκαυμα και γι' αυτό προτιμώνται οι κυκλικές κινήσεις. Βασικό πλεονέκτημα της φωνοφόρησης έναντι της ιοντοφόρησης, είναι ότι στην πρώτη η φαρμακευτική ουσία που πρόκειται να χορηγηθεί δεν είναι απαραίτητο να έχει πολικότητα.

Καθένα από τα προαναφερθέντα συστήματα μεταφοράς φαρμακολογικών μορίων, μειονεκτεί σε σχέση με την διαμαγνητική αντλία, λόγω των περιορισμών που παρουσιάζουν. Ειδικότερα έχει βρεθεί ότι με τη χρήση οποιασδήποτε άλλης τεχνικής μειώνεται με εκθετικό τρόπο η απελευθερούμενη ποσότητα φαρμάκου σε σχέση με το βάθος του ιστού. Αντίθετα, όταν χρησιμοποιείται η διαμαγνητική αντλία, η συγκέντρωση του φαρμάκου είναι πάντοτε υψηλή ανεξάρτητα από το βάθος στο οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Έτσι με τη διαμαγνητική αντλία μπορεί να διανεμηθεί η δραστική ουσία έως και 20 εκατοστά κάτω από την επιφάνεια του δέρματος, σε αντίθεση με τις υπόλοιπες τεχνικές που χρησιμοποιούνται έως και τα 5 εκατοστά βάθος (Logis, 2005). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι όλες οι συσκευές που χρησιμοποιούν ηλεκτρικό ρεύμα έχουν περιορισμό ως προς την ένταση που θα χρησιμοποιήσουν, γιατί μετά από κάποιο σημείο δεν είναι πλέον ανεκτό για τον οργανισμό.

Στη διαμαγνητική αντλία τα φάρμακα που πρόκειται να χορηγηθούν μπορεί να βρίσκονται σε οποιαδήποτε μορφή (διπόλου ή όχι), σε αντίθεση με τις άλλες

ηλεκτρικές μεθόδους, οι οποίες βασίζουν την κίνηση των ουσιών μέσα σε ηλεκτρικό πεδίο λόγω του φορτίου τους. Έτσι στη θεραπεία περιλαμβάνονται τόσο φορτισμένα όσο και ουδέτερα μόρια. Επιπλέον δεν είναι απαραίτητη η χρήση διαλυμάτων ηλεκτρολυτών, αλλά ένα οποιοδήποτε διάλυμα ακόμα σε μορφή γέλης ή κρέμας μπορεί να χρησιμοποιηθεί, φτάνει να έχει υψηλή περιεκτικότητα σε νερό.

Τέλος αξίζει να αναφερθεί στο σημείο αυτό ότι η διαμαγνητική αντλία έχει χρησιμοποιηθεί όχι μόνο για την προώθηση φαρμακολογικών μορίων, αλλά και άλλων τα οποία δεν είναι κατ' ανάγκη φορτισμένα. Έτσι ένα οποιοδήποτε διάλυμα που έχει την ιδιότητα υδρόλυσης, παροχετεύεται μέσω της αντλίας.

5.4 Ενδογενής βιοδιέγερση

Στο ανθρώπινο σώμα το μαγνητικό πεδίο έχει την ιδιότητα να διαδίδεται, οπότε και αποτελεί καλό αγωγό του μαγνητικού πεδίου. Όταν εφαρμόζεται το μαγνητικό πεδίο σε έναν ιστό ή σε ένα κύτταρο, το αποτέλεσμα είναι η παραγωγή ενός ηλεκτρικού πεδίου, που προκαλεί ηλεκτρική διέγερση των μορίων του ιστού. Η διέγερση λοιπόν και συγκεκριμένα η βιοδιέγερση είναι η επαναπόλωση του δυναμικού των μορίων της μεμβράνης των ιστών. Η βιοδιέγερση είναι δυνατό να βελτιωθεί με τη χρήση της διαμαγνητικής αντλίας διότι, η συχνότητα που εφαρμόζεται είναι υψηλή, όπως και η ταχύτητα εναλλαγής αυτής της συχνότητας. Ειδικότερα είναι 2tesla και 1msec αντιστοίχως.

Η ενδογενής βιοδιέγερση λοιπόν αποτελεί άλλο ένα μέσο, που χρησιμοποιεί η διαμαγνητική αντλία για να αποκαταστήσει τα φυσιολογικά επίπεδα ιοντοανταλλαγής διαμέσου της κυτταροπλασματικής μεμβράνης και ειδικότερα τα ιόντα νατρίου και καλίου. Ταυτόχρονα η διαπερατότητα των αιμοφόρων και λεμφικών αγγείων γίνεται μεγαλύτερη όπως και η ελαστικότητα των δομών. Έτσι, περισσότερο αίμα φτάνει σε κάθε κύτταρο και περισσότερη λέμφος αποστραγγίζεται από αυτό, με αποτέλεσμα, τη βέλτιστη οξυγόνωση ανά κύτταρο. Παράλληλα συμβάλλει στην αναλγησία, καθώς απελευθερώνονται τα φυσικά οπιοειδή του οργανισμού, δηλαδή οι ενδορφίνες και οι εγκεφαλίνες, ενώ ο μεταβολισμός των περισσότερων μακρομορίων του κυττάρου, αλλά κυρίως των πρωτεϊνών και των λιπιδίων ενισχύεται. Αυτό είναι αποτέλεσμα της ενεργοποίησης τόσο του συμπαθητικού όσο και του παρασυμπαθητικού συστήματος μέσω της αντλίας.

Σημαντικός είναι και ο ρόλος της βιοδιέγερσης μέσω της αντλίας στο επίπεδο του οστού, καθώς αυξάνεται η σύνθεση του κολλαγόνου, ως αποτέλεσμα της μείωσης της δραστηριότητας της αδενυλικής κυκλάσης, με αποτέλεσμα την μείωση της συγκέντρωσης του κυκλικού νουκλεοτιδίου της μονοφωσφορικής αδενοσίνης. Έπειτα η ασβεστοποίηση του οστού αυξάνεται και γίνεται περισσότερο σταθερή η δομή του και ταυτόχρονα περιορίζεται η δράση των οστεοκλαστών με παράλληλη αύξηση της δράσης των οστεοβλαστών (Φραγκοράπτης, 2008)

Η βιοδιέγερση δεν ξεκίνησε να χρησιμοποιείται με την εφεύρεση της διαμαγνητικής αντλίας, αλλά η χρήση της ήταν ήδη γνωστή αφού γινόταν με τη χρήση ηλεκτρισμού. Ωστόσο φαίνεται πως η διαμαγνητική αντλία παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα. Σε αυτά περιλαμβάνεται το γεγονός ότι η διαμαγνητική αντλία επιτρέπει τη διέγερση της κυτταροπλασματικής μεμβράνης ισόποσα σε όλη την έκταση του ιστού. Αυτό δε συνέβαινε με τα ηλεκτρικά συστήματα βιοδιέγερσης όπου το ηλεκτρικό ρεύμα παραγόταν στο εξωτερικό κυττάρου και στη συνέχεια με μειωμένη ένταση προωθούνταν προς το εσωτερικό του κυττάρου. Ακόμα το γεγονός ότι η βιοδιέγερση με τη μορφή της αντλίας εφαρμόζεται στο επίπεδο του κυττάρου, επιτρέπει τη βελτίωση των λειτουργιών του, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως. Έτσι είναι δυνατό να επιλεγεί όχι μόνο συγκεκριμένος ιστός αλλά και συγκεκριμένη ομάδα κυττάρων, επί της οποίας θα δράσει η βιοδιέγερση (Guyton, 2004). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κάθε κύτταρο ανάλογα με τη λειτουργία του παρουσιάζει και διαφορετικό δυναμικό, οπότε αναγνωρίζεται μέσω αυτού και μπορεί να επιλεγεί με μεγάλη ειδικότητα. Τελευταίο και σημαντικότερο ίσως πλεονέκτημα αυτού του νέου συστήματος βιοδιέγερσης είναι η ικανότητα του να εισχωρεί σε μεγάλο βάθος στο εσωτερικό των ιστών, χωρίς ωστόσο ο ασθενής να παθαίνει έγκαιμα.

Συνολικά λοιπόν τα σημεία στα οποία διαφέρει η βιοδιέγερση με τη διέγερση μέσω της διαμαγνητικής αντλίας είναι πολυάριθμα και συνοψίζονται ως εξής. Μέσω της διαμαγνητικής αντλίας η διέγερση είναι (Bovetti, 2003):

- i. Ενδογενής, δηλαδή δημιουργείται στο εσωτερικό του κυττάρου-ιστού και όχι στο εξωτερικό του με την τάση να κινηθεί προς το εσωτερικό
- ii. Ισότροπος: δηλαδή σε όλη την έκταση και τον όγκο του ιστού η ένταση παραμένει σταθερή

- iii. Εξειδικευμένη για κάθε κυτταρικό τύπο, δηλαδή επιλέγονται οι ιστοί που φλεγμαίνουν ή έχουν κάποια κάκωση ειδικά, με αποτέλεσμα να αποκαθίστανται μόνο αυτοί. Επιπλέον η θεραπεία δεν προκαλεί ούτε πόνο ούτε ερεθισμό της περιοχής.

5.5 Διαθερμία

Η διαμαγνητική αντλία έχει χαρακτηριστεί ως ένα «φυσικό μέσο υψηλής τεχνολογίας» καθώς λειτουργεί και ως διαθερμία, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί συνδυαστικά με τα μαγνητικά πεδία. Γενικά στην Ιατρική χρησιμοποιούνται οι διαθερμίες, οι οποίες παράγουν ρεύματα υψηλών συχνοτήτων προκειμένου να παραχθεί ηλεκτρομαγνητική ενέργεια, η οποία στο εσωτερικό των ιστών μετατρέπεται σε θερμότητα. Ο όρος λοιπόν διαθερμία, προέρχεται από τη σύνδεση των λέξεων «προ» και «θέρμα», δηλαδή θέρμανση (Σπυρόπουλος, 1993). Η διαθερμία δρα θεραπευτικά γιατί λόγω της τοπικής αύξησης της θερμοκρασίας που προκαλεί, τα αγγεία διαστέλλονται και τελικά αυξάνεται η κυκλοφορία του αίματος, που επάγει την επούλωση των ιστών (V Delpizzo, 1987).

Στη διαμαγνητική αντλία λοιπόν λειτουργεί και ένα πρόγραμμα ραδιοκυμάτων, τα οποία προκαλούν αναλγησία. Η θερμότητα έχει την ικανότητα να επάγει τη λειτουργικότητα και τη συγκέντρωση ορισμένων ενζύμων στο εσωτερικό του κυττάρου, τα οποία δεν επιτρέπουν τη διάδοση της οδού του πόνου. Παράλληλα, η θερμότητα επιτρέπει στην εν τω βάθει ανάκαμψη των ιστών, καθώς αυξάνεται η αιμάτωση και τελικά η οξυγόνωση των κυττάρων, οπότε αυξάνεται η ελαστικότητα των μυϊκών ινών, ενώ παράλληλα περιορίζονται οι συσπάσεις και ο μυϊκός τόνος.

Υπάρχουν δύο είδη διαθερμίας, η ωμική και η χωρική. Η ωμική διαθερμία χρησιμοποιείται κυρίως σε σκληρούς ιστούς, όπως είναι οι ιστοί και οι τένοντες, διότι έχει δώσει τα μεγαλύτερα αποτελέσματα βελτίωσης. Από την άλλη για τους μαλακούς ιστούς που έχουν πληγεί προτιμάται η χωρική διαθερμία .

Η συσκευή της διαμαγνητικής αντλίας αφήνει τη δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει την ένταση και το είδος της διαθερμίας που θέλει να εφαρμόσει. Η ένταση της διαθερμίας κυμαίνεται μεταξύ του 1 και του 100, με τις χαμηλότερες εντάσεις να χρησιμοποιούνται σε λεπτές περιοχές όπου η περιεκτικότητα σε λιποκύτταρα είναι πολύ χαμηλή, όπως συμβαίνει στην άκρα χείρα. Μεσαίες εντάσεις (5-60)

χρησιμοποιούνται όταν η διαθερμία πρόκειται να εφαρμοστεί σε μεγάλη έκταση όπως είναι η πλάτη, ή ο τετρακέφαλος, ο γλουτός και άλλοι μεγάλοι μύες. Τέλος οι διαθερμίες υψηλότερων εντάσεων χρησιμοποιούνται κυρίως σε άτομα που είτε έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε λίπος (παχύσαρκα) είτε μεγάλη μυϊκή μάζα (Chaitow, 2008).

Αξίζει να σημειωθεί στο σημείο αυτό ότι η διαθερμία μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως διαγνωστικό εργαλείο, τουλάχιστον για την ανεύρεση της πάσχουσας περιοχής, που θα πρέπει να λάβει την όποια θεραπευτική αντιμετώπιση. Ειδικότερα, η αντίσταση που παρουσιάζει ένας ιστός στη διαθερμία, διαφοροποιεί και την απορροφούμενη ενέργεια. Η συσκευή της διαθερμίας φέρει καταγραφικό το οποίο καταγράφει τι διαφορετικές αντιστάσεις και έτσι ανιχνεύεται ο πάσχων ιστός (B Hildebrandt, 2007).

5.6 Ασφάλεια στη χρήση της διαμαγνητικής αντλίας και αντενδείξεις

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της διαμαγνητικής αντλίας είναι η ασφάλεια που τη χαρακτηρίζει τόσο από την πλευρά του θεραπευτή όσο και από την πλευρά του θεραπευόμενου, παρά το γεγονός ότι το μαγνητικό πεδίο που χρησιμοποιείται είναι πολύ υψηλής έντασης και ότι αυτό έρχεται σε άμεση επαφή με τους ιστούς του ασθενούς.

Η ασφάλεια λοιπόν οφείλεται στο ότι η χρησιμοποιούμενη ακτινοβολία είναι μη ιονίζουσα, με αποτέλεσμα να μη διασπά τους δεσμούς μεταξύ των ατόμων που συγκροτούν ένα μόριο. Η μοναδική της επίδραση όπως προαναφέρθηκε είναι ότι προκαλεί θερμικές, μηχανικές και βιοχημικές αλλαγές σε επίπεδο κυττάρου και τελικά ιστού. Έτσι σε αντίθεση με αυτό που παρατηρείται κατά τη χρήση των ακτίνων X, δε διασπώνται οι δεσμοί που συγκροτούν τη δομή των μορίων κι έτσι δεν επέρχεται ιοντισμός.

Ακόμα, η ενέργεια που εκπέμπεται έχει ένταση έως και τα 90J, δηλαδή είναι μεγάλης ισχύς, οπότε είναι δυνατό να γίνουν φυσικές θεραπείες στον ασθενή σε διάφορους τομείς όπως προαναφέρθηκε, με μεγάλη επιτυχία και με άμεση εμφάνιση των αποτελεσμάτων. Επιπλέον η ένταση του μαγνήτη είναι τα 4Tesla για παιδιά και τα 8Tesla για τους ενήλικες, ενώ μεγαλύτερες εντάσεις επιτρέπονται μόνο για ερευνητικούς σκοπούς.

Συνολικά λοιπόν η χρήση της διαμαγνητικής αντλίας είναι πολύ ασφαλής και το μόνο πρόβλημα που μπορεί να προκύψει δεν οφείλεται στην αντλία καθεαυτή αλλά στο χρησιμοποιούμενο φάρμακο, το οποίο μπορεί να μην είναι κατάλληλο, ή να χρησιμοποιηθεί λάθος δόση, ή ο ασθενής να έχει κάποια αλλεργία.

Τέλος το μηχάνημα φέρει και δικλίδες ασφαλείας που έχουν να κάνουν με την ασφάλεια της λειτουργίας του, έτσι υπάρχουν ασφάλειες οι οποίες σταματούν τη λειτουργία της συσκευής εάν η θερμοκρασία ανέβει επικίνδυνα.

Έτσι λοιπόν η διαμαγνητική αντλία φαίνεται ότι είναι ένα πολύ ασφαλές εργαλείο για τον τομέα της ιατρικής, ενώ ταυτόχρονα παρουσιάζει σημαντικά θεραπευτικά πλεονεκτήματα, έναντι των κλασικών τεχνικών, λόγω της υψηλής έντασης που χρησιμοποιεί και των χαμηλών συχνοτήτων.

5.7 Κλάδοι εφαρμογής της διαμαγνητικής αντλίας

Στο σημείο αυτό συλλέχθηκαν δεδομένα τόσο από τη βιβλιογραφία, την αρθρογραφία, αλλά και τις ηλεκτρονικές σελίδες των κέντρων θεραπείας στα οποία γίνεται χρήση της Διαμαγνητικής αντλίας στη χώρα. Έτσι λοιπόν η Διαμαγνητική αντλία στην Ελλάδα φαίνεται να χρησιμοποιείται:

- i. Στην αθλητική ιατρική για την αντιμετώπιση πόνων στη ηβική περιοχή, κακώσεων του τένοντα, θλάσεων και συσπάσεων, εκχυμώσεων και διαστρεμμάτων
- ii. Στη ρευματολογία για την αντιμετώπιση ρευματοπαθειών και άλλων φλεγμονών
- iii. Στην ορθοπεδική και στην τραυματολογία για όλες τις σκελετικές κακώσεις
- iv. Στην αποκατάσταση και τη φυσιατρική τόσο για θεραπευτικούς όσο και για προληπτικούς σκοπούς
- v. Στην αισθητική για τη μείωση των ουλών, της ακμής και των ρυτίδων
- vi. Στη δερματολογία για την αντιμετώπιση πληγών αλλά και για την αύξηση του ρυθμού αναπαραγωγής των ιστών
- vii. Στη χειρουργική σε περιπτώσεις που υπάρχει υπερτροφία προστάτη και χρειάζεται αφαίρεση
- viii. Στη νευρολογία για εκφυλιστικές και φλεγμονώδεις ασθένειες
- ix. Στην ωτορινολαρυγγολογία για φλεγμαίνουσες ασθένειες

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η διαμαγνητική αντλία μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα και την ταχύτητα αποκατάστασης των ασθενών με μυοσκελετικές κακώσεις. Επίσης είναι ένα πολύ ασφαλές εργαλείο για τον τομέα της ιατρικής, ενώ ταυτόχρονα παρουσιάζει σημαντικά θεραπευτικά πλεονεκτήματα, έναντι των κλασσικών τεχνικών.

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ALSHEIKHLY, A. Essentials of Accident and Emergency Medicine, IntechOpen London, United Kingdom, 2019.

AS ALSHEIKHLY, M. A. Musculoskeletal Injuries: Types and Management Protocols for Emergency Care. Intechopen, London, United Kingdom, 2018.

B HILDEBRANDT, P. W.. The biologic rationale of hyperthermia. Peritoneal Carcinomatosis, 2007.

BEEKLEY, A. C., STARNES, B. W. & SEBESTA, J. A., Lessons learned from modern military surgery 87, 157-84, vii., Surg Clin North Am, USA, 2007.

BERG, A. T., STAFNE, S. N., HILLER, A., SLORDAHL, S. A. & AAMOT, I. L. Physical therapy intervention in patients with non-cardiac chest pain following a recent cardiac event: A randomized controlled trial. SAGE Open Med, 3, 2050312115580799. 2015.

BOVETTI, E.. Diamagnetotherapy and medical face surface
Verona. Italy, 2003.

BS BROTZMAN, K. W., Ορθοπαιδική αποκατάσταση στην κλινική πράξη, Ιατρικές εκδόσεις Κωνσταντάρας, Αθήνα, 2007.

C KISNER, L. C., Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques by Carolyn Kisner, FA Davis, USA, 1996.

C SHERRINGTON, S. L.. Home exercise to improve strength and walking velocity after hip fracture: a randomized controlled trial. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 78, 208-212, 1997.

CHAITOW, L., Naturopathic Physical Medicine: Theory and Practice for Manual Therapists and Naturopaths, J Pizzorno, 2008.

DJ DANDY, D. E. Βασική ορθοπαιδική και τραυματολογία, Αθήνα, Παρισιάνου, 2010.

DJ HUNTER, J. N., Y ZHANG, MC NEVITT, L XU, L LUI, W YU, P ALIABADI, TS BUCHANAN, DT FELSON. Knee height, knee pain, knee osteoarthritis: The Beijing Osteoarthritis Study. Wiley online library, 2005.

EN MARIEB, K. H. Human anatomy and physiology, 2004.

FITZSIMMONS, C. R. & WARDROPE, J., 9 assessment and care of musculoskeletal problems. 22, 68-76, Emerg Med J, 2005.

GUYTON, A. Φυσιολογία του ανθρώπου, Αθήνα, Λίτσας, 2004.

KING, R. B., FILIPS, D., BLITZ, S. & LOGSETTY, S. Evaluation of possible tourniquet systems for use in the Canadian Forces. 60, 1061-71, J Trauma, 2006.

L SOLOMON, D. W., S NAYAGAN. APLEY'S Concise system of orthopaedics and fractures, Αθήνα, Ιατρικές εκδόσεις Πασχαλίδης, 2010.

LN TRIGGS, J. R. The Musculoskeletal System and Human Movement, 2014.

LORIS, S. High intensity pulsed magnetic fields for the analgic therapy and the functional recovery in the osteoarthritis, Prato, Italy, 2005.

M IZZO, V. G., F MARIANI. The role of diamagnetic pump (CTU mega 18) in the physical treatment of limbs lymphedema: A cinical study, ch. 21-24-29, European Journal of Lymphology and Related Problems, 2010.

MURPHY, A. C., MULDOON, S. F., BAKER, D., LASTOWKA, A., BENNETT, B., YANG, M. & BASSETT, D. S., Structure, function, and control of the human musculoskeletal network, PLoS Biol, 16, e2002811, 2018.

NEUMANN, D. Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation, St Louis, USA, Elsevier, Health Sciences Department, 2016.

NJ PETTY, D. R. Musculoskeletal examination and assessment - A handbook for therapists, Elsevier Health Services, London, United Kingdom, 2017.

P BRUKNER, B. C., J COOK, A COOLS, K CROSSLEY, M HUTCHINSON, P MC CRORY, R BAHR, K KHAN. Brukner & Khan's Clinical Sports Medicine, McGraw-Hill Education, Australia, 2017.

RIIHIMAKI, H. Musculoskeletal System. Encyclopedia of Occupational Health and Safety. Fourth ed,1986.

V DELPIZZO, K. J.. On the safe use of microwave and shortwave diathermy units. The Australian journal of physiotherapy, 33,1987.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α ΧΑΤΖΗΠΑΥΛΟΥ, Γ. Κ. Ι- Παθήσεις των οστών και των αρθρώσεων των άκρων, Ορθοπαιδική τραυματιολογία . Broken Hill Publishers,2006.

ΓΙΟΚΑΡΗΣ, Π. Θεραπευτικά σχήματα. Κλινική ηλεκτροθεραπεία, Αθήνα, Παρισιάνου,2007.

ΣΠΥΡΟΠΟΥΛΟΣ, Β. Τεχνολογία εντατικής ιατρικής και χειρουργείου: μαθήματα βιοιατρικής τεχνολογίας ΙΙΙ, Παρισιάνος,1993.

ΦΟΥΣΕΚΗΣ, Κ. Εφαρμοσμένη Αθήτική Φυσικοθεραπεία, Κύπρος, Broken Hill,2015.

ΦΡΑΓΚΟΡΑΠΤΗΣ, Ε. Εφαρμοσμένη ηλεκτροθεραπεία, Θεσσαλονίκη,2002.

ΦΡΑΓΚΟΡΑΠΤΗΣ, Ε. Εφαρμοσμένη ηλεκτροθεραπεία. Θεωρία και πράξη μεθόδων ηλεκτροθεραπείας, Θεσσαλονίκη,2008.

ΆΛΛΕΣ ΠΗΓΕΣ

Α ΚΑΣΤΟΡΙΝΗΣ, Μ. Κ.-Α., Φ ΜΠΑΡΩΝΑ-ΜΑΜΑΛΗ, Β ΠΕΡΑΚΗ, Π ΠΑΛΟΓΛΟΥ . Βιολογία, Α' Γενικού Λυκείου, Διόφαντος,2001.

ΒΟΝΟΡΤΑΣ, Ε. Το σκελετικό σύστημα. In: SLIDEPLAYER (ed.),2017.

ΤΣΑΚΟΠΟΥΛΟΣ, Μ. Φυσιολογία του ανθρώπου, Αθήνα, Πασχαλίδης,2001.

ECONOMOU, T. Τι είναι Υπεραγωγιμότητα; Πώς παρατηρείται;. <https://slideplayer.gr/slide/2958168/>. 2015.

EIPE. Τι είναι οι ρευματικές παθήσεις, τα "αρθριτικά" ή τα "ρευματικά"; [Online]. Αθήνα. [Accessed 5/4/2020] , 2019.

V IACOVACCI, G. L., L RICOTTI, A MENCASSE . Magnetic Field-Based Technologies for Lab-on-a-Chip Applications. 2016.

[HTTPS://GR.DREAMSTIME.COM/%CE%B1%CF%80%CE%B5%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CE%BD%CE%B9%CF%83%CE%B7-%CE%B1%CF%80%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD-%CE%B1%CF%81%CF%83%CE%B5%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B8%CE%B7-%CF%85%CE%BA%CE%AE-%CE%B3%CF%89%CE%BD%CE%AF%CE%B1-%CF%84%CE%BF%CF%85-Q-IMAGE98154926](https://gr.dreamstime.com/%CE%B1%CF%80%CE%B5%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CE%BD%CE%B9%CF%83%CE%B7-%CE%B1%CF%80%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD-%CE%B1%CF%81%CF%83%CE%B5%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B8%CE%B7-%CF%85%CE%BA%CE%AE-%CE%B3%CF%89%CE%BD%CE%AF%CE%B1-%CF%84%CE%BF%CF%85-Q-IMAGE98154926).