



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών
— ΙΔΡΥΘΕΝ 1837 —

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ - ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΑΡΕΤΑΙΕΙΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ
Α΄ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ
ΚΕΝΤΡΟ ΠΟΝΟΥ & ΠΑΡΗΓΟΡΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
Αλγολογία
Αντιμετώπιση του Πόνου
Διάγνωση και Θεραπεία
Φαρμακευτικές, Παρεμβατικές και άλλες Τεχνικές

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΠΜΣ)

ΑΛΓΟΛΟΓΙΑ : ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΠΟΝΟΥ.

ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΘΕΡΑΠΕΙΑ.

ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΕΣ, ΠΑΡΕΜΒΑΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ.

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Η Επίδραση των Laser Υψηλής Ισχύος στις Επώδυνες
Παθήσεις του Ώμου»**

Μεταπτυχιακός Φοιτητής

Φίλης Κυριάκος, Φυσικοθεραπευτής

ΑΘΗΝΑ, 2019

Θέμα :

**Η Επίδραση των Laser Υψηλής Ισχύος στις Επώδυνες
Παθήσεις του Ώμου**

Theme :

**The Effect of High Power Laser on
Painful Shoulder Diseases**

Εξεταστική Τριμελής Επιτροπή

➤ ***Γεωργούδης Γεώργιος***

Αναπληρωτής Καθηγητής – Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής – ΠΑΔΑ
Τμήμα Φυσικοθεραπείας

➤ ***Μελεμένη Αικατερίνη***

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας – «Αρεταίειο»
Νοσοκομείο

➤ ***Παπανδρέου Μαρία***

Επίκουρη καθηγήτρια Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής – ΠΑΔΑ – Τμήμα
Φυσικοθεραπείας

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	11
1. Αρχές Λειτουργίας των Laser.....	11
1.1 Ιστορικά στοιχεία	11
1.1.1 Εφαρμογές των Laser	12
1.2 Ιδιότητες των Laser.....	12
1.3 Λειτουργία των Laser.....	13
1.4 Είδη Laser.....	15
1.5 Laser ημιαγωγών.....	17
1.6 Αλληλεπίδραση Laser-ιστών	22
1.7 Θεραπεία με Laser υψηλής έντασης.....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	29
2. Ώμος	29
2.1 Περιληπτική αναφορά στην ωμική ζώνη.....	29
2.2 Οστά και αρθρώσεις.....	30
2.2.1 Κλείδα	31
2.2.2 Ωμοπλάτη.....	32
2.2.3 Κεντρικό (ανώτερο) τμήμα του βραχιόνιου οστού	32
2.2.4 Μείζον και έλασσον βραχιόνιο όγκωμα.....	33
2.3 Μύες	33
2.4 Νεύρα σχετιζόμενα με οστό	37
2.5 Σχέσεις με άλλες περιοχές	37
2.5.1 Λαιμός.....	37
2.5.2 Ράχη και θωρακικό τοίχωμα.....	38
2.5.3 Νεύρωση από αυχενικά και ανώτερα θωρακικά νεύρα	38
2.5.4 Χειρουργικός αυχέννας.....	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	41
3.1 Επώδυνος ώμος.....	41
3.1.1 Ρήξη Τενόντων Ώμου (Τενόντιο Πέταλο).....	42
3.1.2 Αρθρίτιδα της Ακρωμιοκλειδικής Άρθρωσης	43
3.1.3 Σύνδρομο Υπακρωμιακής Προστριβής.....	44

3.1.4	Ασβεστοποιός Τενοντίτιδα	48
3.1.5	Μερική Αποκόλληση της Μακράς Κεφαλής του Δικεφάλου (Βλάβη SLAP)	48
	Αστάθεια του Ώμου	50
3.1.7	Συμφυτική Θυλακίτιδα (Παγωμένος Ώμος).....	53
3.1.8	Παγίδευση Υπερπλατίου Νεύρου	55
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο.....	58
4.1	Εφαρμογή των laser υψηλής ισχύος στις μυοσκελετικές παθήσεις	58
4.2	Εφαρμογή των laser υψηλής ισχύος στις παθήσεις του ώμου	63
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο	67
	ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ	67
5.1	Σκοπός.....	68
5.2	Υλικό και Μεθοδολογία	68
	Λέξεις Κλειδιά : High-Intensity Laser Therapy, Chronic shoulder pain,	68
	Κριτήρια Επιλογής.....	68
	Κριτήρια Αποκλεισμού	69
	Συζήτηση	70
	Βιβλιογραφία.....	93
	Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία	93
	Ελληνική Βιβλιογραφία	101
	Παράρτημα Εικόνων	103

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Ο πόνος στον ώμο είναι ένας από τους πόνους του μυοσκελετικού συστήματος που γίνεται συχνά χρόνιος και δημιουργεί πρόβλημα και επιπλοκές κατά τη θεραπεία του, λόγω της σύνθετης δομής του.

Σκοπός: Ο σκοπός αυτής της μελέτης είναι να μελετήσει την επίδραση των laser υψηλής ισχύος στις επώδυνες παθήσεις του ώμου σε ασθενείς με χρόνια πόνο στον ώμο.

Υλικό και Μεθοδολογία: Το μεθοδολογικό υπόβαθρο της παρούσας εργασίας βασίζεται στην αφηγηματική ανασκόπηση. Για τη συλλογή της βιβλιογραφίας και τη βιβλιογραφική ανασκόπηση χρησιμοποιήθηκαν επιστημονικά βιβλία, πρωτότυπες μελέτες, βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις και περιλήψεις ερευνών στις περιπτώσεις που δεν υπήρχε πλήρης πρόσβαση στο άρθρο. Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν οι ηλεκτρονικές βάσεις PubMed και Google Scholar.

Συμπέρασμα: Συνοψίζοντας, το HILT είναι αποτελεσματικό στη μείωση του πόνου στον ώμο, αν και χρειάζονται περαιτέρω μελέτες για να επιβεβαιώσουν την αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων για την επίδραση των laser υψηλής ισχύος στις επώδυνες παθήσεις του ώμου. Το HILT έδειξε ότι έχει μεγαλύτερο όφελος για τη θεραπεία του χρόνιου πόνου στην ωμική περιοχή ως προς τη μείωση του πόνου, τη βελτίωση της αρθρικής κίνησης, και της λειτουργικότητας του πληγέντος ώμου.

Λέξεις Κλειδιά: High-Intensity Laser Therapy, Chronic shoulder pain

ABSTRACT

Introduction: Shoulder pain is one of the pains of the most common problems which is often chronic and causes a number of complications in its treatment due to its complex structure.

Purpose: The purpose of this study was to investigate the effect of high power laser on painful shoulder disorders in patients with chronic shoulder pain.

Material and Methodology : The design of this study is narrative review. Scientific books, original studies, bibliographic reviews, and research summaries have been used for bibliographic review when there was no full access to the article. The PubMed and Google Scholar electronic databases were used to collect the data.

Conclusion: In summary, HILT is effective in reducing shoulder pain. Although further studies are needed to confirm the effectiveness of interventions for the effect of high-power laser on painful shoulder disorders, HILT has shown that it has a significant benefit in the treatment of chronic pain in the shoulder area to reduce pain, improve articular movement, and functionality of the affected shoulder.

Key words: High-Intensity Laser Therapy, Chronic shoulder pain

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ώμος είναι ο πιο κινητός σύνδεσμος στο σώμα. Ωστόσο, είναι μια ασταθής άρθρωση λόγω του εύρους της κίνησης που επιτρέπεται. Αυτή η αστάθεια αυξάνει την πιθανότητα τραυματισμού των αρθρώσεων, οδηγώντας συχνά σε μια εκφυλιστική διαδικασία στην οποία οι δομές που σχηματίζουν την άρθρωση του ώμου δεν λειτουργούν πλέον καλά. Ο πόνος στον ώμο μπορεί να εντοπιστεί ή μπορεί να αναφέρεται σε περιοχές γύρω από τον ώμο ή κάτω από τον βραχίονα. Άλλες περιοχές του σώματος (όπως χοληδόχος κύστη, ήπαρ ή καρδιοπάθεια ή ασθένεια της αυχενικής μοίρας του αυχένα) μπορεί επίσης να προκαλέσουν πόνο που ο εγκέφαλος μπορεί να ερμηνεύσει ως προερχόμενος από τον ώμο.

Ο πόνος στον ώμο είναι ένας από τους πόνους του μυοσκελετικού συστήματος που γίνεται συχνά χρόνιος και δημιουργεί πρόβλημα και επιπλοκές κατά τη θεραπεία του, λόγω της σύνθετης δομής του. Πολλές ασθένειες, όπως το σύνδρομο του στροφικού πετάλου, το σύνδρομο πρόσκρουσης, η τενοντίτιδα και οι εκφυλιστικές ασθένειες μπορεί να οδηγήσουν σε χρόνια πόνο στον ώμο. Η θεραπεία περιλαμβάνει μη επεμβατικές μεθόδους θεραπείας (μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα – NSAIDs), μεθόδους φυσικοθεραπείας - PT) και ελάχιστα επεμβατικές θεραπευτικές μεθόδους, όπως ενέσεις ενδοαρθρικών στεροειδών και διαδικασίες αποκλεισμού νεύρων (ραδιοσυχνότητες RF, ενέσεις στεροειδών, κλπ.)

Οι εφαρμογές PT περιλαμβάνουν θεραπείες όπως θεραπεία με φωτοδιέγερση (PBMT), χειροθεραπεία, υπέρηχο (US) και θεραπεία με shockwave (ESWT). Η Βορειοαμερικανική Ένωση Φωτοθεραπείας και η Παγκόσμια Ένωση για τη Θεραπεία με Laser κατά τη διάσκεψή τους, τον Σεπτέμβριο του 2014, συμφώνησαν ότι ο όρος λέιζερ είχε μια ελλιπή ορολογία. Αποφάσισαν να χρησιμοποιήσουν τον όρο "θεραπεία φωτοβολιδίων" αντί για θεραπεία με λέιζερ. Επίσης, ο όρος «θεραπεία φωτοσωματιδίων» ορίζεται ως «Μία μορφή φωτοθεραπείας που χρησιμοποιεί μη ιονίζουσες μορφές πηγών φωτός, συμπεριλαμβανομένων των λέιζερ, των LED και του ευρυζωνικού φωτός, στο ορατό και υπέρυθρο φάσμα. Είναι μια μη θερμική διαδικασία που περιλαμβάνει ενδογενή χρωμοφόρα που προκαλούν φωτομηχανικά και φωτοχημικά συμβάντα σε διάφορες

κλίμακες. Αυτή η διαδικασία έχει ως αποτέλεσμα ευεργετικά θεραπευτικά αποτελέσματα που περιλαμβάνουν αλλά δεν περιορίζονται στην ανακούφιση του πόνου ή της φλεγμονής. Σήμερα, τα πρωτόκολλα PBMT χρησιμοποιούνται ως laser χαμηλής ισχύος και laser υψηλής ισχύος.

Πολλές δημοσιεύσεις έχουν δείξει ότι το laser υψηλής ισχύος μπορεί να επηρεάσει μια ευρύτερη περιοχή και βαθύτερους ιστούς σε σύγκριση με το laser χαμηλής ισχύος. Έχει διαπιστωθεί ότι το laser υψηλής ισχύος έχει θεραπευτικό αποτέλεσμα αυξάνοντας την μιτοχονδριακή οξειδωτική αντίδραση, την τριφωσφορική αδενοσίνη και την παραγωγή DNA και RNA καθώς και ένα αναλγητικό αποτέλεσμα μειώνοντας τα ερεθίσματα του πόνου και αυξάνοντας τις οπιοειδής ουσίες.

Αν και περιορισμένη, η βιβλιογραφία περιέχει μελέτες σχετικά με τον πόνο στο κατώτερο μέρος της σπονδυλικής στήλης, μυοσκελετικό πόνο, πόνο στο λαιμό και πόνο στον ώμο σχετικά με την αποτελεσματικότητα του PBMT. Τα αποτελέσματα τέτοιων μελετών είναι ενθαρρυντικά όσον αφορά την αποτελεσματικότητα των PBMT.

Ο σκοπός αυτής της εργασίας είναι να μελετήσει την επίδραση των laser υψηλής ισχύος στις επώδυνες παθήσεις του ώμου σε ασθενείς με χρόνια πόνο στον ώμο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1. Αρχές Λειτουργίας των Laser

1.1 Ιστορικά στοιχεία

Ο όρος Λείζερ είναι η ελληνική απόδοση του αγγλικού ακρωνύμιου L.A.S.E.R. (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) και ορίζεται ως η ενίσχυση φωτός μέσω εξαναγκασμένης εκπομπής ακτινοβολίας. Ως Laser χαρακτηρίζεται τόσο αυτό το είδος ακτινοβολίας, όσο και η συσκευή που το παράγει. Η λειτουργία μίας συσκευής Laser προτάθηκε το 1958 από τους Townes και Schawlow, ενώ η επιτυχής λειτουργία της πρώτης συσκευής Laser επιτεύχθηκε το 1960 από τον Maiman. Το θεωρητικό πλαίσιο της ακτινοβολίας Laser διατυπώθηκε το 1917 από τον Einstein, όπου στην περίφημη εργασία του περιέγραφε τις φυσικές διεργασίες της απορρόφησης και εκπομπής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, προβλέποντας, μάλιστα, την λεγόμενη εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας, η οποία είναι υπεύθυνη και καθοριστική για την δημιουργία ακτινοβολίας Laser.

Τα Laser έχουν ιδιαίτερες και μοναδικές ιδιότητες, ως προς την εκπεμπόμενη ακτινοβολία, οι οποίες δε συναντώνται συχνά στη φύση. Τέτοιες είναι η μονοχρωματικότητα, η κατευθυντικότητα, η λαμπρότητα και η συμφωνία. Πλέον τα Laser, βρίσκουν εφαρμογή όχι μόνο σε κάθε τεχνολογικό, βιομηχανικό και επιστημονικό τομέα, αλλά και στην καθημερινότητα μας (βλ. εκτυπωτές, ανάγνωση barcode κ.α.), λόγω των μοναδικών ιδιοτήτων τους.

1.1.1 Εφαρμογές των Laser

Εφαρμογές Χαμηλής Ισχύος

1. **Τηλεπικοινωνίες** : οπτικές ίνες, οπτική αποθήκευση δεδομένων, οπτικοί υπολογισμοί
2. **Μετρολογία** : ολογραφία, συμβολομετρία, μετρήσεις θέσεις/ταχύτητας αντικειμένων
3. **Διασκέδαση** : δείκτες λέιζερ, ηχογράφηση, λέιζερ σόου

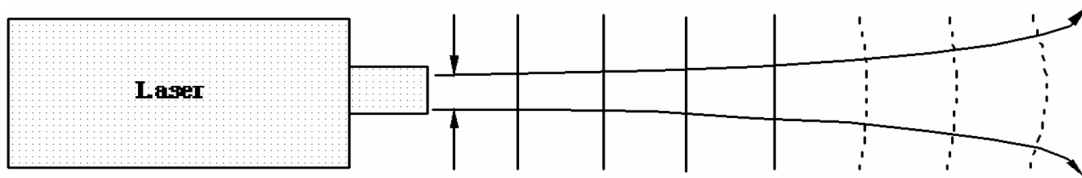
Εφαρμογές Υψηλής Ισχύος

1. **Στρατιωτικές χρήσεις** : ανίχνευση εκρηκτικών υλών, αποπροσανατολισμός τηλεκατευθυνόμενων βλημάτων
2. **Χημεία** : φασματοσκοπία, έλεγχος ρύπανσης, διαχωρισμός ισότοπων
3. **Ιατρική** : αγγειοπλαστική, θεραπεία παθήσεων των ματιών, δερματολογία
4. **Πηγή θερμότητας** : Χαράξεις υλικών, συγκολλήσεις

1.2 Ιδιότητες των Laser

Η πιο σημαντική ιδιότητα των Laser είναι η μονοχρωματικότητα της ακτινοβολίας τους, κάνοντας τα Laser να ξεχωρίζουν από τις υπάρχουσες πηγές φωτός. Αν και μια πηγή φωτός δεν μπορεί να δώσει απόλυτα μονοχρωματικό φως, τα Laser προσεγγίζουν πολύ καλά το ιδανικό μονοχρωματικό φως.

Κριτήριο για την κατευθυντικότητα της δέσμης είναι το λεγόμενο "άνοιγμά" της, που στην πράξη είναι το διπλάσιο της γωνίας που σχηματίζει η εξωτερική ακτίνα της δέσμης με την κεντρική ακτίνα, όπως φαίνεται στην Εικ. 1, συνηθίζεται να εκφράζεται σε mrad. Για ένα κλασσικό μικρό Laser το άνοιγμα της δέσμης του είναι περίπου 1 mrad, πράγμα που αντιστοιχεί σε αύξηση της διαμέτρου της δέσμης του Laser κατά 1mm ανά μέτρο διαδρομής (Κουρής, 2015).



Εικόνα 1 : Σχηματικό διάγραμμα του ανοίγματος της δέσμης ενός Laser, το οποίο μεταβάλλεται με την απόσταση που διανύει το φως

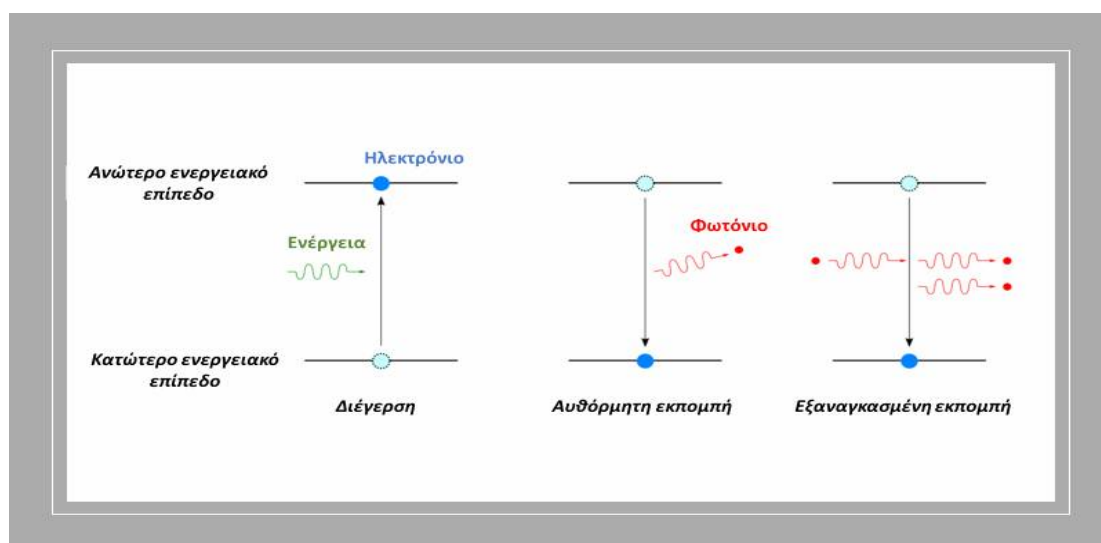
Τα Laser είναι πηγές μεγάλης λαμπρότητας και έντασης ακτινοβολίας. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η λαμπρότητα της δέσμης ενός Laser Ηλίου- Νέου (He-Ne) που έχει ισχύ 1mW είναι περίπου εκατό φορές μεγαλύτερη από τη λαμπρότητα του ήλιου.

Τα Laser διαθέτουν τον υψηλότερο δυνατό βαθμό συμφωνίας από οποιαδήποτε άλλη φωτεινή πηγή. Αν μια πηγή φωτός είναι τελείως σύμφωνη χωρικά και χρονικά, υπάρχει απόλυτη συσχέτιση μεταξύ των μεταβολών του ηλεκτρικού πεδίου της ακτινοβολίας σ' ένα σημείο του χώρου μ' αυτές σε κάθε άλλο σημείο του. Αν η μεταβολή αυτή του ηλεκτρικού πεδίου μετρηθεί και στα δυο σημεία αυτά, μπορεί να πει κανείς με μεγάλη βεβαιότητα σε κάθε επόμενη χρονική στιγμή τι κάνει το ηλεκτρικό πεδίο σ' ένα δεύτερο σημείο, απλώς και μόνο μετρώντας το πεδίο στο πρώτο σημείο.

1.3 Λειτουργία των Laser

Τα Laser, σαν συσκευές/διατάξεις χρησιμοποιούν τις ιδιότητες των ατόμων του ενεργού τους υλικού για να εκπέμψουν ακτινοβολία. Τα ηλεκτρόνια στα άτομα του ενεργού υλικού διεγείρονται αρχικά, από μια πηγή ενέργειας (δηλαδή το υλικό απορροφά την προσφερόμενη ενέργεια). Ως γνωστόν, υπάρχει το φαινόμενο της αυθόρμητης εκπομπής ακτινοβολίας, κατά το οποίο κάθε διεγερμένη ηλεκτρονιακή κατάσταση σε ένα ατομικό (ή μοριακό ενίοτε) σύστημα, αποδιεγείρεται μετά από κάποιον χρόνο, εκπέμποντας ακτινοβολία. Όσο το υλικό αντλεί ενέργεια, γίνονται διαρκώς νέες διεγέρσεις και αυθόρμητες εκπομπές. Μέσω αυτής της συνεχούς διαδικασίας τα φωτόνια μπορούν να αλληλεπιδράσουν με ηλεκτρόνια σε διεγερμένες

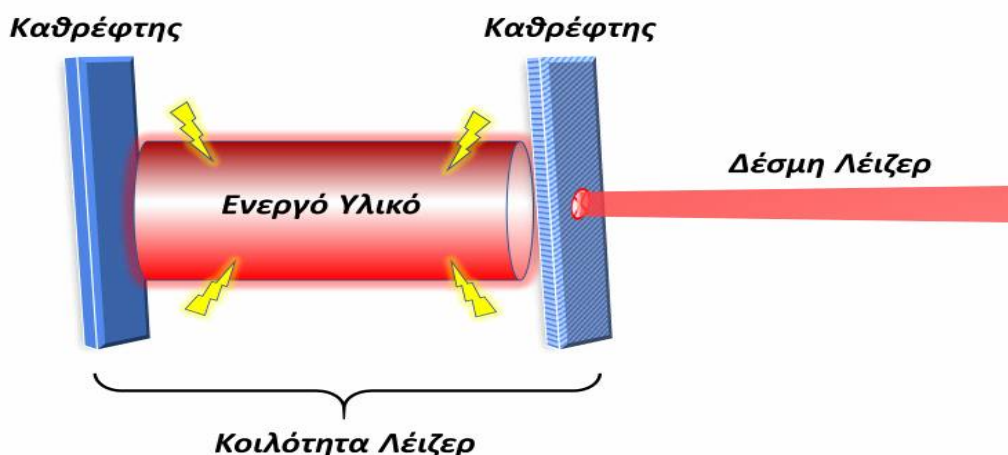
στάθμες για να εκπέμψουν περαιτέρω φωτόνια, μια διαδικασία γνωστή ως εξαναγκασμένη εκπομπή.



Εικόνα 2: Ατομικές διεργασίες που σχετίζονται με την απορρόφηση και την εκπομπή ακτινοβολίας σε ένα σύστημα δύο επιπέδων. Ενδεικτικά φαίνονται η διέγερση μέσω ακτινοβολίας, η αυθόρμητη και η εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας.

Όπως φαίνεται στην Εικ. 2 η ατομική διεργασία της εξαναγκασμένης εκπομπής οδηγεί στην εκπομπή δύο φωτονίων ίδιου μήκους κύματος, μέσω της αποδιέγερσης ενός ηλεκτρονίου από μία διεγερμένη στάθμη με τη βοήθεια ενός φωτονίου. Η διεργασία αυτή διατυπώθηκε θεωρητικά από τον Άινσταϊν, το 1917, πολύ νωρίτερα από την κατασκευή του πρώτου Laser.

Τα φωτόνια εκπεμπόμενα έχουν μια συχνότητα χαρακτηριστική των ατόμων, σε συμφωνία με τα εκπεμπόμενα φωτόνια. Αυτά, προσκρούουν στη συνέχεια σε άλλα κινούμενα άτομα για να οδηγήσουν στην εκπομπή περισσότερων φωτονίων. Η ενίσχυση της ακτινοβολίας επιτυγχάνεται ως κίνηση φωτονίων αναμεταξύ δύο παράλληλων καθρεφτών, που προκαλούν ολοένα και περισσότερες εξαναγκασμένες εκπομπές. Το έντονο, κατευθυντικό, και μονοχρωματικό φως Laser διαφεύγει, τελικά, μέσω ενός από τους καθρέφτες, ο οποίος είναι μερικώς ανακλαστικός (βλ. Εικ. 3).



Εικόνα 3 : Απλοποιημένη σχηματική απεικόνιση μιας κοιλότητας Laser η οποία αποτελείται από το ενεργό υλικό και δύο κάτοπτρα

Το Laser αποτελείται από μία κοιλότητα κυλινδρικής μορφής, το λεγόμενο σωλήνα Laser, που περιέχει κάποια ουσία στερεά, υγρή ή αέρια, το ενεργό υλικό, και κλείνεται στα άκρα από δύο παράλληλα κάτοπτρα, το ένα πλήρους (100%) και το άλλο μερικής (90-98%) ανακλαστικότητας. Στο εξωτερικό του σωλήνα τοποθετείται μια διάταξη διέγερσης (άντληση) του ενεργού υλικού, η οποία λειτουργεί, ανάλογα με τον τύπο του Laser, μέσω εκκένωσης, μέσω αναλαμπών ή μέσω της εισαγωγής φορτίων.

1.4 Είδη Laser

Όπως αναφέρεται στον ορισμό του Laser, ο βασικός μηχανισμός εκπομπής ακτινοβολίας Laser είναι η εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας

Οι συσκευές Laser κατατάσσονται σε διάφορα είδη σύμφωνα με δύο κριτήρια: τη φύση του ενεργού υλικού και τον τρόπο λειτουργίας. Σύμφωνα με το πρώτο κριτήριο έχουμε τα εξής:

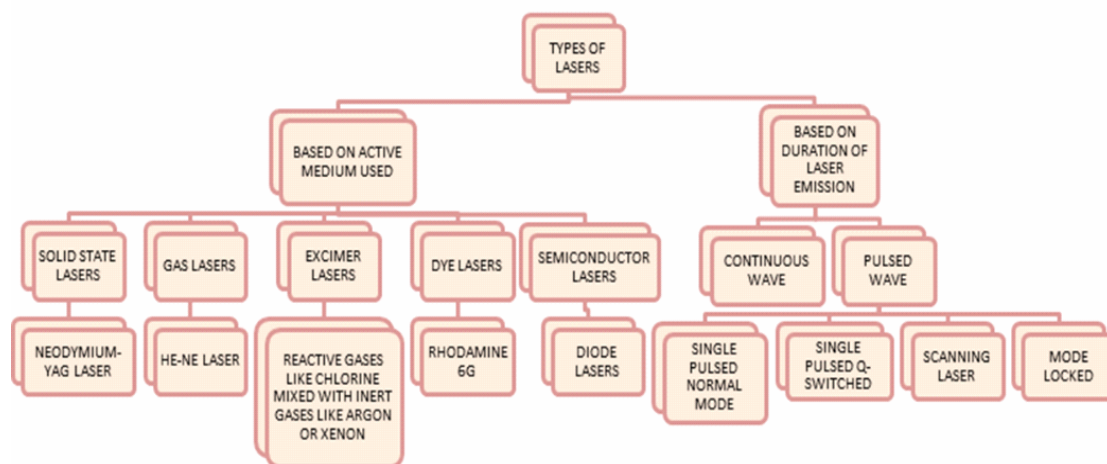
- Laser αερίων,
- Laser στερεών,
- Laser ημιαγωγών
- Laser υγρών χρωστικών.

Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τα Laser κατατάσσονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: α) τα Laser συνεχούς εκπομπής ακτινοβολίας ή απλώς Laser συνεχούς

και εν συντομία cw Laser (continuous wave laser) και, β) τα παλμικά Laser (pulsed lasers). Στην πρώτη κατηγορία, εκπέμπεται ακτινοβολία σταθερής ισχύος για όσο χρόνο διαρκεί η διέγερση του ενεργού υλικού. Στην δεύτερη κατηγορία, η εκπομπή ακτινοβολίας διακόπτεται περιοδικά, έτσι ώστε να εκπέμπονται παλμοί φωτός σταθερής ισχύος και χρονικής διάρκειας σε σταθερά χρονικά διαστήματα.

Τα παλμικά Laser διακρίνονται σε:

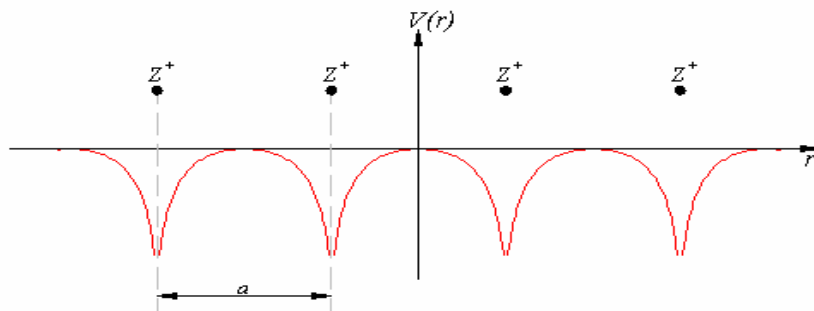
- Laser περιοδικά επαναλαμβανόμενων παλμών (*repetitively pulsed lasers*) Η διάρκεια των παλμών Laser αυτού του τρόπου λειτουργίας είναι στην ιδανική περίπτωση, ίση με το μισό της περιόδου
- Laser διακοπτών (*Q-Switched lasers*). Στην περίπτωση των Laser διακοπτών, εκ κατασκευής δεν ικανοποιούνται οι συνθήκες εκπομπής ακτινοβολίας Laser παρά μόνον σε πολύ μικρά χρονικά διαστήματα διάρκειας μικρότερης της τάξεως του μs. Αποτέλεσμα είναι η εκπομπή στενών παλμών, με πολλαπλή ισχύ, λόγω της πολύ μικρής διάρκειας.
- Laser συζευγμένων ή κλειδωμένων τρόπων (*mode locked lasers*). Τα φαινόμενα επαλληλίας, που παρατηρούνται κατά τις συνεχείς παλινδρομήσεις φωτονίων μέσα στην κοιλότητα Laser προκαλούν την εμφάνιση διαμηκών τρόπων (*longitudinal modes*). Τα Laser που λειτουργούν με απομόνωση διαμήκους τρόπου ονομάζονται Laser συζευγμένων ή κλειδωμένων τρόπων. Τα Laser αυτού του τρόπου χαρακτηρίζονται από πολύ καλή μονοχρωματικότητα, πολύ στενούς παλμούς διάρκειας μικρότερης της τάξεως του $<1\text{ns}$, αλλά και μείωση της απόδοσής τους, κατά συνέπεια της ενέργειας- ισχύος της δέσμης που εκπέμπουν.



Εικόνα 4 : Διάφορα είδη Laser ταξινομημένα με βάση το ενεργό υλικό και το είδος ακτινοβολίας Laser

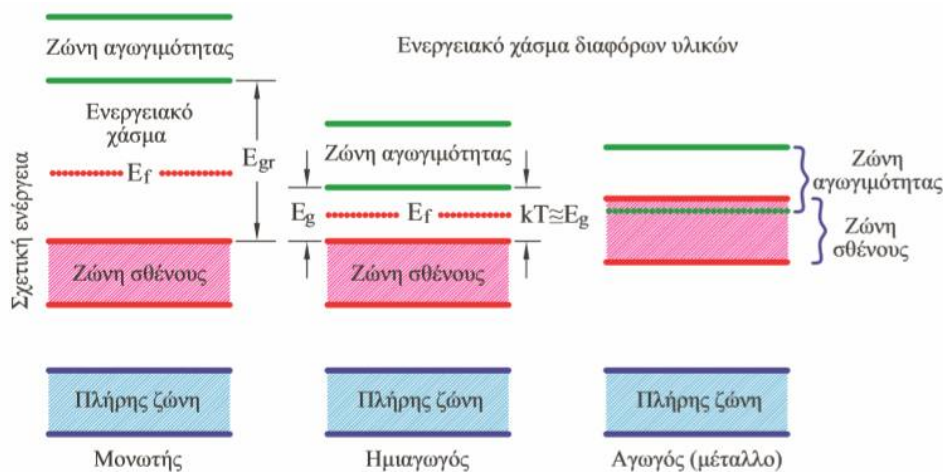
1.5 Laser ημιαγωγών

Η περιγραφή των ενεργειακών καταστάσεων των ατόμων (ή μορίων) των ενεργών υλικών των Laser γίνεται συχνά με τη βοήθεια του μοντέλου του Bohr (Bohr, 1913 & Τραχανάς, 2016) για απλουστευτικούς λόγους επειδή δεν είναι η ατομική δομή καθαυτή το σημείο ενδιαφέροντος, αλλά η περιγραφή κάποιων μακροσκοπικών ιδιοτήτων του υλικού με ποιοτικό και κατανοητό τρόπο. Μολαταύτα, τα ενεργειακά επίπεδα των ατόμων, και ειδικότερα αυτών που βρίσκονται μέσα σε κρυσταλλικά υλικά, υπόκεινται σε αρκετά ισχυρές αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον τους, και παύουν να έχουν τη διακριτή δομή, όπως αυτή που περιγράφεται από το μοντέλο του Bohr. Πιο συγκεκριμένα, τα ηλεκτρόνια των ατόμων αυτών υφίστανται το περιοδικό δυναμικό του κρυσταλλικού πλέγματος (βλ. Εικ. 5) και οι διακριτές ενεργειακές καταστάσεις αντιμετωπίζονται ως ενεργειακές ζώνες.



Εικόνα 5 : Σχηματική απεικόνιση του δυναμικού $V(r)$ ενός μονοδιάστατου κρυστάλλου θετικών ιόντων Z^+ .

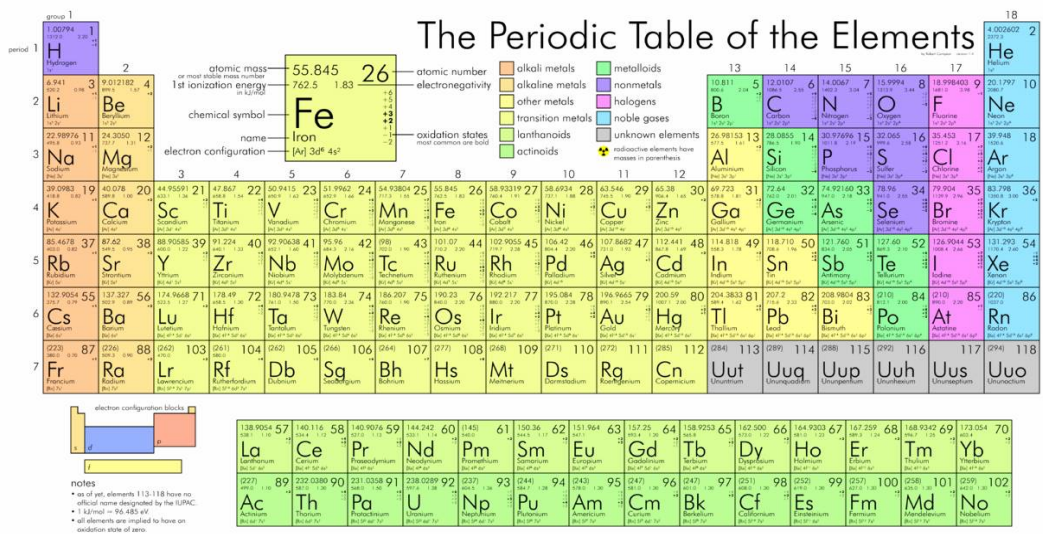
Επομένως τα ηλεκτρόνια δεν είναι πλέον δέσμια σε κάποιο άτομο, αλλά ανήκουν σε μία ενεργειακή ζώνη, τη ζώνη σθένους ($Z\Sigma$) (valence band), η οποία χαρακτηρίζει όλο το υλικό. Αντίστοιχα, τα ηλεκτρόνια των εξωτερικών στιβάδων σχηματίζουν τη ζώνη αγωγιμότητας ($Z\Lambda$) (conductivity band). Μεταξύ των δύο ενεργειακών ζωνών υπάρχει μια κενή, απαγορευμένη ζώνη, το ενεργειακό χάσμα E_g (band gap) (βλ. Εικ. 6).



Εικόνα 6 : Σχηματική απεικόνιση της δομής των ενεργειακών καταστάσεων σε στερεά υλικά (Κουρής, 2015)

Τα υλικά με πλήρη ΖΣ και μεγάλο ενεργειακό χάσμα E_g (π.χ. $E_g > 3 \text{ eV}$) χαρακτηρίζονται ως μονωτές (ή διηλεκτρικά), ενώ τα υλικά με μικρό ή καθόλου ενεργειακό χάσμα χαρακτηρίζονται ως αγωγοί. Μεταξύ αυτών, οι ημιαγωγοί (κρυσταλλικά ή άμορφα στερεά) χαρακτηρίζονται από τιμές αγωγιμότητας μεταξύ αυτών των μετάλλων και των μονωτών, ενώ μπορούν να αλλάξουν σημαντικά με τη θερμοκρασία, με την προσθήκη καταλλήλων προσμίξεων και με την ακτινοβολία του ημιαγωγού.

Επιπρόσθετα, το ενεργειακό χάσμα των ημιαγωγών καθορίζει τις ηλεκτρικές και οπτικές τους ιδιότητες. Τυπικές τιμές του είναι μεταξύ 0.1 eV και 3 eV . Σε μερικούς ημιαγωγούς (Πυρίτιο (Silicon, Si) και Γερμάνιο (Germanium, Ge)), υπάρχουν 4 ηλεκτρόνια σθένους ανά άτομο, τα συμπληρώνουν τη ΖΣ, αφήνοντας τη ΖΑ κενή, με αποτέλεσμα τα υλικά αυτά να είναι κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού. Αν όμως δοθεί αρκετή ενέργεια στο υλικό, τότε μπορούν να διεγερθούν μερικά ηλεκτρόνια και να μεταβούν στη ΖΑ. Η έλλειψη ηλεκτρονίων στη ΖΣ, ισοδυναμεί με τη δημιουργία οπών (δηλ. περιοχών με ίσο και αντίθετο του ηλεκτρονίου φορτίο). Τοιουτοτρόπως, οι φορείς αγωγιμότητας είναι πλέον και τα ηλεκτρόνια και οι οπές. Επομένως, όταν εφαρμοσθεί κάποιο ηλεκτρικό πεδίο, τα ηλεκτρόνια και οι οπές κινούνται προς αντίθετες κατευθύνσεις, δημιουργούν προσανατολισμένη κίνηση φορέων, δηλ. ηλεκτρικό ρεύμα. Τότε, το υλικό, συμπεριφέρεται ως ημιαγωγός και η αγωγιμότητα του εξαρτάται ισχυρά από τη θερμοκρασία.

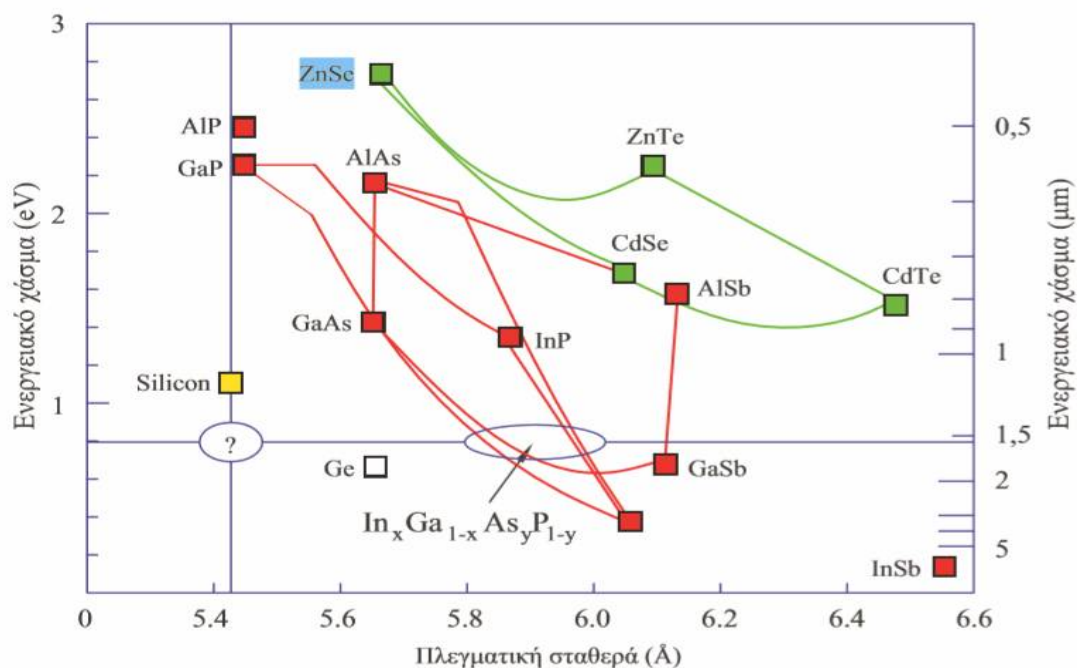


Εικόνα 7 : Ο περιοδικός πίνακας των στοιχείων

Στην Εικόνα 7 φαίνεται ο περιοδικός πίνακας των στοιχείων, όπου τα περισσότερα από τα στοιχεία της στήλης IV είναι ημιαγωγοί με γνωστότερα το Ψυρίτιο (Silicon, Si) και το Γερμάνιο (Germanium, Ge). Ο συνδυασμός των στοιχείων Αργίλιο (Aluminum, Al), Γάλλιο (Gallium, Ga), Ίνδιο (Indium, In), με στοιχεία της ομάδας V, όπως είναι ο Φώσφορος (Phosphorus, P), το Αρσενικό (Arsenic, As) και το Αντιμόνιο (Antimony, Sb) δημιουργούν επίσης ημιαγωγούς. Συνολικά, υπάρχουν εννιά ημιαγωγοί που προκύπτουν από συνδυασμούς στοιχείων των ομάδων III-V. Ο πιο σημαντικός και ευρέως χρησιμοποιούμενος ημιαγωγός εξ αυτών είναι το Αρσενίδιο του Γαλλίου (Gallium Arsenide, GaAs). Οι συνδυασμοί δύο στοιχείων της ομάδας III με ένα στοιχείο της ομάδας V ή ενός στοιχείου της ομάδας III με δύο στοιχεία της ομάδας V, δημιουργούν επίσης ημιαγωγούς και αντίστοιχη συμπεριφορά εμφανίζεται επίσης για συνδυασμούς δυο στοιχείων της ομάδας III με δυο στοιχεία της ομάδας V. Επίσης, οι συνδυασμοί στοιχείων της ομάδας II με στοιχεία της ομάδας VI επίσης παρέχουν εξαιρετικά χρήσιμους ημιαγωγούς από πλευράς τεχνολογικών εφαρμογών.

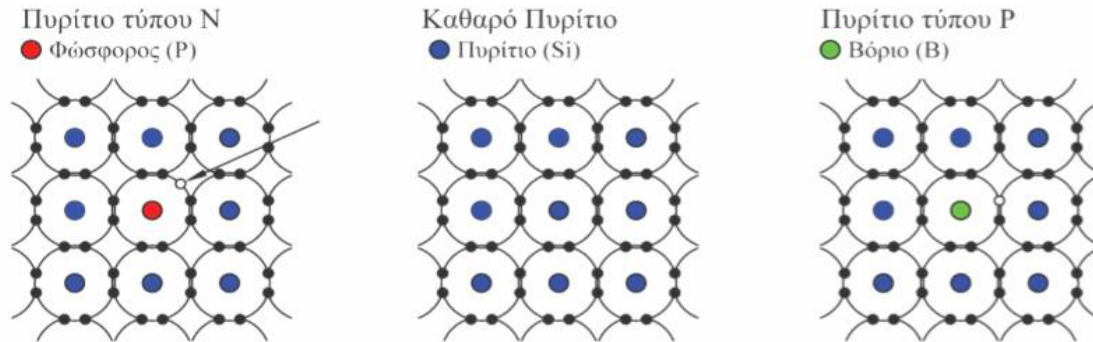
Το αποτέλεσμα της ανάμιξης δύο τέτοιων στοιχείων, είναι ότι τροποποιείται η σταθερά πλέγματος του προκύπτοντος ημιαγωγού. Αυτό οδηγεί σε τροποποίηση του ενεργειακού χάσματος του ημιαγωγού και επομένως στην μεταβολή των οπτικών και ηλεκτρικών του ιδιοτήτων κατά ελεγχόμενο τρόπο. Η μεταβολή του ενεργειακού χάσματος και του μήκους κύματος που αντιστοιχεί σε αυτό σε σχέση με τη σταθερά

πλέγματος, για διάφορους ημιαγωγούς των οικογενειών III-V (αριστερά) και II-VI (δεξιά) φαίνεται στην Εικόνα 8.



Εικόνα 8 : Σχηματική αναπαράσταση της εξάρτησης του ενεργειακού χάσματος από την πλεγματική σταθερά για διάφορους τύπους ημιαγωγών (Κουρής, 2015)

Μία άλλη μέθοδος για την αλλαγή των οπτικών και ηλεκτρικών ιδιοτήτων των ημιαγωγών είναι η προσθήκη κατάλληλων προσμίξεων σε αυτούς. Οι προσμίξεις με περίσσεια ηλεκτρονίων σθένους (n-δότες), αντικαθιστούν άτομα των στοιχείων του ημιαγωγού στο κρυσταλλικό πλέγμα και δημιουργούν πλεόνασμα ηλεκτρονίων. Ο ημιαγωγός σε αυτήν την περίπτωση λέγεται n-τύπου ημιαγωγός (βλ. Εικόνα 9). Άτομα της ομάδας V του περιοδικού πίνακα (όπως P ή As) μπορούν να αντικαταστήσουν άτομα της ομάδας IV ή άτομα της ομάδας V, δημιουργώντας n-τύπου ημιαγωγούς. Τα αντίστοιχα ισχύουν για τους p-τύπου ημιαγωγούς. Στην περίπτωση αυτή, χρησιμοποιούνται προσμίξεις με μικρότερο πλήθος ηλεκτρονίων σθένους, που ονομάζονται αποδέκτες. Έτσι, δημιουργείται πλεόνασμα οπών. Άτομα της ομάδας III (όπως B ή In) αντικαθιστούν άτομα της ομάδας IV και άτομα της ομάδας II αντικαθιστούν άτομα της ομάδας III σε ημιαγωγούς III-V δημιουργώντας p-τύπου ημιαγωγούς.



Εικόνα 9 : Παράδειγμα πρόσμιξης σε ημιαγωγό (Κουρής, 2015)

Η συγκέντρωση ηλεκτρονίων στους n-τύπου ημιαγωγούς είναι μεγαλύτερη (φορείς πλειονότητας) απ' ό,τι αυτή των οπών (φορείς μειονότητας). Αντίστροφα, η συγκέντρωση των οπών είναι μεγαλύτερη στους p-τύπου ημιαγωγούς. Στους ημιαγωγούς χωρίς προσμίξεις, που ονομάζονται και ενδογενείς ημιαγωγοί, οι συγκεντρώσεις οπών και ηλεκτρονίων είναι ίσες και μπορούν να αυξηθούν με τη θερμοκρασία. Στους ημιαγωγούς με προσμίξεις (εξωγενείς ημιαγωγοί), οι φορείς πλειονότητας, σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, έχουν την ίδια συγκέντρωση με την πρόσμιξη (Κουρής, 2015).

Όταν δύο ημιαγωγικά υλικά περιέχουν διαφορετικού τύπου προσμίξεις (p και n) και έρθουν σε επαφή δημιουργείται μια ομοεπαφή p-n/επαφή p-n (p-n homo-junction). Η επαφή μεταξύ διαφορετικών ημιαγωγικών στοιχείων, ονομάζεται ετεροεπαφή (hetero-junction). Στην περιοχή του p-ημιαγωγού υπάρχει πλεόνασμα οπών (φορείς πλειοψηφίας) και λίγα ηλεκτρόνια (φορείς μειοψηφίας), ενώ το αντίθετο συμβαίνει στην περιοχή του n-ημιαγωγού. Γενικά μπορούν να δημιουργηθούν διάφορων ειδών επαφές που έχουν μεγάλη τεχνολογική σημασία. Σε τέτοιου είδους επαφές το ενεργειακό χάσμα και οι ΖΣ και ΖΑ μπορούν να τροποποιηθούν μέσω της κατάλληλης επιλογής ημιαγωγικών στοιχείων και πρόσμιξεων.

Τα παραπάνω αποτελούν τα προαπαιτούμενα για την κατανόηση της αρχής λειτουργίας των Laser ημιαγωγών. Η βασική αρχή λειτουργίας έγκειται σε όσα αναφέρθηκαν στην Παρ. 1.3. Συγκεκριμένα στις ΖΣ και ΖΑ σχηματίζονται ενεργειακές καταστάσεις των οποίων η ενεργειακή διαφορά δίνει το επιθυμητό μήκος κύματος ακτινοβολίας Laser. Με την παροχή ενέργειας στον ημιαγωγό έχουμε διέγερση των καταστάσεων που οδηγούν σε αυθόρμητη εκπομπή, ενώ ο ίδιος ο

ημιαγωγός με κατάλληλη σχεδίαση λειτουργεί σαν κοιλότητα Laser. Επομένως όταν στην κοιλότητα έχουν δημιουργηθεί αρκετά σύμφωνα φωτόνια ίδιου μήκους κύματος λόγω εξαναγκασμένης εκπομπής, θα έχουμε δράση Laser.

1.6 Αλληλεπίδραση Laser-ιστών

Η αλληλεπίδραση Laser-ιστών αποτελεί μία περίπλοκη και δυναμική διεργασία, τις οποίες οι μηχανισμοί καθορίζονται τόσο από τις ιδιότητες της ακτινοβολίας Laser, όσο και από τις ιδιότητες του ιστού. Οι εκάστοτε διαφορές μεταξύ τους δημιουργούν ποικιλία φαινομένων και πληθώρα μηχανισμών αλληλεπίδρασης.

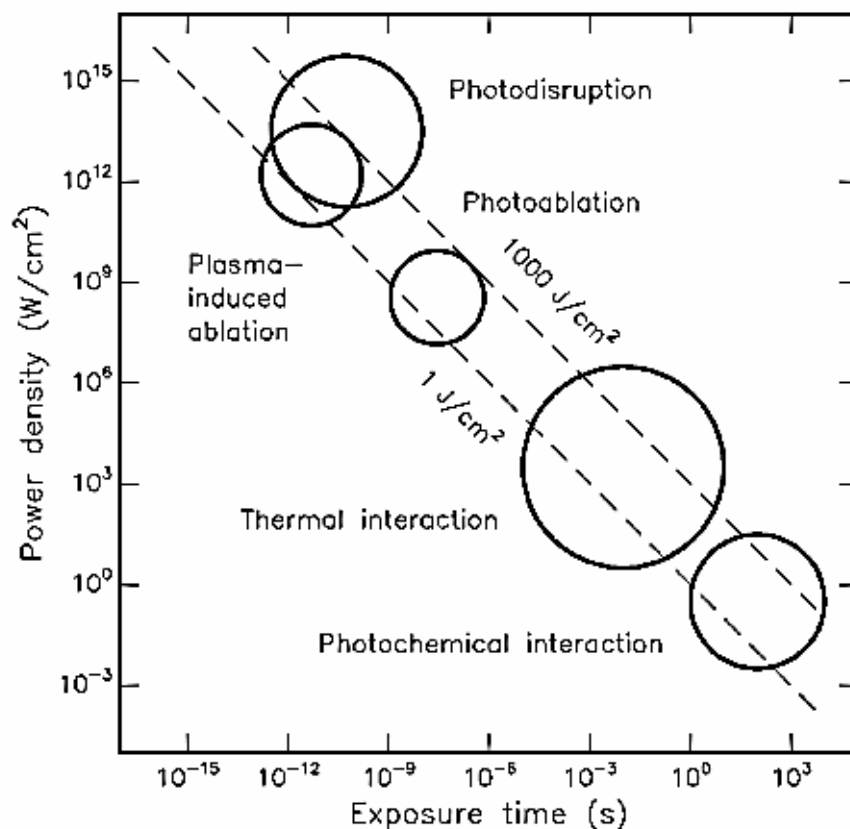
Συγκεκριμένα, όσον αφορά την ακτινοβολία Laser, παράμετροι όπως:

- Μήκος κύματος ακτινοβολίας
- Χρόνος έκθεσης
- Ενέργεια στο σημείο εφαρμογής
- Μέγεθος σημείου εστίασης
- Πυκνότητα ενέργειας και ισχύος

, είναι καθοριστικές για τις αλληλεπιδράσεις, πόσο μάλλον για εφαρμογές, όπως η θεραπεία με Laser. Από την άλλη πλευρά, οι οπτικές και θερμικές ιδιότητες των ιστών που αλληλεπιδρούν με το Laser είναι εξ ίσου σημαντικές. Τέτοιες είναι:

- Οι συντελεστές ανάκλασης, απορρόφησης και σκέδασης του ιστού
- Θερμική αγωγιμότητα του ιστού
- Θερμοχωρητικότητα του ιστού κ.α.

Οι κυριότερες κατηγορίες αλληλεπιδράσεων που συναντώνται στη βιβλιογραφία χωρίζονται σε φωτοχημικές, θερμικές, φωτοαποδόμηση, αποδόμηση που επάγεται από πλάσμα και τη φωτοδιάσπαση (Boulnois, 1986). Αυτού του τύπου αλληλεπιδράσεις μπορούν να αναπαρασταθούν στην Εικ. 11 όπου φαίνεται πως η σημασία στις παραμέτρους που αναφέρθηκαν προηγουμένως έγκειται στο χρόνο έκθεσης και την πυκνότητα ισχύος του Laser.



Εικόνα 10 : Γραφική παράσταση των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα κατά την αλληλεπίδραση Laser με ιστούς (τροποποιήθηκε από (Boulnois, 1986), πάρθηκε από (Niemz, 2007)

Με βάση το χρόνο έκθεσης, φαίνεται ότι:

- Οι φωτοχημικές αλληλεπιδράσεις γίνονται για χρόνους έκθεσης μεγαλύτερους του 1s
- Οι θερμικές μεταξύ 1μs και 1min
- Η φωτοαποδόμηση μεταξύ 1ns και 1min, και
- Η αποδόμηση που επάγεται από πλάσμα και η φωτοδιάσπαση σε χρόνους μικρότερους του 1ns

Η διαδιδόμενη στον ιστό δέσμη Laser εν μέρει απορροφάται από τον ιστό και αποδίδεται σ' αυτόν για αύξηση της εσωτερικής του ενέργειας και κατά το υπόλοιπο μέρος σκεδάζεται στα διάφορα κέντρα σκεδάσεως στον ιστό. Χαμηλές σχετικά τιμές απορροφούμενης ενέργειας προκαλούν περιορισμένη θερμική ή και χημική δράση.

Όσο η απορροφούμενη ενέργεια αυξάνεται, η δράσεις αυτές γίνονται εντονότερες και, στην περίπτωση της θερμικής δράσης, όταν η θερμοκρασία του ιστού φθάσει τη θερμοκρασία εξαερώσεως του νερού (δηλ. 100°C), που είναι το πλέον διαδεδομένο συστατικό των βιολογικών ιστών, έχουμε πλέον φαινόμενα φωτοαπόξεσης του ιστού, που είναι θερμικής φύσης. Ακόμη υψηλότερες τιμές απορροφούμενης ενέργειας της δέσμης Laser μπορούν να προκαλέσουν επιτόπια απανθράκωση του ιστού και σε πολύ υψηλότερες τιμές της έχουμε την εμφάνιση φαινομένων ιονισμού δομών του ιστού και τη δημιουργία πλάσματος. Τοιουτοτρόπως λειτουργεί το Laser CO₂ και με δεδομένη την απορροφητικότητά του από το νερό, γίνεται ένα από τα βασικότερα χειρουργικά εργαλεία (Wang et al, 2007).

1.7 Θεραπεία με Laser υψηλής έντασης

Όσον αφορά τη θεραπεία με Laser και συγκεκριμένα τη θεραπεία Laser υψηλής έντασης (High Intensity Laser Therapy, HILT), υπάρχουν διάφοροι μηχανισμοί για την αλληλεπίδραση Laser-ιστών για τους οποίους έχουν σημαντικό ρόλο τα χαρακτηριστικά της ακτινοβολίας. Η HILT βασίζεται στην αρχή λειτουργίας της θεραπείας Laser χαμηλού επιπέδου (Low Level Laser Therapy, LLLT), ωστόσο άρχισε να αναπτύσσεται τα τελευταία χρόνια και είναι μία πολλά υποσχόμενη μορφή θεραπείας.

Τα είδη Laser που χρησιμοποιούνται στην HILT είναι, συνήθως, διοδικά, δηλαδή η εκπομπή Laser γίνεται όπως περιγράψαμε στην παράγραφο 1.5. Το μήκος κύματος που χρησιμοποιείται συνήθως στη θεραπεία Laser ανήκει κυρίως στο εγγύς υπέρυθρο, καθώς έχει παρατηρηθεί ότι σε αυτό το εύρος η ακτινοβολία έχει μέγιστο μήκος διείσδυσης (Karu, 1999 & Perlow et al, 2014). Αυτό συμβαίνει επειδή το εγγύς υπέρυθρο φως (700-2.500 nm) μπορεί να διαπεράσει βιολογικούς ιστούς όπως το δέρμα και το αίμα πιο αποτελεσματικά από το ορατό φως επειδή αυτοί οι ιστοί σκεδάζουν και απορροφούν λιγότερη ακτινοβολία σε μεγαλύτερα μήκη κύματος. Σε μήκος κύματος μεγαλύτερο από 950 nm, ωστόσο, αυτό το αποτέλεσμα μειώνεται λόγω της αυξημένης απορρόφησης από το νερό και τα λιπίδια (Smith et al, 2009).

Ένα σημαντικό, επίσης, χαρακτηριστικό των θεραπευτικών Laser είναι η ισχύς εξόδου τους. Η Αμερικανική ομοσπονδία για τη διαχείριση τροφίμων και φαρμάκων έχει κατηγοριοποιήσει τα διάφορα Laser που χρησιμοποιούνται για

ιατρικούς σκοπούς σε τέσσερις κλάσεις με βάση την ισχύ εξόδου τους (Center for Devices and Radiological Health, no date) και τα Laser που αξιοποιούνται στην HILT είναι κλάσεως 4, με ισχύ εξόδου άνω των 500mW (βλ. εικόνα 11).

Class FDA	Class IEC	Laser Product Hazard	Product Examples
I	1, 1M	Considered non-hazardous. Hazard increases if viewed with optical aids, including magnifiers, binoculars, or telescopes.	<ul style="list-style-type: none"> • laser printers • CD players • DVD players
IIa, II	2, 2M	Hazard increases when viewed directly for long periods of time. Hazard increases if viewed with optical aids.	<ul style="list-style-type: none"> • bar code scanners
IIIa	3R	Depending on power and beam area, can be momentarily hazardous when directly viewed or when staring directly at the beam with an unaided eye. Risk of injury increases when viewed with optical aids.	<ul style="list-style-type: none"> • laser pointers
IIIb	3B	Immediate skin hazard from direct beam and immediate eye hazard when viewed directly.	<ul style="list-style-type: none"> • laser light show projectors • industrial lasers • research lasers
IV	4	Immediate skin hazard and eye hazard from exposure to either the direct or reflected beam; may also present a fire hazard.	<ul style="list-style-type: none"> • laser light show projectors • industrial lasers • research lasers • medical device lasers for eye surgery or skin treatments

Εικόνα 11 : Κλάσεις των Laser

Επιπλέον, τα Laser για θεραπείες τύπου HILT μπορούν να διαχωριστούν και με βάση το είδος του παλμού εξόδου τους και συγκεκριμένα, αν το Laser είναι παλμικό ή συνεχές (Continuous Wave, CW). Κάθε τρόπος, από τους δύο που αναφέρθηκαν προηγουμένως, επηρεάζει διαφορετικά τον ιστό και προκαλεί διαφορετικά ιατρικά αποτελέσματα. Τα συνολικά ιατρικά αποτελέσματα είναι η βιοδιέγερση, η ανακούφιση από τον πόνο, η αντιφλεγμονώδης δράση, η επιφανειακή θερμική δράση και η χαλάρωση των μυών.

Τα CW Laser προκαλούν τη βιοδιέγερση του ιστού καθώς και θερμικά φαινόμενα και χαλάρωση των μυών. Ο όρος βιοδιέγερση σημαίνει διέγερση του οργανισμού σε κυτταρικό επίπεδο για την αναζωογόνηση και θεραπεία του (Gryko et al, 2009). Ένας ενδεικτικός μηχανισμός της HILT είναι ο εξής: Το οξυγόνο υποβάλλεται σε επεξεργασία στα κύτταρα μέσω των μιτοχονδρίων. Το οξυγόνο

επεξεργάζεται από μια σειρά από αναπνευστικά ένζυμα και μεταφέρεται στη συνθετάση ATP που συνθέτει την πηγή ενέργειας του οργανισμού. Η ταχύτερη ανταλλαγή οξυγόνου και μεταβολιτών λόγω της ακτινοβολίας Laser προκαλεί την εμφάνιση περισσότερων ατόμων οξυγόνου στα μιτοχόνδρια. Τα μιτοχόνδρια διεγείρονται περαιτέρω για να συνθέσουν ταχύτερα την ATP. Η ATP επιτρέπει την ταχύτερη σύνθεση του RNA και του DNA και οδηγεί σε ταχύτερη ανάκτηση, επούλωση και μείωση των οιδημάτων στην περιοχή που υποβλήθηκε σε θεραπεία (Kujawa et al, 2004). Επιπλέον απορρόφηση της υπέρυθρης δέσμης Laser στις επιφανειακές δομές προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας στον ιστό. Ένα πολύ συνηθισμένο μήκος κύματος που χρησιμοποιείται είναι στα 1064nm. Η θέρμανση των επιφανειακών δομών είναι υπεύθυνη για τη μείωση των συντελεστών σκέδασης και απορρόφησης για το μήκος κύματος 1064 nm και επιτρέπει ακόμη μεγαλύτερη βαθμίδα διείσδυσης από τον ιστό. Η θερμική αυτή δράση προκαλεί επίσης αγγειοδιαστολή. Ως αποτέλεσμα, η αιμάτωση του ιστού αυξάνεται, οι μεγαλύτερες ποσότητες οξυγόνου χορηγούνται στον ιστό και επαναρροφούνται περισσότεροι μεταβολίτες. Η ενέργεια που μεταφέρεται από συνεχή εκπομπή Laser υψηλής έντασης στον ιστό προκαλεί επιφανειακή υπερθερμία και κατά συνέπεια αγγειοδιαστολή στην περιοχή που έχει υποστεί αγωγή. Καθώς η αυξημένη διάχυση περνάει περισσότερο αίμα μέσω της περιοχής που έχει υποστεί αγωγή, οι μύες χαλαρώνουν. Σε οδυνηρές ενδείξεις που σχετίζονται με μυ, όπως σημεία ενεργοποίησης, μυϊκή καταπόνηση κλπ., ο ασθενής αισθάνεται άμεση ανακούφιση από τον πόνο που προκαλείται από την ένταση των μυών και αμέσως αυξανόμενη εμβέλεια κίνησης.

Τα παλμικά Laser έχουν αναλγητική και αντιφλεγμονώδη δράση (αναλγητικό φαινόμενο) και διεγείρουν τη μικροκυκλοφορία ως προς τον ιστό. Τα Laser υψηλής έντασης μπορούν να παράγουν πολύ σύντομους παλμούς με πολύ υψηλή συχνότητα. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται πίεση ακτινοβολίας στο σημείο που ακτινοβολείται. Τα κύματα πίεσης μεταφέρονται μέσω του ιστού όπου διεγείρουν τις ελεύθερες απολήξεις των νεύρων. Με βάση τον μηχανισμό αυτό, η μηχανική διέγερση των ελεύθερων απολήξεων των νεύρων οδηγεί στην αναστολή τους και συνεπώς στην ανακούφιση του πόνου. Το αναλγητικό αποτέλεσμα του Laser υψηλής έντασης είναι στιγμιαίο και διαρκές (Štiglic-Rogoznica et al, 2011). Τα μηχανικά κύματα που δημιουργούνται διεγείρουν την τοπική μικροκυκλοφορία, αποστραγγίζοντας τους λεμφαδένες της παθολογικής περιοχής. Η ενέργεια που

παρέχεται στα κύτταρα από το Laser επιταχύνει τον μεταβολισμό τους και προκαλεί ταχύτερη απορρόφηση των προφλεγμονωδών μεσολαβητών. Η μειωμένη συγκέντρωση των προφλεγμονωδών μεσολαβητών αποκαθιστά την τριχοειδή διαπερατότητα και έχει ως αποτέλεσμα την πλήρη εξάλειψη της φλεγμονής (Alayat et al, 2014).

Συνδυάζοντας τη βιοδιέγερση και τη φωτομηχανική διέγερση, η θεραπεία με Laser υψηλής έντασης θεραπεύει πραγματικά τον ιστό παρέχοντας ταυτόχρονα μια ισχυρή και μη εθιστική μορφή διαχείρισης του πόνου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2. Ωμος

2.1 Περιληπτική αναφορά στην ωμική ζώνη

Τα άνω άκρα βρίσκονται στα πλάγια του κατώτερου τμήματος του λαιμού και συνδέονται με τον κορμό του σώματος με μυς και με μια μικρή σκελετική άρθρωση μεταξύ της κλείδας και του στέρνου – τη στερνοκλειδική άρθρωση. Με βάση τη θέση των κύριων αρθρώσεων του και των οστών του, το άνω άκρο διαιρείται στον ώμο, τον βραχίονα, το αντιβράχιο ή πήχυ και το χέρι. Ο ώμος είναι η περιοχή πρόσφυσης του άνω άκρου στον κορμό του σώματος. Ο βραχίονας είναι το τμήμα του άνω άκρου μεταξύ του ώμου και της άρθρωσης του αγκώνα, το αντιβράχιο (ή πήχυς) βρίσκεται μεταξύ της άρθρωσης του αγκώνα και της άρθρωσης του καρπού (πηχεοκαρπικής) και το χέρι βρίσκεται περιφερικότερα από την άρθρωση του καρπού (Moore, 2015).

Αντίθετα με το κάτω άκρο που χρησιμοποιείται για στήριξη, σταθεροποίηση και μετακίνηση, το άνω άκρο εμφανίζει μεγάλη ευελιξία στην τοποθέτηση του χεριού στο χώρο. Ο ώμος εξαρτάται από τον κορμό κυρίως από μύες και μπορεί, για το λόγο αυτό, να κινείται σε σχέση με το σώμα. Διολίσθηση (μετατόπιση προς τα άνω και προς τα κάτω) και περιστροφή της ωμοπλάτης πάνω στο θωρακικό τοίχωμα μεταβάλλουν τη θέση της ωμογληνοβραχιόνιας άρθρωσης (άρθρωσης του ώμου) και επεκτείνουν τα όρια μέσα στα οποία μπορεί να κινηθεί το χέρι. Η ωμογληνοβραχιόνια άρθρωση επιτρέπει στον βραχίονα να κινείται γύρω από τρεις άξονες με ένα μεγάλο εύρος κίνησης. Οι κινήσεις του βραχίονα στην άρθρωση αυτή είναι η κάμψη, η έκταση, η απαγωγή, η προσαγωγή, η στροφή προς τα μέσα (εσωτερική στροφή), η πλάγια στροφή (εξωτερική στροφή) και η περιαγωγή (περιστροφή γύρω από τον επιμήκη άξονα του μέλους) (Standring, 2015).

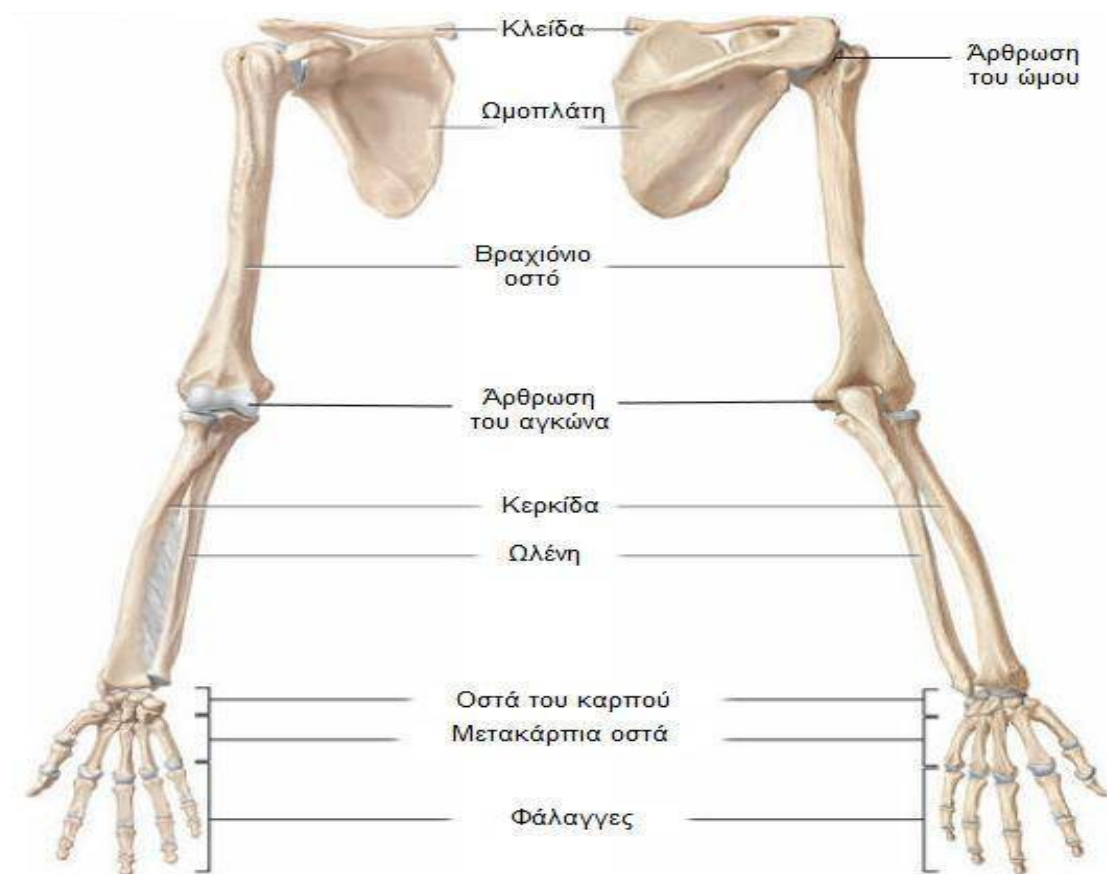
Ο ώμος είναι η περιοχή πρόσφυσης του άνω άκρου στον κορμό και τον λαιμό. Το οστέινο υπόβαθρο του ώμου αποτελείται από:

Την κλείδα και την ωμοπλάτη, που σχηματίζουν τη θωρακική (ωμική) ζώνη, και από το άνω άκρο του βραχιόνιου οστού. Η ομάδα των επιπολής μυών του ώμου αποτελείται από τον τραπεζοειδή και τον δελτοειδή, που και οι δύο μαζί σχηματίζουν

την ομαλή μυϊκή προβολή του έξω τμήματος του ώμου. Οι μύες αυτοί συνδέουν την ωμοπλάτη και την κλείδα με τον κορμό και τον βραχίονα αντίστοιχα (Moore, 2015).

2.2 Οστά και αρθρώσεις

Τα οστά του ώμου αποτελούνται από την ωμοπλάτη, την κλείδα και το κεντρικό (άνω) άκρο του βραχιόνιου. Η κλείδα αρθρώνεται προς τα έσω με τη λαβή του στέρνου και προς τα έξω με το ακρώμιο της ωμοπλάτης, το οποίο εκτείνεται τοξοειδώς πάνω από την άρθρωση μεταξύ της ωμογλήνης της ωμοπλάτης και της κεφαλής του βραχιόνιου οστού (της άρθρωσης του ώμου). Η άρθρωση αυτή επιτρέπει την κάμψη, την έκταση, την απαγωγή, την προσαγωγή, την έσω και έξω στροφή και την περιαγωγή του βραχίονα.



Εικόνα 12 : Ανατομικά χαρακτηριστικά των άνω άκρων

Το βραχιόνιο είναι το οστό του βραχίονα. Το κάτω άκρο του αρθρώνεται με τα οστά του αντιβραχίου στην άρθρωση του αγκώνα, η οποία είναι γωνιώδης άρθρωση και επιτρέπει την κάμψη και την έκταση του αντιβραχίου.

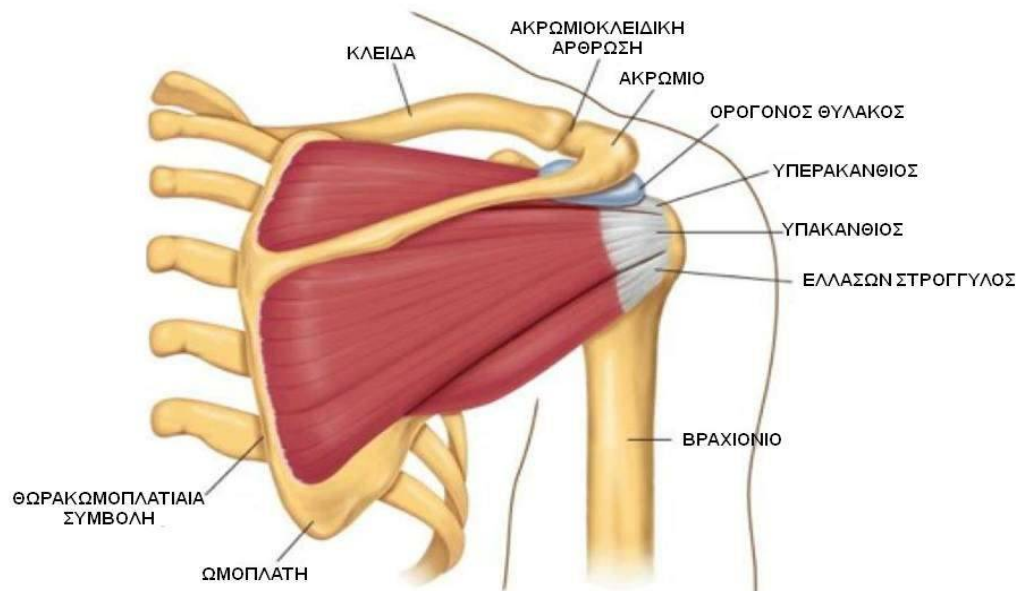
Το αντιβράχιο περιέχει δύο οστά:

- Το προς τα έξω είναι η κερκίδα, και
- Το προς τα έσω είναι η ωλένη.

Τα άνω άκρα της κερκίδας και της ωλένης αρθρώνονται μεταξύ τους, καθώς και με το βραχιόνιο, στην άρθρωση του αγκώνα (Standring, 2015).

2.2.1 Κλείδα

Η κλείδα αποτελεί το μοναδικό οστικό σύνδεσμο μεταξύ του κορμού και του άνω άκρου. Είναι ψηλαφητή σε όλο το μήκος της και έχει ένα ελαφρώς κυματοειδές σχήμα, με το προς τα εμπρός προσανατολισμένο κυρτό τμήμα της προς τη μέση γραμμή και το επίσης προς τα εμπρός προσανατολισμένο κοίλο τμήμα της προς τα πλάγια. Το ακρωμιακό άκρο της κλείδας είναι πλατύ, ενώ το στερνικό άκρο της είναι παχύτερο και έχει ένα σχετικά τετράπλευρο σχήμα (Standring, 2015).



Εικόνα 13 : Ανατομικά χαρακτηριστικά της ωμικής περιοχής

Το ακρωμιακό άκρο της κλείδας εμφανίζει στην επιφάνειά του μια μικρή ωοειδή κοίλη αρθρική επιφάνεια (γλήνη), για την άρθρωση με μια παρόμοια γλήνη της έσω επιφάνειας του ακρωμίου της ωμοπλάτης (Keir et al, 1996 & Drake, 2007).

Το στερνικό άκρο της κλείδας εμφανίζει μία πολύ μεγαλύτερη γλήνη, για την άρθρωση κυρίως με τη λαβή του στέρνου και, σε μικρότερη έκταση, με τον πρώτο πλευρικό χόνδρο. Η κάτω επιφάνεια του έξω τριτημορίου της κλείδας εμφανίζει μια ευδιάκριτη προβολή, που αποτελείται από ένα φύμα (το κωνοειδές φύμα) και μια πλάγια προς τα έξω τραχιά επιφάνεια (την τραπεζοειδή γραμμή) για την κατάφυση του σημαντικού κορακοκλειδικού συνδέσμου. Εκτός από αυτά, οι επιφάνειες και τα χείλη της κλείδας είναι τραχιές, λόγω της πρόσφυσης μυών που συνδέουν την κλείδα με τον κορμό, το λαιμό και το άνω άκρο. Η άνω επιφάνεια είναι ομαλότερη από την κάτω (Drake, 2007).

2.2.2 Ωμοπλάτη

Η ωμοπλάτη είναι ένα πλατύ, επίπεδο τριγωνικό οστό με:

- τρεις γωνίες (έξω, άνω και κάτω),
- τρία χείλη (άνω, έξω και έσω),
- δύο επιφάνειες (πλευρική και οπίσθια), και
- τρεις αποφύσεις (ακρώμιο, ωμοπλατιαία άκανθα και κορακοειδής απόφυση)

Η ωμοπλατιαία άκανθα και το ακρώμιο μπορούν εύκολα να ψηλαφηθούν σε έναν πάσχοντα, όπως και η κορυφή της κορακοειδούς απόφυσης, η κάτω γωνία και μεγάλο μέρος του έσω χείλους της ωμοπλάτης.

2.2.3 Κεντρικό (ανώτερο) τμήμα του βραχιόνιου οστού

Το κεντρικό τμήμα του βραχιόνιου οστού αποτελείται από την κεφαλή, τον ανατομικό αυχένα, το μείζον και το έλασσον βραχιόνιο όγκωμα, τον χειρουργικό αυχένα και το άνω ημιμόριο της βραχιόνιας διάφυσης.

Η κεφαλή έχει ημισφαιρικό σχήμα και προβάλλει προς τα έσω και κάπως προς τα άνω, για να αρθρωθεί με την πολύ μικρότερή της ωμογλήνη της ωμοπλάτης. Ο

ανατομικός αυχέννας είναι πολύ βραχύς και σχηματίζεται από μια περίσφιξη αμέσως περιφερικότερα από την κεφαλή. Εκτείνεται προς τα έξω μεταξύ της κεφαλής και του μείζονος και ελάσσονος ογκώματος και προς τα έσω μεταξύ της κεφαλής και της διάφυσης (Snell, 2000).

2.2.4 Μείζον και έλασσον βραχιόνιο όγκωμα

Τα συγκεκριμένα βραχιόνια ογκώματα αποτελούν οδηγά σημεία, προβάλλουν στο άνω άκρο του βραχιόνιου οστού και χρησιμεύουν ως θέσεις πρόσφυσης των τεσσάρων στροφέων μυών της άρθρωσης του ώμου.

Το μείζον βραχιόνιο όγκωμα εντοπίζεται προς τα έξω. Στην άνω επιφάνειά του υπάρχουν τρία μεγάλα ομαλά εντυπώματα για την πρόσφυση τενόντων μυών:

- Το ανώτερο εντύπωμα χρησιμεύει για την κατάφυση του υπερακάνθιου μυός,
- το μεσαίο εντύπωμα για την κατάφυση του υπακάνθιου μυός, και
- το κατώτερο για την κατάφυση του ελάσσονος στρογγύλου μυός.

Το έλασσον βραχιόνιο όγκωμα βρίσκεται προς τα εμπρός και στην άνω επιφάνειά του υπάρχει ένα μεγάλο ομαλό εντύπωμα για την κατάφυση του υποπλάτιου μυός (Snell, 2000).

2.3 Μύες

Ορισμένοι μύες του ώμου, όπως ο τραπεζοειδής, ο ανελκτήρας της ωμοπλάτης και ο ρομβοειδής, συνδέουν την ωμοπλάτη και την κλείδα με τον κορμό. Άλλοι μύες συνδέουν την κλείδα, την ωμοπλάτη και το τοίχωμα του σώματος με το κεντρικό άκρο του βραχιόνιου οστού. Σε αυτούς περιλαμβάνονται ο μείζων θωρακικός, ο ελάσσων θωρακικός, ο πλατύς ραχιαίος, ο μείζων στρογγύλος και ο δελτοειδής. Οι πλέον σημαντικοί από τους μύες αυτούς είναι οι τέσσερις μύες του μυοτενοντώδους επικαλύμματος, δηλαδή ο υποπλάτιος, ο υπερακάνθιος, ο υπακάνθιος και ο ελάσσων στρογγύλος, οι οποίοι συνδέουν την ωμοπλάτη με το βραχιόνιο οστό και στηρίζουν την άρθρωση του ώμου (Snell, 2000).

Οι μύες του βραχίονα και του αντιβραχίου χωρίζονται, με στρώματα περιτονίας, οστά και συνδέσμους, σε πρόσθιες (καμπτική) και οπίσθιες (εκτατική) ομάδες (μυϊκά διαμερίσματα), το πρόσθιο μυϊκό διαμέρισμα του βραχίονα εντοπίζεται προς τα εμπρός και χωρίζεται από τους μύες του οπίσθιου διαμερίσματος με το βραχιόνιο οστό και με το έξω και έξω μεσομύιο διάφραγμα. Τα μεσομύια αυτά διαφράγματα αποτελούν συνέχεια της εν τω βάθει περιτονίας που περιβάλλει τον βραχίονα και προσφύονται στα πλάγια του βραχιόνιου οστού.



Εικόνα 14 : Ανατομικά χαρακτηριστικά των μυών του άνω άκρου

Στο αντιβράχιο, το πρόσθιο και οπίσθιο διαμέρισμα διαχωρίζονται μεταξύ τους με ένα έξω μεσομύιο διάφραγμα, με την κερκίδα, την ωλένη και ένα μεσόστυο υμένα, που συνδέει τις παρακείμενες επιφάνειες της κερκίδας και της ωλένης.

Οι μύες του βραχίονα δρουν κυρίως κινώντας το αντιβράχιο στην άρθρωση του αγκώνα, ενώ οι μύες του αντιβραχίου ενεργούν κυρίως κινώντας το χέρι, στην πηγεοκαρπική άρθρωση, τα δάχτυλα και τον αντίχειρα.

Μύες του ώμου

Μυς	Έκφυση	Κατάφυση	Νεύρωση	Ενέργεια
Τραπεζοειδής	Άνω αυχενική γραμμή, έξω ινιακό όγκωμα, έσω χείλος του αυχενικού συνδέσμου, ακανθώδεις αποφύσεις των Α7 έως Θ12 θωρακικών σπονδύλων και αντίστοιχοι επακάνθιοι σύνδεσμοι	Άνω κράσπεδο της ακρολογίας (οπίσθιο χείλος) της ωμοπλατιαίας άκανθας, ακρώμιο, οπίσθιο χείλος του έξω τριτημορίου της κλείδας	Η κινητική μοίρα του παραπληρωματικού νεύρου (11 ^η εγκεφαλική συζυγία) περιστρέφει την ωμοπλάτη. Αισθητικοί (ιδιοδεκτικοί) πρόσθιοι κλάδοι των Α3 και Α4 νωτιαίων νεύρων.	Ισχυρός ανελκτήρας της ωμοπλάτης. Κατά την απαγωγή του βραχίονα πάνω από το οριζόντιο επίπεδο οι μέσες ίνες του έλκουν την ωμοπλάτη προς τα πίσω και κάτω, ενώ οι κατώτερες ίνες την καθλώνουν πάνω στο τοίχωμα της ράχης.
Δελτοειδής	Κάτω κράσπεδο της ακρολοφίας (οπίσθιο χείλος) της ωμοπλατιαίας άκανθας, έξω χείλος του ακρωμίου, πρόσθιο χείλος του έξω τριτημορίου της κλείδας	Δελτοειδές φύμα του βραχιόνιου οστού	Μασχαλιαίο νεύρο [Α5,Α6]	Κύριος απαγωγός του βραχίονα (απάγει τον βραχίονα πάνω από τις αρχικές 15° στις οποίες απάγεται από τον υπερακάνθιο). Οι κλειδικές ίνες του υποβοηθούν την κάμψη του βραχίονα, ενώ οι οπίσθιες βοηθούν την έκτασή του.

Μυς	Έκφυση	Κατάφυση	Νεύρωση	Ενέργεια
Ανεκκτήρας της ωμοπλάτης	Εγκάρσιες αποφύσεις του A1 και A2 σπονδύλου και οπίσθια φύματα των εγκάρσιων αποφύσεων του A3 και A4 σπονδύλου	Οπίσθια επιφάνεια του έσω χείλους της ωμοπλάτης από την άνω γωνία μέχρι τη ρίζα της ωμοπλατιαίας άκανθας	Κλάδοι προερχόμενοι απευθείας από τις πρόσθιες διακλαδώσεις των A3 και A4 νωτιαίων και κλάδοι του A5 και του ραχιαίου νεύρου της ωμοπλάτης.	Ανυψώνει την ωμοπλάτη
Ελάσσων ρομβοειδής	Κάτω άκρο του αυχενικού συνδέσμου και ακανθώδεις αποφύσεις των A7 έως Θ1 σπονδύλων	Οπίσθια επιφάνεια του έσω χείλους της ωμοπλάτης στη ρίζα της ωμοπλατιαίας άκανθας	Ραχιαίο νεύρο της ωμοπλάτης [A4,A5]	Ανυψώνει και έλκει προς τα πίσω την ωμοπλάτη
Μείζων ρομβοειδής	Ακανθώδεις αποφύσεις των Θ2 – Θ5 σπονδύλων και ενδιάμεσοι επακάνθιοι σύνδεσμοι	Οπίσθια επιφάνεια του έσω χείλους της ωμοπλάτης από τη ρίζα της ωμοπλατιαίας άκανθας μέχρι την κάτω γωνία	Ραχιαίο νεύρο της ωμοπλάτης [A4,A5]	Ανυψώνει και έλκει προς τα πίσω την ωμοπλάτη

2.4 Νεύρα σχετιζόμενα με οστό

Τρία σημαντικά νεύρα σχετίζονται άμεσα με τμήματα του βραχιόνιου οστού.

Το μασχαλιαίο νεύρο, το οποίο νευρώνει τον δελτοειδή μυ, μεγάλο απαγωγό μυ του βραχιόνιου οστού στην άρθρωση του ώμου, πορεύεται γύρω από την οπίσθια επιφάνεια του ανωτέρου τμήματος του βραχιονίου (τον χειρουργικό αυχένα).

Το κερκιδικό νεύρο, που νευρώνει όλους τους εκτεινόντες μύες του άνω άκρου, πορεύεται λοξά στην οπίσθια επιφάνεια της μεσότητας του βραχιόνιου οστού, μέσα στην κερκιδική αύλακα.

Το ωλένιο νεύρο, που τελικά καταλήγει στο χέρι, πορεύεται πίσω από μια προβολή του οστού, τον έσω επικόνδυλο (παρατροχίλια απόφυση), στην έσω πλευρά του κάτω άκρου του βραχιόνιου. Κατάγματα του βραχιόνιου οστού σε οποιαδήποτε από τις τρεις αυτές περιοχές είναι δυνατόν να βλάψουν το αντίστοιχο νεύρο (Snell, 2000).

2.5 Σχέσεις με άλλες περιοχές

2.5.1 Λαιμός

Το άνω άκρο σχετίζεται άμεσα με τον λαιμό. Στα δύο πλάγια του άνω θωρακικού στομίου, στη βάση του λαιμού, βρίσκεται η αντίστοιχη κορυφή της μασχάλης (μασχαλιαία είσοδος), η οποία σχηματίζεται από:

- το έξω χείλος της πρώτης πλευράς,
- την οπίσθια επιφάνεια της κλείδας,
- το άνω χείλος της ωμοπλάτης, και
- την έσω επιφάνεια της κορακοειδούς απόφυσης.

Η κύρια αρτηρία και φλέβα του άνω άκρου πορεύονται μεταξύ του θώρακα και του άνω άκρου περνώντας πάνω από την πρώτη πλευρά και διασχίζοντας τη μασχαλιαία είσοδο. Νεύρα, κυρίως αυτά που εκφύονται από την αυχενική μοίρα του νωτιαίου μυελού, περνούν επίσης από τη μασχαλιαία είσοδο και τη μασχάλη στη διαδρομή τους προς το άνω άκρο.

2.5.2 Ράχη και θωρακικό τοίχωμα

Οι μύες που συνδέουν τα οστά του ώμου με τον κορμό έχουν σχέση με τη ράχη και το θωρακικό τοίχωμα και είναι ο τραπεζοειδής, ο ανελκτήρας της ωμοπλάτης, ο μείζον ρομβοειδής, ο ελάσσων ρομβοειδής και ο πλατύς ραχιαίος.

Ο μαστός, που βρίσκεται στο πρόσθιο θωρακικό τοίχωμα, έχει ορισμένες σημαντικές σχέσεις με τη μασχάλη και το άνω άκρο. Εντοπίζεται πάνω στο μείζονα θωρακικό μύ, ο οποίος σχηματίζει το μεγαλύτερο μέρος του πρόσθιου τοιχώματος της μασχάλης και συνδέει το βραχιόνιο οστό με το θωρακικό τοίχωμα. Συχνά, ένα τμήμα του μαστού, γνωστό ως μασχαλιαία απόφυση ή ουρά, παρακάμπτει το έξω χείλος του μείζονος θωρακικού και επεκτείνεται προς τη μασχάλη (Moore, 2015).

2.5.3 Νεύρωση από αυχενικά και ανώτερα θωρακικά νεύρα

Το άνω άκρο νευρώνεται από το βραχιόνιο πλέγμα, που σχηματίζεται από τους πρόσθιους κλάδους των Α5 έως Α8 και Θ1 νωτιαίων νεύρων. Το πλέγμα αυτό σχηματίζεται αρχικά στον τράχηλο και στη συνέχεια επεκτείνεται στη μασχάλη, διασχίζοντας τη μασχαλιαία είσοδο. Τα μεγάλα νεύρα, που νευρώνουν τελικά τον βραχίονα, το αντιβράχιο και το χέρι, εκφύονται από το βραχιόνιο πλέγμα στη μασχάλη.

Λόγω του σχήματος αυτού, ο κλινικός έλεγχος των κατώτερων αυχενικών και του πρώτου θωρακικού νεύρου γίνεται με εξέταση των δερμοτομιών, των μυοτομιών και των τενόντιων αντανακλαστικών του άνω άκρου. Ένα άλλο επακόλουθο είναι, ότι τα κλινικά σημεία των προβλημάτων που σχετίζονται με τα κατώτερα αυχενικά νεύρα, όπως για παράδειγμα ο πόνος, η αίσθηση «βελονισμών» ή παραισθησία, και οι μυϊκές ινιδικές συσπάσεις, εμφανίζονται στο άνω άκρο. Τα δερμοτόμια του άνω άκρου ελέγχονται συχνά για το επίπεδο αισθητικότητας (Snell, 2000).

Το κύριο επίπεδο του διαφράγματος του νωτιαίου μυελού που σχετίζεται με τη νεύρωση του διαφράγματος, βρίσκεται αμέσως πάνω από τα επίπεδα του νωτιαίου μυελού που σχετίζονται με το άνω άκρο.

2.5.4 Χειρουργικός αυχένας

Ένα από τα σημαντικότερα γνωρίσματα του άνω άκρου του βραχιόνιου οστού είναι ο χειρουργικός αυχένας. Η περιοχή αυτή είναι προσανατολισμένη στο οριζόντιο επίπεδο μεταξύ του διογκωμένου κεντρικού άκρου του βραχιόνιου (κεφαλή, ανατομικός αυχένας και βραχιόνια ογκώματα) και της στενότερης διάφυσής του. Το μασχαλιαία νεύρο και η οπίσθια περισπώμενη αρτηρία του βραχίονα, στη διαδρομή τους από τη μασχάλη προς τη δελτοειδή περιοχή, περνούν αμέσως πίσω από τον χειρουργικό αυχένα. Επειδή ο χειρουργικός αυχένας είναι ασθενέστερος από τις κεντρικότερες περιοχές του οστού, αποτελεί μια από τις συνηθέστερες θέσεις κατάγματος του βραχιονίου (Snell, 2000 & Standring, 2015).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 Επώδυνος ώμος

Ο ώμος αποτελεί τη σύνδεση του χεριού, του πολυτιμότερου ίσως εργαλείου της ανθρώπινης φύσης, με τον κορμό. Είναι μια αρκετά σύνθετη άρθρωση, όπου συμμετέχουν οστά (κλείδα, ωμοπλάτη, βραχιόνιο), μυες/τένοντες (υποπλάτιος, υπερακάνθιος, υπακάνθιος, ελάσσων στρογγύλος, μείζων θωρακικός, πλατύς ραχιαίος, δικέφαλος βραχιόνιος, δελτοειδής, κορακοβραχιόνιος) και αρθρικός θύλακος με συνδέσμους σε τέτοιο βαθμό, ώστε να προσφέρουν ένα μεγάλο εύρος κίνησης και μηχανική σταθερότητα, για να επιτευχθούν οι λειτουργίες του άνω άκρου. Χρησιμοποιείται καθημερινά σε ένα συνδυασμό χιλιάδων κινήσεων, σε τέτοιο βαθμό, που θα έλεγε κανείς πως είναι λογικό κάποια στιγμή να διαμαρτυρηθεί με τη μορφή άλγους (Boudreault et al, 2016). Ο πόνος αυτός μπορεί να είναι **χρόνιος**, προοδευτικά **επιδεινούμενος** και ενοχλητικός, αλλά μπορεί να εμφανιστεί και με τη μορφή **οξέως συμβάντος**, είτε μετά από τραυματισμό (ήπιο ή σοβαρό), είτε χωρίς τραυματισμό. Εάν έχει προηγηθεί πτώση πάνω στο χέρι, μπορεί να έχει συμβεί κάποιο κάταγμα στα οστά της άρθρωσης, ή κάποιο σχίσσιμο (ρήξη) στους τένοντες, ή ακόμα και εξάρθρωμα του ώμου. Ο πόνος στον ώμο εμφανίζεται χαρακτηριστικά κατά τις νυκτερινές ώρες, δυσχεραίνοντας την ποιότητα του ύπνου (Aceituno-Gómez et al, 2019).

Οι αιτίες του χρόνιου πόνου κατά σειρά συχνότητας είναι:

- ✓ **τενοντοπάθεια (τενοντίτιδα)** κυρίως του **υπερακανθίου** και λιγότερο συχνά του υπακάνθιου και υποπλατίου
- ✓ **ασβεστοποιός τενοντίτιδα**
- ✓ **τενοντοπάθεια μακράς κεφαλής του δικεφάλου**
- ✓ **ρήξη (σχίσσιμο) τένοντα υπερακανθίου-υπακάνθιου**, συνήθως ως αποτέλεσμα χρόνιας φθοράς (εκφύλισης) του τένοντα

- ✓ **αρθρίτιδα της ακρωμιοκλειδικής άρθρωσης** (γειτνιάζει στην άρθρωση του ώμου)
- ✓ **σύνδρομο υπακρωμιακής προστριβής** (όπου το διάστημα ανάμεσα στο ακρώμιο και την βραχιόνιο κεφαλή στενεύει, με αποτέλεσμα να πιέζει και να τραυματίζει τον τένοντα του υπερακανθίου μυός)
- ✓ **μερική αποκόλληση της μακράς κεφαλής του δικεφάλου (βλάβη SLAP)**
- ✓ **αστάθεια** (πρόσθια συνήθως, ή πολλαπλών κατευθύνσεων) του ώμου, συνήθως μετά από εξάρθρωμα ώμου
- ✓ **συμφυτική θυλακίτιδα (παγωμένος ώμος)**
- ✓ **παγίδευση υπερπλατίου νεύρου**
- ✓ **αρθρίτιδα του ώμου** (γληνοβραχιόνιος άρθρωση) (Freitas et al, 2001 & Gryko et al, 2009).

3.1.1 Ρήξη Τενόντων Ώμου (Τενόντιο Πέταλο)

Ένας λειτουργικός, χωρίς πόνο ώμος είναι σημαντικός στην διατήρηση μιας υγιούς και καλής ποιότητας ζωής. Σύμφωνα με τους Osborne et al (2015) οι ρήξεις του τενόντιου πετάλου είναι σύνηθες φαινόμενο και αφορούν τόσο τις προχωρημένες ηλικίες όσο και τις νεότερες και μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντική ανικανότητα του ατόμου.

Οι ρήξεις του πετάλου τον στροφέων είναι η κάκωση του μυϊκού ιστού ενός ή περισσότερων από τους τέσσερις μύες που το αποτελούν. Όταν οι μύες αυτοί δεν μπορούν να δράσουν συντονισμένα, διαταράσσεται η δυναμική σταθερότητα της άρθρωσης (Brotzman et al, 2015). Οι ρήξεις αυτές μπορούν να ταξινομηθούν σε οξείες, χρόνιες, εκφυλιστικές, μερικές ή ολικές (I, II, III βαθμού), ανάλογα τα χαρακτηριστικά τους (Kisner et al, 2003).

Η ρήξη αυτών μπορεί να γίνει άμεσα ή έμμεσα. Και στις δυο περιπτώσεις αυτές, ο τραυματισμός μπορεί να είναι εξωγενής ή ενδογενής. Άμεση ρήξη μπορεί να γίνει με επαφή με εξωτερικό αντικείμενο όπως το έδαφος ή μια σύγκρουση με άλλο άτομο, χτύπημα ή πολύ ισχυρή σύσπαση κάποιου μυός απότομα. Άμεση ρήξη μπορεί να γίνει και σε περίπτωση άλλων τραυματισμών του ώμου, όπως κάταγμα κλείδας ή εξάρθρωμα του βραχιόνιου. Πιο συγκεκριμένα, σε περίπτωση πτώσης ή σύγκρουσης, η στερνοκλειδική, η ακρωμιοκλειδική και η ίδια η γληνοβραχιόνια άρθρωση μπορεί

να υποστούν διάστρεμμα ή εξάρθρωμα, τραυματίζοντας και τους υπόλοιπους ιστούς της περιοχής (Hamill & Knutzen, 2013).

Οι εκφυλιστικές καταστάσεις που προκύπτουν με την πάροδο του χρόνου είναι δυνατόν να προκαλέσουν έμμεση ρήξη του στροφικού πετάλου. Πιθανοί, επιπρόσθετοι παράγοντες που δύνανται να επηρεάζουν την εκφύλισή του στροφικού πετάλου, είναι: επαναλαμβανόμενα φορτία, μειωμένη αιμάτωση, ή οστικές ανωμαλίες (πχ στο ακρώμιο). (Armstrong, 2017).

Ένα μεγάλο ποσοστό των ρήξεων του στροφικού πετάλου χαρακτηρίζονται από έλλειψη συμπτωμάτων. Σχεδόν 2/3 των ρήξεων είναι χωρίς πόνο, το βασικό σύμπτωμα αυτής της κάκωσης, και μόνο 1/3 παρουσιάζουν πόνο. Οι ασυμπτωματικές περιπτώσεις μπορούν να μετατραπούν σε συμπτωματικές ανά πάσα στιγμή, λόγω αύξησης της ρήξης (Itoi, 2013). Στις συμπτωματικές περιπτώσεις, τα κύρια συμπτώματα στους ασθενείς είναι ο πόνος, είτε στην καθημερινότητα, είτε και στην ξεκούραση (νυχτερινός πόνος), ο οποίος μπορεί να αυξηθεί σημαντικά, όταν αυξάνεται η πίεση σε πλάγια κατάκλιση. Πόνος και αδυναμία, εμφανίζονται επίσης σε ποικίλες δραστηριότητες, που περιλαμβάνουν την κίνηση της απαγωγής, έσω και έξω στροφής του ώμου. Κριγμός και “πιάσιμο” στην άρθρωση είναι δύο επιπλέον συμπτώματα (Armstrong, 2017).

Οι Kisner et al (2003) αναφέρουν ότι ο πόνος είναι κύριο χαρακτηριστικό του πάσχοντος μυός στην ψηλάφισή του, στη διάταση και τη σύσπασή του ενάντια σε αντίσταση. Συμπερασματικά, η ρήξη του πετάλου των στροφέων του ώμου χαρακτηρίζεται από έντονο πόνο, μειωμένη λειτουργικότητα, ακόμα και σε καθημερινές απλές δραστηριότητες, καθώς και δυσκαμψία.

3.1.2 Αρθρίτιδα της Ακρωμιοκλειδικής Άρθρωσης

Η αρθρίτιδα ακρωμιοκλειδικής άρθρωσης είναι είτε απόρροια ενός τραυματισμού που προκαλεί αστάθεια λόγω ρήξης των συνδέσμων, είτε αποτέλεσμα χρόνιας καταπόνησης και εκφύλισης των αρθρικών επιφανειών. Στη μεγάλη βέβαια πλειοψηφία των περιπτώσεων δεν δύναται να εξακριβωθεί η ακριβής αιτία της νόσου. Αποτέλεσμα της εκφυλιστικής διεργασίας είναι η στένωση του μεσάρθριου διαστήματος μεταξύ κλείδας και ακρωμίου και η φθορά του αρθρικού χόνδρου. Οι μεταβολές αυτές, έχουν συχνά ως συνέπεια διαταραχές και στον υποκείμενο

υπακρωμιακό χώρο και αύξηση της πίεσης που δέχονται οι τένοντες του στροφικού πετάλου που διέρχονται από αυτό το χώρο. Η αυξημένη αυτή πίεση μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση του συνδρόμου υπακρωμιακής προστριβής (Zanca, 1971).

Το συχνότερο σύμπτωμα είναι ο πόνος κατά την ανύψωση του άνω άκρου προς τα εμπρός και προς την αντίθετη πλευρά. Πολύ συχνά υπάρχει ευαισθησία κατά την πίεση επί της άρθρωσης καθώς και κατά την κατάκλιση επί του πάσχοντος ώμου. Κατά την κλινική εξέταση τα ειδικά κλινικά τεστ είναι συνήθως θετικά, με πιο αξιόπιστο όλων το cross body action test- πρόσθια ανύψωση του άνω άκρου και προσαγωγή προς την αντίθετη πλευρά. Η άρθρωση είναι συχνά διογκωμένη, ενώ σε περίπτωση παλαιότερης συνδεσμικής βλάβης μπορεί να συνυπάρχει αυξημένη προσθιοπίσθια μετατόπιση της κλείδας. Στον ακτινολογικό έλεγχο διαπιστώνονται εκφυλιστικές αλλοιώσεις, όπως εμφάνιση οστεοφύτων και στένωση του αρθρικού διαστήματος. Σε περίπτωση χρόνιας συνδεσμικής αστάθειας μπορεί να διαπιστωθεί μετατόπιση προς τα άνω του περιφερικού άκρου της κλείδας. Στην μαγνητική τομογραφία παρατηρούνται σημεία φλεγμονής, συλλογή υγρού και πάχυνση των μαλακών μορίων (Zanca, 1971 & Ökmen et al, 2017).

3.1.3 Σύνδρομο Υπακρωμιακής Προστριβής

Χάρη στη συμβολή του στροφικού μυοτενόντιου πετάλου του ώμου γίνονται οι κινήσεις έσω και έξω στροφής του ώμου καθώς και η καθήλωση της κεφαλής του βραχιονίου στην ωμογλήνη (Karu et al, 1999). Το μυοτενόντιο πέταλο αποτελείται από τον τένοντα του υποπλατίου μύος, όπως επίσης και από τον κοινό καταφυτικό τένοντα του υπερακανθίου, του υπακανθίου και του ελάσσοнос στρογγύλου μύος που καταφύεται στο μείζον βραχιόνιο όγκωμα. Κατά την πορεία του προς το μείζον βραχιόνιο όγκωμα, ο κοινός αυτός καταφυτικός τένοντας διέρχεται από τον υπακρωμιακό χώρο (Drake et al, 2007 & Moore et al, 2015).

Ως σύνδρομο υπακρωμιακής πρόσκρουσης του ώμου μπορεί να οριστεί η μηχανική συμπίεση του στροφικού πετάλου, τένοντα του υπερακανθίου κυρίως και του υπακανθίου, του ώμου πάνω στην άκρη του ακρωμίου. Όταν το άνω άκρο ανυψώνεται σε δραστηριότητες που επαναλαμβάνονται, όπως είναι για παράδειγμα τα αθλήματα κολύμβηση ή τένις, ή ακόμα και σε ορισμένες δουλειές, υπάρχει ενδεχόμενο να υπάρχει ερεθισμός του υπακρωμιακού ορογόνου θυλάκου. Το

σύνδρομο υπακρωμιακής πρόσκρουσης μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα κλινικό σύνδρομο πόνου στον ώμο, το οποίο εμφανίστηκε σχεδόν τριάντα χρόνια πριν από την άφιξη της μαγνητικής τομογραφίας και της αρθροσκοπικής χειρουργικής και στηρίζεται κυρίως στην κλινική εικόνα του ασθενή. Η θεώρηση στην οποία στηρίχθηκε το σύνδρομο ήταν ότι ο πόνος και η φθορά των τενόντων του τενοντίου πετάλου οφείλεται σε προστριβή των τενόντων στο ακρώμιο (Drake et al, 2007 & Moore et al, 2015).

Όσον αφορά τις κολυμβήτριες δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα ώστε να υποστηρίζουν ότι υφίστανται κακώσεις με μεγαλύτερη συχνότητα από τους κολυμβητές. Είναι προφανές ωστόσο ότι υπάρχουν διαφορές μεταξύ ανδρών και γυναικών όσον αφορά την ανατομία, την ισχύ και την χαλαρότητα. Συγκεκριμένα παρατηρείται αύξηση της προσαγωγής και της έσω στροφής (ελεύθερο στυλ κολύμβησης) που οδηγεί σε μυϊκές ανισορροπίες οι οποίες μειώνουν την σταθερότητα της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης και δημιουργούν συνθήκες προστριβής. Επομένως η προστριβή αποτελεί δυνητικό πρόβλημα για όλες τις κολυμβήτριες (Weldon et al, 2001).

Όπως υποστηρίζουν οι Thygesen et al, 2016, τα άτομα που χειρίζονται αποσκευές εμφανίζουν μεγαλύτερα ποσοστά υπακρωμιακής πρόσκρουσης. Ειδικότερα, οι χειριστές αποσκευών με 10-19 έτη απασχόλησης, είχαν αυξημένα ποσοστά κατά 2,07% εμφάνισης υπακρωμιακής πρόσκρουσης συγκριτικά με τους χειριστές αποσκευών που έχουν λιγότερα από τρία χρόνια απασχόλησης. Επίσης, οι χειριστές αποσκευών εμφανίζουν προβλήματα υπακρωμιακής πρόσκρουσης σε νεότερες ηλικίες, συγκριτικά με τον υπόλοιπο πληθυσμό.

Ουσιαστικά, η έρευνα απέδειξε ότι συχνότερες διαταραχές υπακρωμιακής πρόσκρουσης εμφανίζουν οι εργαζόμενοι όπου πολλά χρόνια εκτελούν μακροχρόνια ανύψωση σε δύσκολες θέσεις υπό πίεση χρόνου.

Τα αίτια της υπακρωμιακής προστριβής δύναται να είναι τα ακόλουθα:

➤ Το σχήμα του ακρωμίου: Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, αποδείχθηκε ότι το ακρώμιο μπορεί να έχει σχήμα επίπεδο, κυρτό ή αγκιστροειδές. Από αυτούς τους τύπους, ο αγκιστροειδής είναι υπεύθυνος για το σύνδρομο της προστριβής.

➤ Η οστεοαρθρίτιδα: Πρόκειται για την οστεοαρθρίτιδα της ακρωμιοκλειδικής άρθρωσης, και πιο συγκεκριμένα τα οστεόφυτα, τα οποία αλλοιώνουν το σχήμα της άρθρωσης πιέζοντας το υποκείμενο πέταλο.

➤ Οίδημα και φλεγμονή του υπακρωμιακού ορογόνου θυλάκου, το οποίο οδηγεί τον υπακρωμιακό χώρο σε σημαντικό περιορισμό.

➤ Η αστάθεια του ώμου. Η μη φυσιολογική κίνηση του βραχιονίου καθώς και η αστάθεια ενδέχεται να οδηγήσουν σε παρεκτόπιση της κεφαλής προς τα 33 πάνω, με αποτέλεσμα να δεχθεί πίεση το μυοτενόντιο πέταλο επί του ακρωμίου.

➤ Το κάταγμα της κεφαλής του βραχιονίου ή το κάταγμα του μείζονος βραχιονίου ογκώματος (Štiglic-Rogoznica et al, 2011).

Η πώρωση των καταγμάτων σε μη ανατομική θέση ενδέχεται να οδηγήσει σε περιορισμό του εύρους του υπακρωμιακού χώρου. Ως δευτεροπαθής λειτουργική αιτία μπορεί να προσδιοριστεί η αστάθεια από την υπέρχρηση, που συμβαίνει εξαιτίας κόπωσης των μυών, με αποτέλεσμα να μη γίνεται σωστή επικέντρωση της κεφαλής, ενώ η πλαστική χαλάρωση του θύλακα έχει ως αποτέλεσμα τη μικροαστάθεια (Barbara et al, 2014).

Η υπακρωμιακή πρόσκρουση μπορεί να ταξινομηθεί σε τρία στάδια, ειδικότερα αυτά είναι:

1) **Στάδιο I:** Πρόκειται για το πρώιμο στάδιο της τενοντοπάθειας του μυοτενόντιου πετάλου. Χαρακτηριστικό αυτού του σταδίου είναι το οίδημα και η φλεγμονή στον τένοντα, που ωστόσο έχουν τη δυνατότητα να υποχωρούν. Θα πρέπει να τονίσουμε ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων, αφορά τον τένοντα του υπερακανθίου σε αθλητές ηλικίας 20- 30 ετών, που συμμετέχουν σε αθλήματα τα οποία χρησιμοποιούν τα άνω άκρα. Επίσης, αφορά γενικότερα άτομα νεαρής ηλικίας και προκύπτει μετά από υπέρχρηση, ενώ χαρακτηριστικό είναι ο πόνος κατά την άσκηση.

2) **Στάδιο II:** Το στάδιο αυτό αφορά σε μεγάλο βαθμό αθλητές ηλικίας 30-40 ετών, με τις βλάβες του τένοντα του υπερακανθίου να θεωρούνται πλέον μη αναστρέψιμες και χαρακτηρίζονται από ίνωση του τένοντα. Στο στάδιο αυτό υπάρχει πόνος και κατά την ξεκούραση.

3) **Στάδιο III:** Στο στάδιο αυτό συμβαίνει μερική ή ακόμα και πλήρης ρήξη του μυοτενόντιου στροφικού πετάλου και τις περισσότερες φορές του

υπερακανθίου τένοντα, η οποία προκύπτει ως αποτέλεσμα της υπακρωμιακής προστριβής.

Είναι αρκετά συνηθισμένο σε αθλητές ηλικίας άνω των 40, ενώ όταν υπάρχει μερική ρήξη, τότε σχετίζεται με την αρθρική πλευρά του τένοντα στην κατάφυση αυτού στο μείζον βραχιόνιο όγκωμα (Μήτσου, 2010).

Το σημαντικότερο σύμπτωμα που εμφανίζουν οι ασθενείς που πάσχουν από υπακρωμιακή πρόσκρουση είναι ο πόνος, ο οποίος προσδιορίζεται γύρω από την άρθρωση του ώμου και μπορεί να αντανακλάται στους μύες του βραχίονα. Η έναρξη του πόνου γίνεται σταδιακά και αυξάνεται διαρκώς η έντασή του, ενώ πιο σπάνια ο πόνος μπορεί να αρχίσει ξαφνικά και είναι πιο έντονος όταν αναπτυχθεί η πρόσκρουση σε έδαφος τραυματικής ορογονοθυλακίτιδας. Επίσης, ενδέχεται οι γυναίκες ασθενείς να παρουσιάζουν δυσκολία στο να κουμπώσουν το στηθόδεσμο τους, ενώ ο νυχτερινός πόνος είναι ιδιαίτερα έντονος ιδίως όταν το βάρος του σώματος πέφτει πάνω στον πάσχοντα ώμο (Barbara et al, 2014 & White et al, 2017).

Όταν κάποιος ασθενής εμφανίζει πόνο στην περιοχή του ώμου, θα πρέπει να διευκρινίζεται το ιστορικό του, καθώς και παράγοντες όπως η έναρξη του πόνου, η διάρκεια του πόνου και η ένταση των κλινικών συμπτωμάτων. Η υποψία για το σύνδρομο της υπακρωμιακής πρόσκρουσης επιτείνεται όταν εμφανίζονται προοδευτικά συμπτώματα, τα οποία χειροτερεύουν τις κινήσεις των αρθρώσεων πάνω στο οριζόντιο επίπεδο του ώμου. Όσον αφορά τους αθλητές, οι πόνοι αυτοί εκδηλώνονται κυρίως κατά τη διάρκεια της νύχτας ή κατά τη διάρκεια της ανάπαυσής τους. Όταν πραγματοποιείται επισκόπηση του ώμου είναι δυνατόν να διαπιστωθεί ασυμμετρία συγκριτικά με την αντίθετη πλευρά, ενώ η προβολή της ακρωμοκλειδικής άρθρωσης μπορεί να είναι αποτέλεσμα των εκφυλιστικών αλλοιώσεων της συγκεκριμένης άρθρωσης (Standring, 2015). Όταν διαπιστώνεται ατροφία στον υπερακάνθιο, στον υπακάνθιο και τον ελάσσων στρογγύλο μυ, στην οπίσθια επιφάνεια της ωμοπλάτης, διαπιστώνουμε ότι υπάρχει χρόνια ρήξη του στροφικού πετάλου ή κάκωση του υπερπλάτιου νεύρου. Θα πρέπει επίσης να τονίσουμε, ότι οι πάσχοντες από υπακρωμιακή πρόσκρουση, εμφανίζονται απρόθυμοι στο να πραγματοποιήσουν κινήσεις απαγωγής του ώμου, καθώς οι κινήσεις αυτές επιδεινώνουν τον πόνο που αισθάνονται (White et al, 2018). Όταν η ενεργητική απαγωγή δεν είναι εφικτή, αλλά η παθητική είναι, τότε διαπιστώνουμε ότι υπάρχει πλήρης ρήξη του μυοτενόντιου πετάλου του ώμου. Σε πολλούς ασθενείς είναι

δύσκολη η απαγωγή του ώμου και ιδιαίτερα επώδυνη διαδικασία, κυρίως μεταξύ 70° και 120°. Μετά τις 120° αναλαμβάνει ο δελτοειδής και τα συμπτώματα φαίνεται να υποχωρούν (Μήτσου, 2010).

3.1.4 Ασβεστοποιός Τενοντίτιδα

Η Ασβεστοποιός Τενοντίτιδα του στροφικού πετάλου οφείλεται στην εναπόθεση κρυστάλλων απατίτη στους τένοντες του ώμου, με αποτέλεσμα χρόνια ωμαλγία και δυσκινησία. Αν και πρόκειται για συχνή πάθηση, με το 10-42% των επώδυνων περιπτώσεων ώμου να αποδίδονται στο νόσημα αυτό, οι μηχανισμοί ανάπτυξης είναι μάλλον άγνωστοι. Είναι ήδη από τη δεκαετία του '90 γνωστό ότι ο σχηματισμός των εναποθέσεων έχει συσχετισθεί με κύτταρα, με εικόνα παρόμοια αυτής των χονδροκυττάρων (με προέλευση μάλλον από βλαστικά τενόντια κύτταρα), τα οποία έχουν ανεβρεθεί στην ινοχόνδρινη περιοχή, γύρω από τις εναποθέσεις. Οι εναποθέσεις αυτές ασβεστίου περιέχουν ελάχιστα κρυσταλλικά ανθρακούχο απατίτη, συνδεδεμένο με πρωτεΐνες, εκ των οποίων σταθερά η osteopontin φαίνεται να έχει σημαντικό ρυθμιστικό ρόλο. Κατά τη φυσική πορεία της νόσου, είναι δυνατό να παρατηρηθεί αυτόματη απορρόφηση, με μετακίνηση των κρυστάλλων στον υπακρωμιακό θύλακο, κάτι που συνοδεύεται από έντονο πόνο και περιορισμό κίνησης. Έχει αποδειχθεί ότι οι κρύσταλλοι απατίτη είναι σε θέση να επάγουν προσέλευση λευκοκυττάρων και απελευθέρωση IL-1β και IL-18, μέσω της ενεργοποίησης του NLRP3 inflammasome. Οι υπεύθυνοι πάντως μηχανισμοί για την αυτόματη λύση του φλεγμονώδους σταδίου, όσο και της εξαφάνισης των κρυστάλλων δεν έχουν ακόμη διευκρινισθεί (Darrieutort-Laffite et al, 2018).

3.1.5 Μερική Αποκόλληση της Μακράς Κεφαλής του Δικεφάλου (Βλάβη SLAP)

Η βλάβη SLAP συνίσταται σε ρήξη του ανώτερου τμήματος του επιχείλιου χόνδρου στην ωμογλήνη. Ο όρος SLAP σχηματίζεται ως ακρωνύμιο Superior Labrum

from Anterior to Posterior δηλαδή ανώτερος επιχείλιος χόνδρος εμπρός έως πίσω. Οι βλάβες SLAP συμβαίνουν στο σημείο που καταφύεται στην ωμογλήνη ο τένοντας της μακράς κεφαλής του δικεφάλου (Burkhart et al, 2013).

Οι συνήθεις μηχανισμοί πρόκλησης των βλαβών SLAP περιλαμβάνουν:

- ❖ πτώση στο με το άνω άκρο ευρισκόμενο σε έκταση
- ❖ επαναλαμβανόμενες κινήσεις ρίψης
- ❖ άρση βαρέων αντικειμένων.

Στην περιοχή που δημιουργούνται οι βλάβες SLAP η αγγείωση του επιχείλιου χόνδρου είναι πτωχή και επομένως το δυναμικό επούλωσης είναι χαμηλό. Σε άλλες περιοχές η αγγείωση είναι πλουσιότερη και οι μηχανισμοί επούλωσης είναι περισσότερο αποτελεσματικοί.

Διακρίνονται 4 τύποι βλαβών SLAP ανάλογα με το είδος και την έκταση της βλάβης.

- 1) Στον τύπο I παρατηρείται μερική μόνο αποκόλληση του επιχείλιου χόνδρου,
- 2) Στον πιο συνήθη τύπο II παρατηρείται πλήρης αποκόλληση από το οστό,
- 3) Στον τύπο III ο επιχείλιος χόνδρος έχει κοπεί στη μέση προκαλώντας συμπτώματα εμπλοκής και
- 4) Στον τύπο IV η ρήξη επεκτείνεται και προς τον τένοντα της μακράς κεφαλής του δικεφάλου (Snyder et al, 1990)

➤ Βλάβη τύπου II.

Παρατηρείται αποκόλληση του επιχείλιου χόνδρου από την ωμογλήνη. Σε αυτή την περίπτωση ενδείκνυται η επανακαθήλωση στο οστό με ράμματα (Kim et al, 2001).

➤ Βλάβη τύπου III.

Ο επιχείλιος χόνδρος έχει υποστεί ρήξη στη μεσότητά του. Είναι δυνατή η συρραφή ή η αφαίρεση του ραγέντος επιχείλιου.

Τα συνήθη συμπτώματα των βλαβών SLAP περιλαμβάνουν τον πόνο και την εμπλοκή της άρθρωσης κατά την κίνηση. Τα συμπτώματα συνήθως αναπαράγονται με την κίνηση της άρθρωσης ή τις δραστηριότητες που πραγματοποιούνται πάνω από το επίπεδο του ώμου. Ο πόνος είναι βύθιος και ασαφής και ο ασθενής αισθάνεται ότι

προέρχεται από το βάθος της άρθρωσης ή μπορεί να εντοπίζεται στην οπίσθια επιφάνεια του ώμου. Εάν έχει υποστεί βλάβη και ο τένοντας της μακράς κεφαλής του δικεφάλου ο πόνος αντανακλά και στην πρόσθια επιφάνεια του ώμου και του βραχίονα (Conway, 2001).

Η διάγνωση των βλαβών SLAP είναι δυνατό να γίνει καταρχάς από το ιστορικό και την κλινική εξέταση. Ο ειδικός ιατρός μπορεί με την πραγματοποίηση ορισμένων κλινικών δοκιμασιών να ανιχνεύσει την παρουσία των βλαβών αυτών. Οι βλάβες μπορεί να μην φαίνονται στην απλή μαγνητική τομογραφία και γι' αυτό προτιμάται η πραγματοποίηση μαγνητικής με έγχυση παραμαγνητικής ουσίας δηλαδή μίας ουσίας που αποκαλείται γαδολίνιο. Το σκιαγραφικό γεμίζει όλα τα κενά και εισέρχεται στην εστία της ρήξης η οποία και απεικονίζεται καλύτερα. Η ακρίβεια όμως της μαγνητικής δεν είναι 100%. Συχνά η διάγνωση των βλαβών SLAP γίνεται κατά τη διάρκεια της αρθροσκόπησης του ώμου (Kim et al, 2001 & Desjardins-Charbonneau et al, 2015).

Οι περισσότεροι ασθενείς με μικρές βλάβες SLAP ανταποκρίνονται στη συντηρητική, δηλαδή τη μη χειρουργική θεραπεία. Συνιστάται ανάπαυση και αποφυγή καταπόνησης και άθλησης. Επιπλέον ενδείκνυται η πραγματοποίηση προγράμματος φυσικοθεραπείας, η λήψη αντιφλεγμονωδών φαρμάκων και η έγχυση κορτικοστεροειδών (Desjardins-Charbonneau et al, 2015).

Αστάθεια του Ώμου

Η αστάθεια ώμου είναι μια συχνή πάθηση κατά την οποία οι στατικοί και δυναμικοί σταθεροποιητές της ωμικής ζώνης δεν λειτουργούν σωστά και η ισορροπία μεταξύ κίνησης και σταθερότητας διαταράσσεται, λόγω ενδεχομένως κάποιας εξωτερικής δύναμης με αποτέλεσμα να πραγματοποιείται πρόσθια εξάρθρωση του ώμου, γεγονός που οδηγεί πολλές φορές στην αστάθεια του ώμου. Κατά την πάθηση αυτή παρατηρείται επαναλαμβανόμενη παρεκτόπιση της κεφαλής του βραχιονίου σε σχέση με την ωμογλήνη σε διάφορες κατευθύνσεις (Kujawa et al, 1960 & Niemi et al, 2007). Συνήθως η αστάθεια ώμου παρατηρείται σε νεαρά άτομα, με μέση ηλικία τραυματισμού γύρω στα 20 έτη και συνήθως οι άνδρες είναι πιο επιρρεπείς σε αυτούς

τους τραυματισμούς. Αυτοί οι τραυματισμοί μπορεί συμβούν είτε κατά τη διάρκεια αθλημάτων είτε μετά από πτώση, αν και το τελευταίο είναι σχετικά σπάνιο.

Η αστάθεια του ώμου μπορεί να οφείλεται σε ποικιλία αιτίων. Συγκεκριμένα, η μεγάλη χαλαρότητα του αρθρικού θύλακα μπορεί να προκαλέσει αστάθεια στην ωμική ζώνη. Ακόμα, η υπερελαστικότητα του θύλακα της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης μπορεί να οδηγήσει στην πάθηση αυτή αν υπάρχει επιβάρυνση των παθητικών μηχανισμών της άρθρωσης και από άλλους παράγοντες ενώ διάφορες δυσμορφίες που μπορεί να παρατηρηθούν στη δομή της άρθρωσης αυτής έχουν παρόμοια αποτελέσματα. Έχει παρατηρηθεί ότι όταν ο θύλακας παρουσιάζει υπερβολική ελαστικότητα τότε πραγματοποιείται μεγαλύτερο έργο από τους δυναμικούς σταθεροποιητικούς μηχανισμούς με αποτέλεσμα να παρατηρείται γρηγορότερα κόπωση και έτσι να προκαλείται αστάθεια στην περιοχή. Διάφοροι τραυματισμοί μπορεί επίσης να οδηγήσουν σε αστάθεια. Τέτοιοι είναι οι ενδοαρθρικοί τραυματισμοί καθώς και άλλες αλλοιώσεις που προκαλούν τραυματισμό ή βλάβη στον επιχείλιο χόνδρο. Ακόμα ποικίλοι μικροτραυματισμοί οι οποίοι παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να θεραπευτούν μπορεί να δράσουν αθροιστικά προκαλώντας αστάθεια ώμου (Santamato et al, 2009).

Ανάλογα με την κατεύθυνση παρατηρείται η πρόσθια, οπίσθια, άνω και κάτω αστάθεια ενώ επιπλέον υπάρχει και αστάθεια ώμου πολλών κατευθύνσεων. Αν η διάκριση γίνεται ανάλογα με τον βαθμό σπουδαιότητας διακρίνουμε το εξάρθρημα, το υπεξάρθρημα και τον μικροτραυματισμό ενώ ανάλογα με τον μηχανισμό έχουμε την τραυματική, ατραυματική, την συγγενή και τη νευρομυική αστάθεια.

Τέλος, αν η διάκριση γίνεται με κριτήριο την εμφάνιση τότε η αστάθεια διακρίνεται σε χρόνια, οξεία, υποτροπιάζουσα, εκούσια και ακούσια.

Αναφορικά με την κατεύθυνση της αστάθειας στην περιοχή του ώμου, το πιο συχνό είδος που παρατηρείται είναι αυτό της οπίσθιας αστάθειας καθώς και της αστάθειας πολλών κατευθύνσεων. Για να δημιουργηθεί η πρόσθια αστάθεια τότε θα πρέπει κάποιος από τους συνδέσμους που είναι υπεύθυνοι για την πρόσθια σταθερότητα να μην λειτουργεί σωστά λόγω τραυματισμού μπορεί (τραυματισμός Bankart).

Η οπίσθια εξάρθρωση δεν παρατηρείται συχνά και ενδεχομένως να οφείλεται σε τραυματισμό. Συνήθως παρατηρείται σε αθλητές της άρσης βαρών, σε αθλητές του χόκεϊ και σε αθλητές του ποδόσφαιρου ύστερα από επαναλαμβανόμενο αθλητικό

τραυματισμό. Έχει αναφερθεί ότι άτομα με μη τραυματική αστάθεια, μπορεί να παρουσιάσουν αστάθεια ώμου σε περισσότερες από μία κατευθύνσεις (MDI: Multi Directional Instability). Αίτιο της αστάθειας αυτής θεωρείται ότι είναι η εγγενής ελαστικότητα των συνδετικών ιστών της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης και όχι κάποιος τραυματισμός (Santamato et al, 2009 & Panton et al, 2013).

Στις περιπτώσεις ήπιας μορφής της αστάθειας πολλών κατευθύνσεων χρησιμοποιείται σαν θεραπευτική μέθοδος κυρίως φυσιοθεραπεία ενώ σε σοβαρότερα περιστατικά της αστάθειας αυτής συστήνεται ακόμα και η χειρουργική προσέγγιση.

Πρόσθια αστάθεια: Στις περισσότερες περιπτώσεις το αίτιο της πρόσθιας αστάθειας είναι ένας άμεσος ή έμμεσος τραυματισμός, με το βραχίονα να πραγματοποιεί κίνηση απαγωγής και έξω στροφής. Το 90% των τραυματισμών που συμβαίνουν στον ώμο αφορούν πρόσθιες εξάρθρωσεις, γεγονός που τις κατατάσσει τους τραυματισμούς αυτούς ως τους συχνότερους. Περίπου οι μισές από τις οξείες εξάρθρωσεις είναι επαναλαμβανόμενες με αποτέλεσμα να προκαλείται βλάβη στους συνδέσμους και στις δομές που υπάρχουν στην περιοχή του ώμου. Όπως προαναφέρθηκε, ο γληνοβραχιόνιος σύνδεσμος είναι ο κύριος σύνδεσμος σταθεροποίησης του ώμου, προστατεύοντας την περιοχή από εξάρθρωσεις αλλά επιτρέποντας τη φυσιολογική κίνηση. Κατά την κίνηση της απαγωγής με ταυτόχρονη έξω στροφή ο σύνδεσμος αυτό διατείνεται ενώ κατά την εξάρθρωση, οι δυνάμεις που ασκούνται στον σύνδεσμο είναι πολύ μεγαλύτερες από αυτές που μπορεί να αντέξει με αποτέλεσμα να προκαλείται ρήξη και ως εκ τούτου αστάθεια. Παράλληλα, ο μέσος γληνοβραχιόνιος σύνδεσμος δεν φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στην περίπτωση εξάρθρωσης.

Σε μεγάλο ποσοστό των τραυμάτων Bankart παρουσιάζεται πρόσθια αστάθεια ενώ κατά την εκτέλεση απόσπασης από τον κάτω γληνοβραχιόνιο σύνδεσμο από τον ανατομικό αυχένα του βραχιόνιου (HAGL), παρατηρείται πρόσθια αστάθεια σε ποσοστό 9%. Η πρόσθια αστάθεια μπορεί να διαγνωστεί από διάφορους οστικούς τραυματισμούς ή κατάγματα ενώ ένα τραύμα Hill-Sach είναι χαρακτηριστικό και οδηγεί επίσης σε διάγνωση συγκεκριμένης εξάρθρωσης

Οπίσθια Αστάθεια: Αυτού το είδος αστάθειας δεν είναι ιδιαίτερα συχνό, καθώς αποτελεί περίπου το 24% των περιστατικών. Αίτια της αστάθειας αυτής μπορεί να είναι κάποιος τραυματισμός που οφείλεται σε πτώση, ένα τραύμα στην περιοχή του ώμου είτε μπορεί να οφείλεται σε απότομη συστολή των μυών λόγω

ηλεκτρικών κλωνισμών ή συλλήψεων. Ενώ συνήθως η εμφάνιση της αστάθειας οφείλεται σε οξεία εξάρθρωση η οπίσθια εξάρθρωση οφείλεται σε συνεχιζόμενους μικροτραυματισμούς χωρίς ωστόσο να προκαλούνται εξαρθρώσεις (Huxel et al., 2008). Ακόμα, η αστάθεια αυτή έχει παρατηρηθεί και ως επιπλοκή σε ασθενείς με αστάθεια πολλών κατευθύνσεων.

Πολλές φορές αυτού του είδους η αστάθεια δεν διαγιγνώσκεται με αποτέλεσμα να μην θεραπεύεται και να οδηγεί σε άλλες παθήσεις όπως είναι το σύνδρομο παγωμένου ώμου. Επίσης, τα διαγνωστικά ευρήματα που παρατηρούνται στην οπίσθια αστάθεια είναι τα αντίστροφα από τα αντίστοιχα που παρατηρούνται στην περίπτωση της πρόσθιας αστάθειας

Πολυκατευθυνόμενη αστάθεια: Η διάγνωση της αστάθειας αυτής πραγματοποιείται μέσω αποκλεισμού των υπολοίπων. Τις περισσότερες φορές οι γυναίκες παρουσιάζουν αυτού του είδους την αστάθεια, με αμφίπλευρη αρθρική χαλαρότητα ενώ παράλληλα δεν παρατηρείται τραυματισμός σε κάποιον από τους συνδέσμους της ωμικής ζώνης. Έχει αναφερθεί η ύπαρξη εκφυλιστικών αλλαγών της γληνοβραχιόνιας ένωσης στην περίπτωση της πολυκατευθυνόμενης αστάθειας (burkhead).

Κατώτερη αστάθεια: Αυτού του είδους η αστάθεια εμφανίζεται σπανιότατα. Αίτιο της κατώτερης αστάθειας είναι η εφαρμογή δύναμης στο βραχιόνιο οστό, κατά την εκτέλεση πλήρους απαγωγής είτε κατά την άσκηση δύναμης στον βραχίονα με αποτέλεσμα να προκαλείται η αστάθεια αυτή. Στις επιπλοκές που προκαλούνται από την κατώτερη αστάθεια συγκαταλέγονται και οι μασχαλιαίοι τραυματισμοί των αρτηριών της περιοχής ενώ μακροπρόθεσμα μπορεί να προκληθούν επαναλαμβανόμενες εξαρθρώσεις (Hayes et al, 2002).

3.1.7 Συμφυτική Θυλακίτιδα (Παγωμένος Ώμος)

Ο παγωμένος ώμος ή ρικνωτική θυλακίτιδα είναι μια κλινική κατάσταση που χαρακτηρίζεται από βαθμιαίο, προοδευτικό και επώδυνο περιορισμό των κινήσεων του ώμου σε όλους τους άξονες της κίνησης, φλεγμονή στα ανατομικά στοιχεία της άρθρωσης καθώς και την ανάπτυξη συμφύσεων στα μαλακά περιαρθρικά μόρια.

Επιδημιολογικά ο παγωμένος ώμος εμφανίζεται σε άτομα ηλικίας άνω των 40 ετών και επηρεάζει κυρίως τις γυναίκες σε σχέση με τους άντρες.

Ο παγωμένος ώμος ή ρικνωτική θυλακίτιδα μπορεί να είναι πρωτοπαθής όπου και πρόκειται για μια ιδιοπαθή κατάσταση που η ακριβής αιτιολογία είναι άγνωστη. Προδιαθεσικοί επιβαρυντικοί παράγοντες μπορεί να είναι :

- Ο διαβήτης
- Κάποια συστηματική νόσος (παθήσεις του θυρεοειδή, καρδιολογικές παθήσεις και νευρολογικές παθήσεις όπως Parkinson και αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια.
- Η ύπαρξη αυτοάνοσου νοσήματος

Υπάρχει και η περίπτωση όμως που ο παγωμένος ώμος μπορεί να είναι δευτεροπαθής κλινική κατάσταση απόρροια είτε κάποιου τραύματος, είτε κάποιας φλεγμονής στα περιαρθρικά στοιχεία του ώμου είτε μικρής ή μεγάλης ακινητοποίησης της άρθρωσης του ώμου. Στις περιπτώσεις τραυματισμού ή κάποιας φλεγμονής η ρικνωτική θυλακίτιδα μπορεί να συμβεί όταν έχει αντιμετωπιστεί πλημμελώς ή όταν ο ασθενής δεν μειώνει το επίπεδο της δραστηριότητας του ή αλλάζει ριζικά τα φυσιολογικά κινητικά πρότυπα κίνησης προκειμένου να αποφύγει το πόνο (Smith et al, 2009).

Τα συμπτώματα του παγωμένου ώμου τα οποία εμφανίζονται σταδιακά χωρίζονται σε τρεις φάσεις η καθεμία από τις οποίες μπορεί να διαρκέσει αρκετές εβδομάδες έως και δύο χρόνια:

1. Επώδυνο στάδιο: σε αυτό οι κινήσεις της ωμικής ζώνης είναι επώδυνες, υπάρχει γενικευμένος πόνος περίξ της άρθρωσης που δε μπορεί εύκολα να εντοπιστεί, υπάρχουν μυϊκοί σπασμοί στους μυς της ωμικής ζώνης και της αυχενικής μοίρας ενώ ο νυχτερινός ύπνος διαταράσσεται καταβάλλοντας ψυχολογικά τον ασθενή.
2. Στάδιο του περιορισμού της κίνησης: Σε αυτό ο πόνος στην ωμική ζώνη είναι λιγότερος αλλά αυξάνεται η δυσκαμψία του και ο περιορισμός των κινήσεων του με το νυχτερινό πόνο να μειώνεται σημαντικά.
3. Στάδιο της μείωσης των συμπτωμάτων: ο πόνος περιορίζεται σημαντικά και οι κινήσεις αυξάνονται προοδευτικά. Η αποκατάσταση που

λαμβάνει χώρα στο τρίτο στάδιο είναι ατελής με την ωμική ζώνη να έχει σοβαρά ελλείμματα στη κίνηση και στη μυϊκή δύναμη.

Στις περισσότερες περιπτώσεις η κλινική εξέταση από έναν ορθοπεδικό σε συνδυασμό με τον απαραίτητο απεικονιστικό έλεγχο καθώς και την εξειδικευμένη φυσιοθεραπευτική αξιολόγηση οδηγεί στην ορθή διάγνωση και ταχύτερη αποκατάσταση του παγωμένου ώμου (Pekyavas et al, 2016).

3.1.8 Παγίδευση Υπερπλατίου Νεύρου

Η παγίδευση του υπερπλατίου νεύρου στην περιοχή της ωμοπλάτης, αποτελεί μια πάθηση που οφείλεται στον ερεθισμό από πίεση του υπερπλατίου νεύρου και εκδηλώνεται με πόνο και αδυναμία. Το υπερπλάτιο νεύρο (Suprascapular nerve) προέρχεται από το νωτιαίο μυελό και είναι κλάδος του βραχιονίου πλέγματος, συγκεκριμένα εκπορεύεται από το άνω πρωτεύον στέλεχος και σχηματίζεται από την 5η και 6η Αυχενική ρίζα. Το υπερπλάτιο νεύρο, κατά τη διέλευσή του, περνά μέσα από ένα στενό άνοιγμα στην ωμοπλάτη που ονομάζεται ωμοπλατιαία εντομή ή βοθρίο (suprascapular notch). Αυτό το «άνοιγμα» σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να είναι στενό, είτε λόγω ανατομικής παραλλαγής ή ακόμη και γιατί οι σύνδεσμοι στην κορυφή της ωμοπλατιαίας εντομής παρουσιάζουν υπερτροφία και πάχυνση ή μπορεί να συμπιεστεί από την παρουσία μιας τοπικής μάζας. Και οι δύο αυτές περιπτώσεις μπορεί να προκαλέσουν την παγίδευση, τη συμπίεση και τον ερεθισμό του νεύρου. Κλινικά εκδηλώνεται με άλγος και αίσθημα τάσης στην περιοχή του ώμου, δυσαισθησίες, στην περιοχή της αισθητικής κατανομής του υπερπλατίου νεύρου, καθώς και αδυναμία μέχρι και ατροφία του υπερακανθίου και υπακανθίου μυός με αποτέλεσμα αδυναμία έξω στροφής και σπανιότερα απαγωγής της άρθρωσης του ώμου (Panton et al, 2013).

Η παγίδευση του υπερπλατίου νεύρου θεωρείται σπάνια. Εργασίες και μελέτες απέδειξαν ότι, το σύνδρομο παγίδευσης με συνοδό νευροπάθεια του υπερπλατίου νεύρου, παρουσιάστηκε στο 4% των ασθενών που αξιολογήθηκαν με αναφερόμενο

πόνο στον ώμο μέσα στην περίοδο ενός έτους. Περίπου οι μισοί από αυτούς είχαν συνοδό μαζική ρήξη του στροφικού πετάλου τις άρθρωσης του ώμου.

Το υπερπλάτιο νεύρο, κατά την διέλευσή του, περνά μέσα από ένα στενό άνοιγμα στην ωμοπλάτη που ονομάζεται ωμοπλατιαία εντομή ή βοθρίο (suprascapular notch). Αυτό το «άνοιγμα» είναι συνήθως αρκετά ευρύ για την διέλευση του νεύρου, αλλά σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να είναι στενό, είτε λόγω ανατομικής παραλλαγής ή ακόμη και γιατί οι σύνδεσμοι στην κορυφή της ωμοπλατιαίας εντομής παρουσιάζουν υπερτροφία και πάχυνση. Και οι δύο αυτές περιπτώσεις μπορεί να προκαλέσουν την παγίδευση, τη συμπίεση και τον ερεθισμό του νεύρου. Επίσης, το νεύρο μπορεί να συμπιεστεί από τη παρουσία μιας τοπικής μάζας, καθώς διασχίζει την ωμοπλατιαία εντομή (βοθρίο) ή γύρω από την περιοχή της ωμοπλατιαίας άκανθας. Η πιο συνηθισμένη αιτία, είναι η γαγγλιακή ή μη κύστη στην περιοχή του ωμοπλατιαίου βοθρίου ή ακόμη και μετατραυματικά ως αποτέλεσμα προσεκβολής του αρθρικού θυλάκου μετά από κάκωση του ώμου.

Το νεύρο μπορεί επίσης να ερεθιστεί από υπερβολική τάση. Αυτό μπορεί να συμβεί στην περίπτωση της πτερυγοειδούς ωμοπλάτης και στην περίπτωση ρήξης του στροφικού πετάλου, καθώς ο τένοντας διαρρηγνύεται και απομακρύνεται από την κατάφυση του και συμπαρασύρει το νεύρο, με το οποίο είναι συνδεδεμένο. Τέλος, μπορεί να τραυματιστεί από πίεση στην περιοχή του υπερπλατίου τμήματος ή στην αύλακα μεταξύ του έξω χείλους της ωμοπλατιαίας άκανθας και της ωμογλήνης, μετά από κάταγμα ή από διάταση του νεύρου (ελκυσμό) μετά από μεταφορά μεγάλου βάρους – φορτίου (Schawlow et al, 1958 & Panton et al, 2013).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο

4.1 Εφαρμογή των laser υψηλής ισχύος στις μυοσκελετικές παθήσεις

Οι *μυοσκελετικές διαταραχές* (Musculoskeletal Disorders - MSD) αποτελούν τις πιο κοινές διαταραχές παγκοσμίως. Το MSD προέρχεται από τον τραυματισμό ή τον πόνο από το μαλακό ιστό στο μυοσκελετικό σύστημα, συμπεριλαμβανομένων των μυών, των νεύρων, των τενόντων, των αρθρώσεων και του χόνδρου στο άνω και κάτω άκρο, στο λαιμό και στο κάτω μέρος της πλάτης. Διάφορες αιτίες του πόνου MSD μπορούν να αποδοθούν στην καταστροφή του μυϊκού ιστού, του τραύματος, του στελέχους του σώματος, των επαναλαμβανόμενων κινήσεων, της υπερβολικής χρήσης και της παρατεταμένης ακινητοποίησης. Ο κύριος σκοπός της θεραπείας με MSD είναι η βελτίωση του πόνου και των σωματικών αναπηριών. Η θεραπεία για τον πόνο MSD περιλαμβάνει μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα (NSAID), αναλγητικά, ενέσεις κορτικοστεροειδών, καθώς και βελονισμό. Επιπλέον, η αυτοδιαχείριση και η εκπαίδευση, η άσκηση, η κινησιοθεραπεία και η ψυχοκοινωνική θεραπεία θεωρούνται επίσης μη φαρμακολογικές θεραπείες (Song et al, 2018).

Πρόσφατα, η θεραπεία με laser, συμπεριλαμβανομένης της θεραπείας με laser χαμηλής ισχύος κι η θεραπεία με laser υψηλής έντασης (HILT), έχουν χρησιμοποιηθεί για τη διαχείριση της MSD. Η θεραπεία με laser είναι μια μη επεμβατική θεραπεία που έχει χαμηλό ποσοστό παρενεργειών.

Σε μια συστηματική ανασκόπηση, παρατηρήθηκε πως η HILT μπορεί να διεγείρει τις αρθρώσεις πιο βαθιά και να θεραπεύσει μια ευρύτερη περιοχή σε σχέση με την LLLT, έτσι η εφαρμογή του HILT για MSD μπορεί να βελτιώσει τον πόνο και τη λειτουργία σε σύγκριση με την LLLT.

Η HILT είναι γνωστό ότι μειώνει τη συσσώρευση θερμότητας στους ιστούς και έχει φωτοθερμικές και φωτοχημικές επιδράσεις σε ιστούς που βρίσκονται πιο

βαθιά για περιορισμένες χρονικές περιόδους. Αυτές οι ιδιότητες ευνοούν τη θεραπεία ιστών και δομών αυξάνοντας τον μεταβολισμό των κυττάρων, την αγγειακή διαπερατότητα και τη ροή του αίματος. Η επίδραση ελέγχου του πόνου που επιτυγχάνεται με HILT μπορεί να αποδοθεί σε πολλαπλούς μηχανισμούς. Στο κεντρικό νευρικό σύστημα, η έκκριση ενδογενών οπιοειδών, όπως οι β-ενδορφίνες, αυξάνεται με τη θεραπεία με laser καθώς και αυτές μπορούν να εμποδίσουν κεντρικά τις αισθήσεις του πόνου. Στο περιφερικό νευρικό σύστημα, η ουσία P ευαισθητοποιεί τους νευρώνες που μεταδίδουν τον πόνο και οδηγεί σε υπεραλγησία (Μυστιγιωτίης & Νικολαΐδης, 2016 & Song et al, 2018).

Ωστόσο, η θεραπεία με laser έχει αναφερθεί ότι μειώνει την έκκριση της ουσίας P από τους περιφερικούς υποδοχείς. Η θεραπεία με λέιζερ μπορεί να αυξήσει την καθυστέρηση και να μειώσει την ταχύτητα αγωγιμότητας των αισθητηρίων νευρών εμποδίζοντας τη μετάδοση των ινών Ad και C, τα οποία με τη σειρά τους μπορεί να μειώσουν τη μετάδοση σημάτων πόνου. Στους ιστούς, η θεραπεία με laser μπορεί επίσης να μειώσει την απελευθέρωση της ισταμίνης και της βραδυκινίνης σε τραυματισμένους ιστούς και να αυξήσει το όριο πόνου. Αυτές οι πολλαπλές δράσεις της θεραπείας με laser μπορεί να αντιπροσωπεύουν τους βασικούς μηχανισμούς που εμπλέκονται στον έλεγχο του πόνου στην MSD. Επιπλέον, η μείωση της αίσθησης του πόνου έχει σημαντική επίδραση στην αύξηση του εύρους της κίνησης και της ποιότητας ζωής του ασθενούς (Song et al, 2018).

Ο **πόνος του αυχένα** είναι ένα σημαντικό πρόβλημα υγείας που πλήττει το 45% έως 54% του γενικού πληθυσμού. Το σύνδρομο μυοσκελετικού πόνου (Myofascial pain syndrome - MPS) του τραπεζοειδούς είναι μία από τις κύριες αιτίες του πόνου στον αυχένα. Χαρακτηρίζεται από βαθύ, έντονο πόνο των σκελετικών μυών και της περιτονίας τους και από την παρουσία ενός ή περισσότερων μυοσκελετικών σημείων ενεργοποίησης (myofascial trigger points - MTP). Η θεραπεία του MPS περιλαμβάνει την απενεργοποίηση των σημείων ενεργοποίησης, τη χαλάρωση των συρρικνωμένων μυών και την διάσπαση του κύκλου πόνου-σπασμού-ισχαιμίας-πόνου. Πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες μέθοδοι θεραπείας για MPS, είναι η εκπαίδευση, η άσκηση, τα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα (NSAID), η επιφανειακή και βαθιά θερμότητα, η ηλεκτροθεραπεία, η θεραπεία με laser και οι τοπικές ενέσεις.

Η θεραπεία με laser είναι μη επεμβατική και ανώδυνη. Πολλές μελέτες έχουν καταδείξει το δόσοεξαρτώμενο αναλγητικό και αντιφλεγμονώδες δυναμικό της θεραπείας με λέιζερ χαμηλού επιπέδου (LLLT). Αυτή η τεχνική έχει αποδειχθεί ότι είναι μια χαμηλού κινδύνου και ασφαλής θεραπεία, αλλά η πραγματική της αποτελεσματικότητα είναι αμφιλεγόμενη. Παρήχθη πρόσφατα, ως νέα θεραπεία, η θεραπεία με laser, με έγχυση γομφίου υτρίου (neodymium-doped yttrium aluminum garnet - Nd: YAG) με πρόσμιξη νεοδυμίου (Nd: YAG), η μορφή θεραπείας laser υψηλής έντασης (high-intensity laser therapy - HILT). Το πλεονέκτημα του HILT έναντι του LLLT είναι ότι το HILT είναι σε θέση να προσεγγίσει και να διεγείρει μεγαλύτερες και / ή βαθύτερες αρθρώσεις και περιοχές που είναι δύσκολο να επιτευχθούν με το LLLT.

Το HILT, χρησιμοποιώντας το laser Nd: YAG, λειτουργεί με υψηλή ισχύ αιχμής (3 kW) και μήκος κύματος 1,064 nm. Θεωρείται ότι είναι μια ανώδυνη και μη επεμβατική θεραπευτική οδός. Πρόσφατες μελέτες έχουν τεκμηριώσει τα ευεργετικά αποτελέσματα της θεραπείας με laser Nd: YAG σε ασθενείς με πόνο.

Το HILT χρησιμοποιεί μια συγκεκριμένη κυματομορφή με κανονικές κορυφές αυξημένων μεγεθών και χρονικές διάρκειες μεταξύ τους για να μειώσει τα φαινόμενα θερμικής συσσώρευσης και είναι σε θέση να προκαλέσει γρήγορα φωτοχημικές και φωτοθερμικές επιδράσεις στον βαθύ ιστό, όπου αυξάνουν τη ροή του αίματος, την αγγειακή διαπερατότητα και τον κυτταρικό μεταβολισμό. Το HILT αναφέρθηκε ότι έχει αναλγητικό αποτέλεσμα στις απολήξεις των νεύρων, αλλά δεν υπήρξαν ενδείξεις μειωμένης φλεγμονής (Song et al, 2018).

Η θεραπεία με laser YAG, μια μορφή HILT, έχει χρησιμοποιηθεί για ένα ευρύ φάσμα διαταραχών. Έχει χρησιμοποιηθεί για την ανακούφιση των συμπτωμάτων του πόνου, της οστεοαρθρίτιδας του γόνατος, του συνδρόμου υπακρωμιακής πρόσκρουσης (πόνος στους ώμους). Το HILT έχει επίσης χρησιμοποιηθεί στη θεραπεία χρόνιων διαβητικών ελκών ποδιού. Τα παρόντα αποτελέσματα δείχνουν ότι η παλμική θεραπεία με laser Nd: YAG (HILT) ήταν αποτελεσματική στη θεραπεία χρόνιας MPS του τραπέζοειδούς μυός σε αυτούς τους ασθενείς σε σχέση με τον μειωμένο πόνο, την αναπηρία και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής.

Η θεραπεία του μυοσκελετικού πόνου περιλαμβάνει την απενεργοποίηση των σημείων ενεργοποίησης, την αποκατάσταση του φυσιολογικού μήκους των

μυών και τη διόρθωση των παραγόντων που δημιουργήσαν ή διατήρησαν τα σημεία ενεργοποίησης. Οι ασκήσεις διατάσεων, είναι ένα βασικό μέρος της μεθόδου θεραπείας του μυοσκελετικού πόνου και επιτρέπουν την αποκατάσταση της φυσιολογικής δραστηριότητας, μειώνοντας σταδιακά τη μυϊκή βράχυνση και συστολή, μειώνοντας έτσι τον πόνο. Η μελέτη έδειξε ότι η θεραπεία άσκησης είναι κλινικά ικανή να μειώνει τον πόνο και την αναπηρία και να βελτιώνει την ποιότητα ζωής. Ένα ενεργό πρόγραμμα άσκησης είναι μια απλή, πρακτική και ασφαλής μέθοδος θεραπείας για χρόνια MPS του τραπεζοειδούς μυός. Τα αποτελέσματα της μελέτης δείχνουν επίσης την ανωτερότητα του συνδυασμού άσκησης και laser έναντι της θεραπείας με placebo laser και άσκησης στην θεραπεία του MPS (Dundar et al, 2015).

Μια τρέχουσα υπόθεση είναι ότι η διαταραχή που βασίζεται στο MPS σχετίζεται με την ακατάλληλη δραστηριότητα της ακετυλοχολίνης στη νευρομυϊκή ένωση, η οποία παράγει μια παρατεταμένη συστολή του σαρκομερούς. Τα αποτελέσματα που σχετίζονται με την ακετυλοχολίνη σχετίζονται και με την ανάπτυξη του μυϊκού σπασμού. Η δραστηριότητα αυτή οδηγεί σε αύξηση της τοπικής ζήτησης ενέργειας ή σε ενεργειακή κρίση. Ο τοπικός μυϊκός πόνος εμφανίζεται λόγω της απελευθέρωσης ουσιών από κατεστραμμένους μύες και από το εξωκυτταρικό υγρό γύρω από τις MTP. Μπορούμε έτσι να υποθέσουμε ότι εφαρμόζοντας HILT πάνω από MTPs, κάποια φωτοθερμική ενέργεια μπορεί να μεταφερθεί σε βαθύ ιστό. Επομένως, η τοπική ζήτηση ενέργειας ή η ενεργειακή κρίση κοντά στα MTP μπορεί να επιλυθεί. Επιπλέον, οι φωτοχημικές και φωτοθερμικές επιδράσεις του HILT μπορούν να αυξήσουν τη ροή του αίματος, τη αγγειακή διαπερατότητα και τον μεταβολισμό των κυττάρων και έτσι να βοηθήσουν στην αποκατάσταση των καταστροφικών μυών και στην απομάκρυνση του επώδυνου ερεθίσματος. Μια επιπλέον υπόθεση για τη χαλάρωση της υπό θεραπεία περιοχής είναι ότι το HILT μπορεί επίσης να ενεργοποιήσει τους σωματοαισθητικούς υποδοχείς και να μειώσει την αντίληψη του εντοπισμένου πόνου, που μπορεί να βοηθήσει στη χαλάρωση του μυϊκού σπασμού.

Όπως αναφέρουν χαρακτηριστικά οι Panton et al, 2013, η *ινομυαλγία* (Fibromyalgia-FM) είναι η δεύτερη πιο συχνή ρευματολογική διαταραχή στις Ηνωμένες Πολιτείες, που πλήττει περίπου τα 4-6 εκατομμύρια του πληθυσμού, η πλειοψηφία των οποίων είναι γυναίκες. Η ινομυαλγία χαρακτηρίζεται όχι μόνο από

χρόνιο πόνο αλλά και από μια μεγάλη σειρά συμπτωμάτων. Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν την διαταραχή του ύπνου, τη χρόνια κόπωση, την πρωινή δυσκαμψία, το σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου, το άγχος, την κατάθλιψη, την νοητική συμπεριφορά, την βραδύτητα σκέψης, τη μειωμένη συγκέντρωση, τη παραισθησία και την υπερβολική πίεση στον πόνο σε διάφορα σημεία του σώματος. Η διάγνωση της FM γίνεται μετά από τον ευρέως διαδεδομένο πόνο σε τουλάχιστον τρία από τα τέσσερα τεταρτημόρια του σώματος για τουλάχιστον 3 μήνες και εντοπισμένο πόνο στην ψηλάφηση σε τουλάχιστον 11 από 18 επιλεγμένες συνδέσεις μυών-τένοντα ή σημεία πρόσκλησης. Ο πόνος που συνδέεται με την FM μπορεί να οδηγήσει σε αποδυνάμωση, απώλεια θέσεων εργασίας και αδυναμία άσκησης καθημερινής ζωής (ADL). Μεταξύ 20% και 50% των ατόμων που εργάζονται με FM, εργάζονται λιγότερες ημέρες σε σύγκριση με τον μέσο πληθυσμό ή δεν εργάζονται καθόλου, 36% κατά μέσο όρο παρουσιάζουν δύο ή περισσότερες απουσίες από την εργασία ανά μήνα και 27% -55% λαμβάνουν κοινωνικές παροχές. Η αιτιολογία της FM δεν είναι γνωστή και η πρόγνωση για ανάκτηση στην παραδοσιακή ιατρική είναι γενικά πολύ δύσκολη. Οι παραδοσιακές θεραπείες περιλαμβάνουν φαρμακολογικές παρεμβάσεις όπως τα τρικυκλικά αντικαταθλιπτικά, τα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα, τα αντιεπιληπτικά φάρμακα, τα ηρεμιστικά, τα μυοχαλαρωτικά και τα οπιούχα φάρμακα. Τα αποτελέσματα αυτών των παρεμβάσεων στον τομέα των φαρμάκων έχουν αναμιχθεί με κάποιες βελτιώσεις στον πόνο και στον ύπνο. Έχει προταθεί ότι οι φαρμακολογικές επεμβάσεις επιτυγχάνουν την ανακούφιση των συμπτωμάτων για λιγότερο από το 50% του πληθυσμού που πάσχουν από FM. Οι παρεμβάσεις φαρμάκων σχετίζονται επίσης με μια σειρά παρενεργειών όπως η αύξηση του σωματικού βάρους, γαστρεντερική δυσφορία και αυξημένη ανοχή στα φάρμακα. Λόγω των αρνητικών παρενεργειών που σχετίζονται με τη φαρμακολογική διαχείριση, δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι οι μη φαρμακολογικές παρεμβάσεις έχουν αυξηθεί στη δημοτικότητα (Panton et al, 2013).

Σε μία έρευνα, διαπιστώθηκε ότι το 91% των ατόμων με FM χρησιμοποίησε κάποια μορφή εναλλακτικής ιατρικής σε σύγκριση με το 42% του γενικού πληθυσμού. Ωστόσο, δεν υπάρχει συναίνεση ως προς το ποιο είδος εναλλακτικής παρέμβασης είναι πιο επωφελές για τη μείωση του πόνου και τη βελτίωση της επίπτωσης των FM.

Μια εναλλακτική παρέμβαση που μπορεί να ωφελήσει τις γυναίκες με FM είναι η θεραπεία με laser κατηγορίας IV. Τα θεραπευτικά laser έχουν μελετηθεί εκτενώς. Ωστόσο, δημοσιευμένες μελέτες σχετικά με τη χρήση laser για πόνο ή κοινές μυοσκελετικές παθήσεις φαίνεται να είναι κατά κύριο λόγο σε laser κατηγορίας IIIb. Τα laser θεραπείας χρησιμοποιούν φωτεινή ενέργεια για τη ρύθμιση της φυσιολογίας των κυττάρων και των ιστών για να επιτύχουν θεραπευτικό όφελος. Το παραγόμενο φως αποτελείται από συνεκτικές δέσμες μονού μήκους κύματος στο φάσμα ορατών έως υπέρυθρων, οι οποίες μπορούν να εκπέμπονται σε συνεχές κύμα ή παλμικό τρόπο. Όπως έχουν ταξινομηθεί από το Κέντρο Συσκευών και Ακτινολογικής Υγείας (CDRH), έχουν μέση ακτινοβολία ισχύ μικρότερη από 0,50 W. Όπως και τα IIIb λέιζερ, τα πρόσφατα αναπτυγμένα θεραπευτικά λέιζερ κατηγορίας IV χρησιμοποιούν διάχυτο φως σε μήκος κύματος, το οποίο είναι θεραπευτικό και επιτρέπει τη διείσδυση του στον ιστό σε μεγάλο βάθος.

Τα laser κλάσης IV ταξινομούνται από το CDRH, ως έχοντα μέση ακτινοβολία ισχύ μεγαλύτερη από 0,50W. Τα κλινικά διαθέσιμα laser θεραπείας κατηγορίας IV είναι έως και 30 φορές ισχυρότερα από τα laser κατηγορίας IIIβ και επιτρέπουν τη χορήγηση θεραπευτικής δόσης βαθιά στον ιστό σε συντομότερο χρονικό διάστημα. Αυτή η εξέλιξη έχει οδηγήσει στη χρήση laser κατηγορίας IV για τη θεραπεία ποικίλων καταστάσεων που περιλαμβάνουν αλλοιώσεις του δέρματος, οξεία βλάβη μαλακών μορίων και σύνδρομα χρόνιου πόνου όπως η FM. Αν και τα laser κατηγορίας IV χρησιμοποιούνται κλινικά από διάφορους επαγγελματίες, τα πρότυπα και τα θεραπευτικά σχήματα εξελίσσονται και δεν έχουν ακόμη καθοριστεί σαφώς με ελεγχόμενες κλινικές μελέτες (Ebid et al, 2015).

4.2 Εφαρμογή των laser υψηλής ισχύος στις παθήσεις του ώμου

Ο πόνος στον ώμο είναι η τρίτη συνηθέστερη αιτία μυοσκελετικών παθήσεων και συνήθως επιμένει σε μεσήλικες και ηλικιωμένους ανθρώπους. Οι διαταραχές του στροφικού πετάλου, αποτελούν την πλειψηφία (40-65%) των προβλημάτων των ώμων που παρατηρούνται στις κλινικές επισκέψεις. Πολλοί παράγοντες που μπορούν να συμβάλουν στις διαταραχές του στροφικού πετάλου, είναι το ανατομικό σχήμα του ακρωμίου που μπορεί να αγκιστρωθεί, η φλεγμονή και η διάβρωση των τενόντων, η παχυσαρκία, η υπερκινητικότητα των ώμων, η υπέρχρηση των ώμων. Συνήθως, οι ασθενείς με διαταραχές του στροφικού πετάλου έχουν πόνο στον ώμο που οδηγεί σε περιορισμένη εμβέλεια κίνησης (ROM), ειδικά σε απαγωγή και έσω στροφή, και επιπλέον μειωμένη δύναμη των μυών του ώμου. Κατά συνέπεια, οι ασθενείς παρουσιάζουν σημαντικά μειωμένη λειτουργία των ώμων, μειωμένη ποιότητα της ζωής και της διαταραχής του ύπνου (Elsodany et al, 2018).

Το HILT χρησιμοποιεί laser από νεοδύμιο-ύτριο αλουμίνιο. Η επεξεργασία συνίσταται σε τάση υψηλής ισχύος (1-3 kW), μήκος κύματος 1064 nm, μέγιστη ενέργεια για ένα μόνο παλμό 150 mJ σε συχνότητα 20-25 Hz, μέση ισχύ 6 W, και μία διάρκεια για τον μοναδικό παλμό που θα προκληθεί, ο οποίος θα είναι μικρότερος από 150 ms. Αυτοί οι εξαιρετικά σύντομοι παλμοί, προκαλούν μια βαθιά δράση στον βιολογικό ιστό (3-4 cm), με ομοιογενή κατανομή της φωτεινής πηγής στον ακτινοβολημένο μαλακό ιστό, αλλά χωρίς υπερβολικές θερμικές βελτιώσεις με αποτέλεσμα να μειώνει τον πόνο και το οίδημα με φωτομηχανικές επιδράσεις στους βαθύτατους ιστούς (Boygaz et al, 2015). Το HILT βελτιώνει επίσης τη μικροκυκλοφορία και την αναγέννηση των ιστών. Οι βιοδιεγερτικές, αντιφλεγμονώδεις και αναλγητικές ιδιότητες συμβάλλουν στην αποτελεσματική βελτίωση των οδοντηρών παθολογιών των οστών-μυών-αρθρώσεων, συμπεριλαμβανομένων των προβλημάτων των ώμων (Darrieutort-Laffite et al, 2018).

Η ανακούφιση από τον πόνο και η αύξηση του εύρους κίνησης επιτρέπουν την έγκαιρη έναρξη προγραμμάτων αποκατάστασης. Το HILT συνιστάται να εκτελείται σε οκτώ έως δέκα συνεδρίες που διαρκούν για 10-15 λεπτά ανάλογα με το υποκείμενο πρόβλημα. Η εφαρμογή HILT είναι μια ανώδυνη και ασφαλής μορφή της θεραπείας που αποτρέπει τη συσσώρευση θερμότητας. Οι Kim et al (2015) διαπίστωσαν ότι κατά τη διαχείριση του παγωμένου ώμου, η HILT παρείχε σημαντική ανακούφιση από τον πόνο στις 3 και 8 εβδομάδες. Ως βασική συνιστώσα του προγράμματος θεραπείας SAIS, οι μελέτες και οι συστηματικές ανασκοπήσεις

υποστηρίζουν σαφώς τη χρήση της άσκησης για την αντιμετώπιση του πόνου και της αναπηρίας σε ασθενείς με SAIS που έχουν ως αποτέλεσμα βελτιώσεις στη λειτουργία, στον πόνο ή στο εύρος της κίνησης.

Στην βιβλιογραφία υπάρχουν πολλές συντηρητικές θεραπείες για παθήσεις του ώμου. Τα laser Pulsed Nd: YAG έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία στη θεραπεία μυοσκελετικών παθήσεων (Perlow et al, 2014 & Pekyavas et al, 2016). Το παλμικό laser Nd: YAG ή laser από νεοδύμιο: υτρίου-αλουμινίου-γρανάτης, παρέχει θεραπεία με laser υψηλής έντασης (HILT). Είναι μια ασφαλής, ανώδυνη μέθοδος βαθιάς διείσδυσης και ο σύντομος χρόνος εκπομπής και οι εκτεταμένες περιόδους ανάπαυσης εμποδίζουν τη συσσώρευση θερμότητας. Όπως και με τα παλμικά laser υψηλής ισχύος, έτσι και το HILT θεωρείται ότι έχει τρεις κύριες επιδράσεις: φωτοχημικές, φωτομηχανικές και φωτοθερμικές. Λόγω αυτών των επιδράσεων, το HILT μειώνει τον πόνο, τη φλεγμονή και το οίδημα, επιτρέποντας έτσι ένα πρόωρο ξεκίνημα για την επούλωση των ιστών μια πρόιμη αρχή για τα προγράμματα αποκατάστασης (Wang et al, 2007).

Περαιτέρω, η βραχυχρόνια επίδραση του HILT έχει αποδειχθεί ότι είναι μια αποτελεσματική μέθοδος για τη μείωση του πόνου και τη βελτίωση της λειτουργίας σε ασθενείς με τενοντίτιδα ώμου, σύνδρομο υπακρωμιακής πρόσκρουσης και παγωμένο ώμο, αν και υπάρχει έλλειψη γνώσης σχετικά με τις μακροχρόνιες επιδράσεις της στην τενοντοπάθεια του στροφικού πετάλου (Elsodany et al, 2018).

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ

5.1 Σκοπός

Ο σκοπός αυτής της ανασκόπησης είναι να αναλυθεί και να απαντηθεί το ερώτημα της χρησιμότητας των Laser υψηλής ισχύος στις επώδυνες παθήσεις του ώμου σε ασθενείς με χρόνιο πόνο στον ώμο. Γι' αυτόν το λόγο, μελετήθηκαν οι 9 έρευνες που ακολουθούν.

5.2 Υλικό και Μεθοδολογία

Το μεθοδολογικό υπόβαθρο της παρούσας εργασίας βασίζεται στην αφηγηματική ανασκόπηση. Για τη συλλογή της βιβλιογραφίας και τη βιβλιογραφική ανασκόπηση χρησιμοποιήθηκαν επιστημονικά βιβλία, πρωτότυπες μελέτες, βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις και περιλήψεις ερευνών στις περιπτώσεις που δεν υπήρχε πλήρης πρόσβαση στο άρθρο. Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν οι ηλεκτρονικές βάσεις PubMed και Google Scholar.

Λέξεις Κλειδιά : **High-Intensity Laser Therapy, Chronic shoulder pain,**

Κριτήρια Επιλογής των μελετών που χρησιμοποιήθηκαν στην συστηματική μελέτη :

✓ άρθρα, τα οποία αποτελούσαν πρωτογενείς μελέτες, ανασκοπήσεις ή μετα-αναλύσεις,

- ✓ άρθρα, τα οποία δημοσιεύτηκαν μεταξύ 2009 - 2019,
- ✓ άρθρα, τα οποία ήταν σε πλήρες κείμενο διαθέσιμα,
- ✓ άρθρα, τα οποία ήταν γραμμένα στην αγγλική γλώσσα και
- ✓ άρθρα, τα οποία αναφέρονταν μόνο σε ανθρώπους.

Κριτήρια Αποκλεισμού των μελετών που χρησιμοποιήθηκαν στην συστηματική μελέτη :

- ✓ Γραμμένα σε άλλη γλώσσα πλύν της Αγγλικής
- ✓ Να είναι δημοσιευμένα πριν το 1998
- ✓ Το δείγμα της έρευνας να αποτελείται από ζώα.

Συζήτηση

Αυτή η μελέτη, σύμφωνα και με τον παρακάτω πίνακα, συνέκρινε τα αποτελέσματα που προέκυψαν μετά από τη μελέτη 9 δημοσιεύσεων που παρατήρησαν την αποτελεσματικότητα της θεραπείας laser υψηλής έντασης σε ασθενείς με χρόνια πόνο, ο οποίος εντοπίζεται συγκεκριμένα στον ώμο και στην ωμική περιοχή.

Όπως θα παρατηρηθεί και στις επόμενες έρευνες, το πρωταρχικό εύρημα αυτής της διπλά τυφλής, τυχαιοποιημένης μελέτης ελέγχου εικονικής θεραπείας, σύμφωνα με τους Ebid et al (2015), είναι ότι η παλμική θεραπεία με laser Nd: YAG μειώνει το PMP (Post-Mastectomy Pain), αυξάνει την κινητικότητα των ώμων και βελτιώνει την QOL (Quality Of Life) στις γυναίκες με το PMPS (Post-Mastectomy Pain Syndrome). Το όφελος διατηρείται μετά την διακοπή της θεραπείας με laser. Δεν υπήρχε θερμική συσσώρευση στον ιστό που υποβλήθηκε σε επεξεργασία με το παλμικό λέιζερ Nd: YAG σε σύγκριση με το λέιζερ Nd: YAG που χρησιμοποιείται με συνεχή τρόπο. Χρησιμοποίησαν το παλμικό λέιζερ Nd: YAG με μια συγκεκριμένη κυματομορφή, μέγιστη ισχύ έως 3 kW, κανονικές κορυφές αυξημένου πλάτους για πολύ σύντομη διάρκεια και ένα πολύ σύντομο κύκλο λειτουργίας για τη μείωση της θερμικής συσσώρευσης στους ιστούς και για την ταχεία επαγωγή βάθους με φωτοχημικά και φωτοθερμικά αποτελέσματα. Αυτά τα χαρακτηριστικά οδηγούν σε μεγαλύτερη διάδοση της ακτινοβολίας στους ιστούς-στόχους με πολύ χαμηλό ιστολογικό κίνδυνο, που οδηγεί στη δυνατότητα επεξεργασίας βαθιών ιστών και δομών. Το φωτοθερμικό αποτέλεσμα μπορεί να ελεγχθεί για την ασφάλεια και την

άνεση του ασθενούς με τη ρύθμιση της έντασης και συχνότητας του παλμού του λέιζερ (Ebid et al, 2015).

Άλλες μελέτες που επικεντρώθηκαν στη θεραπεία με laser, (Ökmen et al, 2017 & Elsodany et al, 2018), κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η θεραπεία με laser είναι μια αποτελεσματική μέθοδος φυσικής θεραπείας για τη μείωση των επιπέδων πόνου, τη μείωση της λειτουργικής αναπηρίας και την αύξηση της ROM. Τα τελευταία χρόνια, η παλμική θεραπεία με laser Nd: YAG, μια μορφή HILT, έχει χρησιμοποιηθεί για ένα ευρύ φάσμα συνθηκών, όπως η ανακούφιση από τα συμπτώματα του πόνου των ώμων, τον χρόνιο πόνο στην πλάτη, την οστεοαρθρίτιδα του γόνατος και τον χρόνιο πόνο στον αστράγαλο.

Οι πιθανοί μηχανισμοί πίσω από το αναλγητικό αποτέλεσμα του HILT βασίζονται στην ικανότητα αυτής της τεχνικής να επιβραδύνει τη μετάδοση του ερεθίσματος του πόνου και να αυξήσει την παραγωγή οπιοειδών ουσιών στο σώμα και να αυξήσει τη ροή του αίματος, την αγγειακή διαπερατότητα και τον κυτταρικό μεταβολισμό. Επιπλέον, το HILT μπορεί να έχει άμεση επίδραση στις νευρικές δομές, οι οποίες θα μπορούσαν να αυξήσουν την ταχύτητα ανάκτησης από το μπλοκ αγωγιμότητας ή να εμποδίσουν τη μετάδοση ινών Aδ και C. Η θεραπεία με laser έχει επίσης αποδειχθεί χρήσιμη για τη μείωση της σοβαρότητας και της διάρκειας του μετεγχειρητικού πόνου κατά περίπου 50% με ταυτόχρονη μείωση των αναλγητικών απαιτήσεων. Στην παρούσα μελέτη, χορηγήθηκε η συνολική δόση ενέργειας 3000 J, χρησιμοποιώντας HILT σε τρεις φάσεις. Τα αποτελέσματα του HILT ήταν ανώτερα στην ανακούφιση του πόνου και στη βελτίωση της λειτουργίας. Αυτό υποστηρίζεται από την πεποίθηση ότι η επίδραση του laser, που μπορεί να μεταβάλλει τη λειτουργία των κυττάρων και των ιστών, εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του ίδιου του laser όπως το μήκος κύματος και η συνοχή.

Σε σύγκριση με τις θεραπείες με laser και τις συμβατικές μεθόδους θεραπείας, έχουν αναφερθεί τα οικονομικά οφέλη από τη χρήση της θεραπείας με laser. Επιπλέον, το laser αποδείχθηκε όχι μόνο πιο αποτελεσματικό αλλά και οικονομικότερο. Τα πλεονεκτήματα που προστέθηκαν συμπεριελάμβαναν την απουσία παρενεργειών, τη μη επεμβατική φύση της θεραπείας και την καλή αποδοχή από τους ασθενείς της θεραπευτικής μεθόδου. Επίσης, τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης συμφωνούν με τα συμπεράσματα πολλών μελετών ότι η θεραπεία με laser έχει μεγαλύτερη επίδραση από το placebo laser(εικονική θεραπεία) στη θεραπεία του πόνου και της αναπηρίας, όπως μετράται από τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου VAS και ερωτηματολογίου αναπηρίας.

Η σημασία των μετρήσεων που βασίζονται στον ασθενή χρησιμοποιώντας ένα μέτρο QOL(Quality of Life) για κλινική έρευνα και πρακτική ,έχει αναγνωριστεί ευρέως και έχουν αναπτυχθεί πολλά ερωτηματολόγια QOL. Λίγες μελέτες έχουν συσχετίσει την QOL και τη θεραπεία με laser. Ωστόσο, για τον λόγο αυτό, οι συγκρίσεις είναι δύσκολες. Τα ευρήματά επιβεβαιώνουν ότι η παλμική HILT βελτιώνει το QOL των ασθενών με PMPS.(Ebid et al, 2015).

Οι μελλοντικές μελέτες θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν ασθενείς οι οποίοι τυχαιοποιούνται ανάλογα με τα επίπεδα της βασικής αναπηρίας, τη διάρκεια των συμπτωμάτων και άλλα φυσικά και ψυχοκοινωνικά χαρακτηριστικά που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την ανταπόκριση στη θεραπεία. Επιπλέον, θα μπορούσαν να σχεδιαστούν πρόσθετες μακροπρόθεσμες μελέτες που θα συγκρίνουν τη χρήση ενός μόνο τύπου θεραπείας με μια προσέγγιση συνδυασμένης θεραπείας. Η καλύτερη κατανόηση των μηχανισμών των επιδράσεων της θεραπείας με laser είναι πολύ σημαντική για τις κλινικές συστάσεις. Επιπλέον, μελλοντικά ερευνητικά τεκμήρια

εξετάζουν επίσης τη μέτρηση της παθητικής ROM, η οποία είναι εξίσου σημαντική με την ενεργό ROM.

Τέλος, με την ανάπτυξη του πρωτοκόλλου αυτής της μελέτης, η ομάδα που υποβλήθηκε σε επεξεργασία με το παλμικό laser Nd: YAG έδειξε μια σημαντική μείωση της έντασης του πόνου στο VAS, αύξηση του ROM ώμου και βελτίωση στο συνολικό QOL. Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκαν παρενέργειες κατά τη διάρκεια ή μετά τη θεραπεία. Επιπλέον, η βελτίωση ήταν μεγαλύτερη αμέσως μετά τη θεραπεία και στη συνέχεια έτεινε να μειωθεί ελαφρώς κατά τη διάρκεια της παρακολούθησης. Παρόλα αυτά, η βελτίωση εξακολουθεί να είναι σημαντική σε σύγκριση με την περίοδο πριν την έναρξη της θεραπείας. Αυτό το εύρημα μπορεί να αποδοθεί σε πολλούς παράγοντες συμπεριλαμβανομένης της διακοπής της θεραπείας ή και της έλλειψης συνέπειας στην συχνότητα άσκησης από τους ασθενείς (Ebid et al, 2015).

Οι Aceituno-Gómez et al, (2019) υπήρξαν οι πρώτοι που μελέτησαν τη χρήση laser υψηλής έντασης στο σύνδρομο υπακρωμιακής πρόσκρουσης με ταυτόχρονη διεξαγωγή τριμηνιαίας παρακολούθησης. Προηγούμενες μελέτες περιελάμβαναν μία σειρά περιπτώσεων με παρακολούθηση οκτώ εβδομάδων μετά την επέμβαση και δύο κλινικές δοκιμές χωρίς μεταγενέστερη παρακολούθηση. Η τάση για μειωμένη κατανάλωση αναλγητικών και αντιφλεγμονωδών φαρμάκων στην ομάδα παρέμβασης που προέκυψε από τη μελέτη υποδηλώνει μια γραμμή έρευνας προς αυτή την κατεύθυνση και συμπίπτει με πρόσφατες μελέτες. Αυτή η μελέτη έδειξε ότι ένα πρωτόκολλο θεραπείας άσκησης μόνο του ή σε συνδυασμό με θεραπεία με laser υψηλής έντασης, μπορεί να επιφέρει μία κλινικά και στατιστικά σημαντική βελτίωση στη λειτουργία και στον πόνο, η οποία διατηρείται για περίοδο τουλάχιστον τριών μηνών μετά την αγωγή. Τα ευρήματά συμπίπτουν με προηγούμενες ενδείξεις της επίδρασης της άσκησης στο σύνδρομο υπακρωμιακής πρόσκρουσης. Τα

αποτελέσματα αυτής της μελέτης δεν παρέχουν επαρκή στοιχεία για να υποστηρίξουν την εφαρμογή αυτής της θεραπείας σε σύνδρομο πρόσκρουσης, αν και με το ίδιο σκεπτικό δεν υπάρχουν στοιχεία που να δείχνουν ότι είναι επιβλαβής. Ωστόσο, η σύγκριση των αποτελεσμάτων σε ένα μήνα έναντι των τριών μηνών μετά την θεραπεία έδειξε σημαντική βελτίωση σε διάφορες κλίμακες στην πειραματική ομάδα χωρίς καμία αντίστοιχη αλλαγή στην ομάδα ελέγχου, αν και αυτό ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι η πειραματική ομάδα είχε λιγότερο σοβαρά προβλήματα κατά την έναρξη της παρέμβασης. Η προσθήκη της θεραπείας laser υψηλής έντασης στην τυπική θεραπεία άσκησης δεν συσχετίστηκε με οποιαδήποτε σχετική επίδραση ή ανιχνεύσιμη βλάβη. Τέλος, η πρόσληψη φαρμάκων και οι αριθμοί συνεδριών δεν μειώνονται σημαντικά όταν προστίθεται θεραπεία με laser υψηλής έντασης στην τυπική θεραπεία άσκησης.

Ενώ το πρωτόκολλο παρέμβασης τους προβλέπεται να περιλαμβάνει 15 συνεδρίες λέιζερ (πέντε συνεδρίες / εβδομάδα για τρεις εβδομάδες), το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται από τους Karaca (2016) και Pekyavas (2016) περιλαμβάνει εννέα συνεδρίες (τρεις εβδομάδες) ενώ στους Santamoto et al (2009) χρησιμοποιήθηκαν 10 συνεδρίες (πέντε συνεδρίες / εβδομάδα για δύο εβδομάδες).

Ο Karaca (2016), ανέλυσε μια σειρά 42 περιπτώσεων. Στην παρούσα μελέτη αξιολόγησε τη βραχυπρόθεσμη αποτελεσματικότητα της υψηλής έντασης θεραπεία με laser στο υπακρωμιακό σύνδρομο σε διάστημα 3 εβδομάδων, τρεις φορές την εβδομάδα, σε συνολικά 9 συνεδρίες. Στη μελέτη αυτή διαπιστώθηκε μείωση του πόνου, βελτίωση της αναπηρίας, μείωση της ανάγκης για ΜΣΑΦ, αυξημένη ανεξαρτησία στις καθημερινές δραστηριότητες και ικανοποίηση των ασθενών. Οι στρατηγικές θεραπείας, εκτός από τη χειρουργική προσέγγιση, στην οξεία φάση, περιλαμβάνουν τη σχετική ανάπαυση, ΜΣΑΦ για 1 ή 2 εβδομάδες, έγχυση

στεροειδών εντός των πρώτων 8 εβδομάδων, χαμηλής έντασης και υψηλής συχνότητας άσκηση υψηλής έντασης και θεραπεία με laser στις εναποθεσεις ασβεστίου. .

Οι Santamato et al (2009), συνέκριναν τα αποτελέσματα που ελήφθησαν μετά από 10 συνεδρίες θεραπείας σε διάστημα 2 διαδοχικών εβδομάδων με 2 διαφορετικούς τρόπους φυσικοθεραπείας σε άτομα που διαγνώστηκαν με Neer στάδιο I ή II SAIS. Τα άτομα που έλαβαν θεραπεία με HILT έδειξαν μεγαλύτερη μείωση στον πόνο και μεγαλύτερη βελτίωση στην αρθρική κίνηση, στη λειτουργικότητα και στη μυϊκή ισχύ του πληγέντος ώμου από ό,τι τα άτομα που υποβλήθηκαν σε αγωγή θεραπείας με υπέρηχο. Έχουν παρατηρηθεί σημαντικές διαφορές στις μεταβολές μετά από 10 συνεδρίες θεραπείας σε διάστημα 2 διαδοχικών εβδομάδων από τη γραμμή βάσης ανά ομάδα θεραπείας. Έχουν αναφερθεί αντίθετα ευρήματα για τη θεραπεία των υπερήχων και τη θεραπεία με laser στη θεραπεία του SAIS και άλλων διαταραχών των ώμων. Υπάρχουν λίγες ενδείξεις ότι η θεραπεία με US είναι πιο αποτελεσματική από την εικονική θεραπεία για τη αντιμετώπιση ασθενών με διαταραχές μαλακών ιστών του ώμου, συμπεριλαμβανομένου του SAIS. Η μεταβλητότητα των διαταραχών των ώμων και οι διακυμάνσεις της έντασης της θεραπείας, της διάρκειας, της συχνότητας και της θέσης των εφαρμογών των υπερήχων σε προηγούμενες μελέτες θα μπορούσαν να εξηγήσουν, εν μέρει, αυτά τα ευρήματα. Τα ευρήματά αυτής της έρευνας που συσχετίζονται με το HILT μπορεί να οδηγήσουν σε πολλές υποσχόμενες νέες θεραπευτικές επιλογές. Στην παρούσα μελέτη, τα αποτελέσματα που ελήφθησαν μετά από 10 συνεδρίες θεραπείας με το πειραματικό πρωτόκολλο πρότειναν μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα της HILT από ότι η θεραπεία των US στη θεραπεία του SAIS. Στην μελέτη των Pekyavas et al, (2016), διερευνήθηκαν οι επιδράσεις των HILT, MT και KT σε ασθενείς με

σύνδρομο υπακρωμιακής πρόσκρουσης και διαπιστώθηκε ότι τα MT(manual therapy) και HILT παρουσιάζουν μεγάλα οφέλη όσον αφορά τη θεραπεία έναντι του KT(kinesiotaping) σε σχέση με τα αποτελέσματα του πόνου, της αναπηρίας και των ώμων ROM . Όταν συγκρίθηκαν οι προσεγγίσεις θεραπείας HILT και MT, η HILT βρέθηκε να είναι πιο αποτελεσματική στην απαγωγή των ώμων ROM(range of motion) έναντι του MT.

Πιστεύεται ότι το HILT μειώνει γρήγορα τις φλεγμονές και τα επώδυνα συμπτώματα. Η μείωση του πόνου έχει μεγάλη επίδραση στην αύξηση της ROM και, ως εκ τούτου, στην ποιότητα ζωής των ασθενών. Χρησιμοποιεί μια συγκεκριμένη κυματομορφή με κανονικές κορυφές αυξημένων τιμών εύρους και αποστάσεων (μεταξύ τους), για να μειώσει την πιθανότητα εμφάνισης φαινομένων θερμικής συσσώρευσης και είναι ικανή να προκαλέσει γρήγορα στο βαθύ ιστό φωτοχημικές και φωτοθερμικές επιδράσεις που αυξάνουν τη ροή του αίματος, την αγγειακή διαπερατότητα, και τον κυτταρικό μεταβολισμό

Οι Alayat et al, (2016), διερεύνησαν την επίδραση του HILT στη θεραπεία ασθενών με χρόνια πόνο στο αυχένα. Ο συνδυασμός του HILT + EX (HILT + Exercise) αύξησε αποτελεσματικά την αυχενική ROM, τη λειτουργική δραστηριότητα και τον μειωμένο πόνο μετά από 6 εβδομάδες θεραπείας. Λαμβάνοντας επίσης υπόψη τους ασθενείς με πλάγια επικονδυλίτιδα, ο Akkurt (2016), δήλωσε ότι το HILT είναι μια αξιόπιστη, ασφαλής και αποτελεσματική θεραπευτική επιλογή βραχυχρόνια και μακροπρόθεσμα σε ασθενείς με επικονδυλίτιδα, λαμβάνοντας υπόψη τον πόνο, τη λειτουργική κατάσταση και την ποιότητα ζωής.

Στην παρούσα μελέτη των Rekyavas et al, (2016), τα αποτελέσματα που ελήφθησαν μετά από έξι θεραπευτικές συνεδρίες σύμφωνα με το πειραματικό

πρωτόκολλο, έδειξαν μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα της HILT, από ότι η KT και η MT, στη θεραπεία του SAIS. Οι συμμετέχοντες που έλαβαν θεραπεία με HILT έδειξαν μεγαλύτερη μείωση στον πόνο και μεγαλύτερη βελτίωση στην αρθρική κίνηση και λειτουργικότητα του πληγέντος ώμου από ό,τι οι άλλες θεραπείες. Τα ποσοστά βελτίωσης στις εκτιμώμενες παραμέτρους είναι σημαντικά υψηλότερα μετά την προσέγγιση HILT και MT. Επιπρόσθετα, η εφαρμογή KT είναι ένα πρόσφατα χρησιμοποιούμενη μέθοδος θεραπείας της αποκατάστασης σε ασθενείς με SAIS. Η μείωση του οιδήματος και του πόνου παραμένουν οι κύριοι στόχοι της θεραπείας. Κάποιοι συγγραφείς ανέφεραν ότι είναι δυνατή η μείωση του πόνου και η αύξηση του εύρους κίνησης με την KT σε άτομα που είναι στην πρόιμη φάση του SAIS. Παρόλα αυτά το KT είναι λιγότερο αποτελεσματικό στην κινητοποίηση των ιστών σε σύγκριση με τις θεραπείες HILT και MT. Αυτός μπορεί να είναι ο λόγος για την απουσία οποιασδήποτε σημαντικής αύξησης στο εύρος κίνησης που ενεργοποιείται από την KT. Αν και η ομάδα KT εμφάνισε μικρότερα αποτελέσματα βελτίωσης του πόνου κατά την έναρξη της μελέτης, η χρήση KT έχει σημειώσει σημαντική διαφορά στον πόνο μετά τη θεραπεία. Η μείωση του πόνου και η κινητοποίηση παθολογικών ινών των ιστών επηρεάζουν την αύξηση της ROM και θα μπορούσαν να μειώσουν την αναπηρία. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης, οι φυσικοθεραπευτικές μέθοδοι που μελετήθηκαν (HILT και MT) είναι πιο αποτελεσματικές στη μείωση του πόνου και της αναπηρίας καθώς και στην αύξηση του ROM.

Στην τρέχουσα προοπτική τυχαιοποιημένη μελέτη σύγκρισης (Kim et al, 2015) αποδείχτηκε ότι η HILT συνοδευόμενη από ασκήσεις μπορεί να μειώσει τον πόνο στον παγωμένο ώμο σε σύγκριση με την εικονική θεραπεία. Παρότι δεν υπήρχε διαφορά μεταξύ των ομάδων στο VAS του πόνου κατά την τελική παρακολούθηση

(12 εβδομάδες), το VAS του πόνου της ομάδας HILT ήταν σημαντικά χαμηλότερος στο τέλος της περιόδου θεραπείας (3 εβδομάδες) και κατά την πρώιμη περίοδο παρακολούθησης (8 εβδομάδες). Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στις δευτερογενείς εκβάσεις (ROM και VAS ικανοποίησης) σε οποιαδήποτε στιγμή κατά τη διάρκεια της παρακολούθησης. Οι προτεινόμενοι μηχανισμοί μείωσης του πόνου είναι η μείωση των ειδικών φλεγμονωδών δεικτών, ο νευρωνικός αποκλεισμός, το οξειδωτικό στρες και η μυϊκή κόπωση. Οποιοσδήποτε και αν είναι ο μηχανισμός δράσης της θεραπείας με λέιζερ, τα κλινικά οφέλη εμφανίζονται τόσο όταν χρησιμοποιείται ως μονοθεραπεία όσο και όταν χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τακτική άσκηση σε ορθοπεδικές διαταραχές. Σε κλινικά περιβάλλοντα, ένας συνδυασμός θεραπείας με laser και ένα πρόγραμμα άσκησης σχεδιασμένο για εφαρμογή στο σπίτι, είναι κατά πάσα πιθανότητα προτιμότερο και οικονομικότερο. Τα πρόσφατα κλινικά αποτελέσματα του HILT παρουσιάζονται ύστερα από την μελέτη διάφορων μυοσκελετικών διαταραχών.

Μια μελέτη που συνέκρινε την επίδραση της HILT και της θεραπείας με υπερήχους για χαμηλό πόνο στην πλάτη ανέφερε καλύτερα αποτελέσματα για την HILT σε σχέση με τη θεραπεία υπερήχων (Fiore et al, 2011).

Ορισμένοι παράγοντες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη χρήση της θεραπείας με laser. Πρώτον, το HILT θα πρέπει να αποφεύγεται σε περιπτώσεις φωτοαλλεργίας. Δεύτερον, να υπάρχουν κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με τη δόση, τη διάρκεια και τη συχνότητα του HILT σε συγκεκριμένες διαταραχές όπου προηγούμενες μελέτες έθεσαν αυτές τις τιμές ύστερα από βαθύτερη μελέτη (Santamato et al., 2009 & Štiglic-Rogoznica et al., 2011 & Alayat et al., 2014).

Συνοψίζοντας, σύμφωνα με τις 9 μελέτες του Πίνακα Αφηγηματικής Ανασκόπησης, συμπεραίνουμε πως ο συνδυασμός υψηλής έντασης laser με άλλες φυσικοθεραπευτικές μεθόδους (US, tens, μάλαξη, κινησιοθεραπεία), υπερέχει της εφαρμογής μόνο των μέσων αυτών (Ebid et al, 2015 & Pekyavas et al, 2016 & Ökmen et al, 2017 & Elsodany et al, 2018 & Aceituno-Gómez et al, 2019) όσον αφορά τον πόνο, το εύρος κίνησης και τη λειτουργική ικανότητα του ασθενούς.

Για να συμβεί αυτό, ο αριθμός των συνεδριών που απαιτήθηκε κυμάνθηκε από 6 συνεδρίες (Pekyavas et al, 2016 & Karaca, 2016) το ελάχιστο, έως 15 συνεδρίες το μέγιστο (Aceituno-Gómez et al, 2019).

Η συχνότητα των θεραπειών ήταν κατά μέσο όρο 3 φορές την εβδομάδα σε όλες τις μελέτες με εξαίρεση της Santamato et al (2009) & Aceituno-Gómez et al (2019), στις οποίες εφαρμόστηκε το laser καθημερινά 5 φορές/εβδομάδα.

Το μήκος κύματος laser που χρησιμοποιήθηκε ήταν σε όλες τις μελέτες στα 1.064nm.

Όσον αφορά τη δοσολογία, η ελάχιστη δόση ήταν 2.050 J (Santamato et al, 2009 & Pekyavas et al, 2016 & Elsodany et al, 2018) και η μέγιστη 10.000 J (Kim et al, 2015).

Στις υπόλοιπες μελέτες, η δοθείσα ενέργεια ήταν 2.500 J και κάλυπτε την περιοχή του ώμου, την άνω μοίρα του τραπεζοειδούς και του δελτοειδούς μυός.

Συμπερασματικά, το HILT ήταν αποτελεσματικό στη μείωση του πόνου στον ώμο. Αν και χρειάζονται περαιτέρω μελέτες για να επιβεβαιώσουν την αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων για την επίδραση των laser υψηλής ισχύος

στις επώδυνες παθήσεις του ώμου, το HILT συνδιαστικά ,έδειξε ότι έχει μεγαλύτερο όφελος για τη θεραπεία του χρόνιου πόνου στην ωμική περιοχή, από ό,τι οι υπόλοιπες θεραπείες που αναφέρθηκαν παραπάνω, για τη μείωση του πόνου , τη βελτίωση της αρθρικής κίνησης, και της λειτουργικότητας του πληγέντος ώμου.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης είναι ενθαρρυντικά, αλλά απαιτούνται περισσότερες μελέτες με μεγαλύτερα δείγματα, μακροπρόθεσμα ευρήματα και πιθανές συγκρίσεις με πιο πολλές συντηρητικές παρεμβάσεις ή ομάδες ελέγχου με εικονική θεραπεία.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ

Συγγραφέας/ Έτος/ Τίτλος	Τύπος μελέτης	Δείγμα πληθυσμού - Κριτήρια αποκλεισμού	Πρόβλημα	Αριθμός συνεδριών - Τύπος laser (μήκος κύματος, μοντέλο, ισχύς)	Φυσικοθεραπευτική παρέμβαση	Αποτέλεσμα
Santamoto A. et al (2009), Short-term effects of high-intensity laser therapy versus ultrasound therapy in the treatment of people with subacromial impingement syndrome: a randomized clinical trial.	Prospective Randomized Controlled Study	70 ασθενείς [42 γυναίκες-28 άνδρες] από 85 ασθενείς οι 15 αποκλείστηκαν. <i>Κριτήρια αποκλεισμού:</i> 1. Κατάγματα κεφαλής βραχιονίου 2. Ιστορικό οξέος τραύματος 3. Αυχενικό μυοπεριτοναϊκό σύνδρομο 4. Διάχυτος αναφερόμενος πόνος 5. Άρνηση συμμετοχής 6. Χρήση κορτιζόνης 4 εβδομάδες πριν την μελέτη 7. Ασβεστοποίηση >2 cm 8. Νευρολογική παθολογία	Σύνδρομο πρόσκρουσης 2 ομάδες από 35 ασθενείς (neer stage 1 ή 2, 45 δεξιοί και 25 αριστεροί ώμοι.)	10 συνεδρίες Laser hiro 1.0 asa srl 1064 nm 6 Watt μέση ισχύς.	1 ^η ομάδα: θεραπεία hilt. 2 ^η ομάδα: θεραπεία με υπέρηχο. 1 ^η ομάδα: laser hiro 1.0, 10 συνεδρίες 5/εβδομάδα 3 στάδια θεραπείας, συνολική ενέργεια 2050 joule, 10 min χρόνος θεραπείας, κάλυψη της περιοχής του δελτοειδούς, άνω μοίρας τραπέζοειδούς. 2 ^η ομάδα: 10 min sonopuls 492, 1Mhz, ένταση 2 w/cm2, Duty cycle 100%, κάλυψη 20 cm ² περιοχή θεραπείας.	Laser > US. Κλίμακα VAS, CMS. SST scores.

Συγγραφέας/ Έτος/ Τίτλος	Τύπος μελέτης	Δείγμα πληθυσμού - Κριτήρια αποκλεισμού	Πρόβλημα	Αριθμός συνεδριών - Τύπος laser (μήκος κύματος, μοντέλο, ισχύς)	Φυσικοθεραπευτική παρέμβαση	Αποτέλεσμα
Elsodany A. M. et al (2018), Long-Term Effect of Pulsed Nd: YAG Laser in the Treatment of Patients with Rotator Cuff Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial.	Prospective Randomized Controlled Study	60 ασθενείς, 30 σε κάθε ομάδα, μέση ηλικία 50,2 ετών <i>Κριτήρια επιλογής:</i> 1. Πόνος > 3 μήνες 2. Περιορισμός του εύρους τροχιάς [απαγωγή, έσω - έξω στροφή] 3. Θετικά τεστ διαγνωστικά τεστ. <i>Κριτήρια αποκλεισμού:</i> 1. Χειρουργείο στον ώμο 2. Νεοπλασία 3. Συστηματικές φλεγμονώδεις νόσοι (ρευματοειδής αρθρίτιδα, ασβεστοποίηση ή οστεοαρθρίτιδα, ή πιθανότητα πλήρους ρήξεως του πετάλου των στροφέων, νευρολογικά)	Τενοντοπάθεια στο πέταλο των στροφέων, 2 ομάδες ασθενών από 30 ασθενείς.	12 συνεδρίες Laser Hiro 3.0 asa srl 1064 nm nd:yag Μέση ισχύς 10,5 watt Peak power 3000 watt	1 ^η ομάδα: (control group), πρόγραμμα ασκήσεων + θεραπεία με εικονικό laser, 3 συνεδρίες / εβδομάδα για 3 εβδομάδες. Το πρόγραμμα ασκήσεων και στις 2 ομάδες, περιελάμβανε ενεργοπαθητικές ασκήσεις εύρους τροχιάς με λάστιχα thera band, ασκήσεις ενδυνάμωσης, και σταθεροποίησης της ωμικής ζώνης, σε καθημερινή βάση στο σπίτι. 2 ^η ομάδα: το πρόγραμμα ασκήσεων που αναφέρθηκε + θεραπεία με laser hiro 3.0.3 στάδια (γρήγορη – αργή - γρήγορη σάρωση, στην περιοχή του πετάλου των στροφέων, άνω μοίρα τραπεζοειδούς, δελτοειδή μεγάλου θωρακικού. Στάδιο 1 ^ο : 1000 J, 20J/cm ² . Στάδιο 2 ^ο : 50 J, 5J/cm ² 10 trigger points, Στάδιο 3 ^ο : 20J/cm ² , συνολικά 1000 joule. 12 συνεδρίες, 3 / εβδομάδα για 4 εβδομάδες. Συνολική δόση 24.600 J.	Η μέτρηση έγινε με την κλίμακα VAS, με την λειτουργική αξιολόγηση του ώμου με SPADI, με μέτρηση με γωνιόμετρο της παθητικής - ενεργητικής απαγωγής, έξω - έσω στροφής, σε διάστημα αμέσως μετά το τέλος της θεραπείας, στους 3 και 6 μήνες. Και στις 2 ομάδες, ο πόνος μειώθηκε σημαντικά, όπως και το εύρος τροχιάς, και η λειτουργικότητα του ώμου. Η βελτίωση όμως ήταν μεγαλύτερη στην ομάδα με θεραπεία HILT.

Συγγραφέας/ Έτος/ Τίτλος	Τύπος μελέτης	Δείγμα πληθυσμού - Κριτήρια αποκλεισμού	Πρόβλημα	Αριθμός συνεδριών - Τύπος laser (μήκος κύματος, μοντέλο, ισχύς)	Φυσικοθεραπευτική παρέμβαση	Αποτέλεσμα
Aceituno-Gómez J. et al (2019). Efficacy of high-intensity laser therapy in subacromial impingement syndrome: a three-month follow-up controlled clinical trial.	Clinical Control Trial	43 ασθενείς με σύνδρομο πρόσκρουσης προστριβής, 2 ομάδες των 21 και 22 ατόμων αντίστοιχα. <i>Κριτήρια επιλογής:</i> 1. Ηλικία: 18 - 75 ετών 2. VAS κλίμακα 7 ή και μικροτερη 3. Πρόσθια κάμψη ώμου > 100 μοίρες. <i>Κριτήρια αποκλεισμού:</i> 1. Φυσικοθεραπεία 1 μήνα πριν την μελέτη 2. Ασθενείς με ασβεστοποιη-τενοντίτιδα, πλήρης ρήξη του πετάλου των στροφών, συμφητική θυλακίτιδα, ινομυαλγία. 3. Ασθενείς με αλλιοωμένη θερμική ευαισθησία 4. Οποιαδήποτε αντένδειξη σε	43 ασθενείς με σύνδρομο πρόσκρουσης προστριβής. 21 και 22 ασθενείς σε κάθε ομάδα	iLux Laser device (mectronic medicale), 1064 nm (Nd: yag laser), 15 watt μεγιστη ισχυς. <i>2 σταδια θεραπειας</i> 1°: Εφαρμογή ισχυος 12 watt, συχνότητα 50 hz 20% duty cycle 2°: 15 watt, διακοπτόμενα (10 pulses για 900ms ανά παλμό), 25 j/cm ² , απόσταση απο το δέρμα 1 cm. Το spacer στο laser που χρησιμοποιήθηκε είχε διάμετρο 2,5 cm. Η προς θεραπεία περιοχή χαρτογραφήθηκε με μαρκαδόρο, ώστε να	2 ομάδες. Και οι 2 ομάδες ακολούθησαν το ίδιο πρόγραμμα φ/θ ασκήσεων, που περιελάμβανε διατάσεις, ενδυνάμωση από 3 φυσικοθεραπευτές εξειδικευμένους για 3 εβδομάδες. 15 συνεδριες. Και στις δύο ομάδες η εφαρμογή laser, έγινε από τον ίδιο καταλληλα εκπαιδευμενο φυσικοθεραπευτή. Στην 2 ^η ομάδα έγινε εφαρμογη laser με μηδενική ισχύ.	Οι κλίμακες που χρησιμοποιήθηκαν, ήταν οι VAS για τον πόνο, η SPADI, το Constant-Murley Score (πόνος, καθημερινές δραστηριότητες, εύρος τροχιάς), quickDASH(Disabilities Arm Shoulder Hand) (δραστηριότητες), pressure pain threshold στο πιο επώδυνο σημείο στην υπακρωμιακή περιοχή. Σημαντική βελτίωση παρατηρήθηκε και στις 2 ομάδες. Ιδιαίτερα στους 3 μήνες follow up, η βελτίωση ήταν μεγαλύτερη. Στην ομάδα που περιελάμβανε ασκήσεις + θεραπεία με HILT Laser, παρατηρήθηκε μείωση του πόνου στους 1 και 3 μήνες follow up, όπως και στην λειτουργικότητα 1 μήνα μετά το τέλος της θεραπείας. Άλλες διαφορές μεταξύ των 2 ομάδων δεν υπήρξαν.

Συγγραφέας/ Έτος/ Τίτλος	Τύπος μελέτης	Δείγμα πληθυσμού - Κριτήρια αποκλεισμού	Πρόβλημα	Αριθμός συνεδριών - Τύπος laser (μήκος κύματος, μοντέλο, ισχύς)	Φυσικοθεραπευτική παρέμβαση	Αποτέλεσμα
		laser.		υπολογισθεί η δόση. Η θεραπεία ήταν δυναμική, ώστε να αποφευχθεί θερμική βλάβη στο δέρμα.		
Karaca B. (2016). Effectiveness of high-intensity laser therapy in subacromial impingement syndrome.	Retrospe- ctive Case Series	42 ασθενείς [25 γυναίκες, 17 άνδρες]. Σύνδρομο πρόσκρουσης προστριβής 1 ^{ου} και 2 ^{ου} βαθμού. <i>Κριτήρια αποκλεισμού:</i> Παγωμένος ώμος, αυχενική σπονδύλωση, φλεγμονώδεις ρευματοειδείς διαταραχές, ακρωμιοκλειδική ή γληνοβραχιόνια οστεοαρθρίτιδα ώμου, καρδιακά προβλήματα, βηματοδότης, σακχαρώδης διαβήτης, νόσο του θυρεοειδούς, ισχαιμική καρδιακή πάθηση, νευρολογικές διαταραχές, ενέσεις στεροειδών εντός 6 μηνών ή τέλος χειρουργική αποκατάσταση του ώμου.	42 ασθενείς πήραν μέρος στην μελέτη από 57 συνολικά. Σύνδρομο πρόσκρουσης προστριβής.	Nd:Yag laser. 1064 nm, BTL 6000 12 Watt	1 ομάδα 42 ασθενών. Δοσολογία: 9 συνεδρίες laser, 3 φορές / εβδομάδα. Οι 3 πρώτες συνεδρίες αναλγητικές: συχνότητα 25hz, ισχύς 8 watt, power density 12j/cm ² . 300 joule συνολικά για 3 min. Η εφαρμογή έγινε στον υπακρωμιακό χώρο κυκλικά. Οι επόμενες 6 συνεδρίες βιοδιέγερσης συνεχούς ροής με laser θεραπεία ισχύος 7 watt, δόση 100j/cm ² . Συνολική ενέργεια 2.500 joule για 5 min και 57 sec. Η εφαρμογή έγινε σε longitudinal κατεύθυνση. Οι ασθενείς απέφυγαν καθ' όλο το διάστημα της θεραπείας, την υπερβολική φόρτιση, την ανύψωση του άκρου πάνω από το ύψος του ώμου και εκτελούσαν ασκήσεις Codman. Όταν χρειαζόταν λάμβαναν NSAID.	Η εκτίμηση έγινε με την κλίμακα SPADI (πόνος και δυσλειτουργία) και με την κλίμακα UCLA Score (πόνος, λειτουργικότητα, δύναμη πρόσθιας κάμψης). Και στις 2 μετρήσεις, τα score είχαν μία αξιοσημειωτη βελτιωση συγκρινόμενα με τις τιμές πριν την θεραπεία

Συγγραφέας/ Έτος/ Τίτλος	Τύπος μελέτης	Δείγμα πληθυσμού - Κριτήρια αποκλεισμού	Πρόβλημα	Αριθμός συνεδριών - Τύπος laser (μήκος κύματος, μοντέλο, ισχύς)	Φυσικοθεραπευτική παρέμβαση	Αποτέλεσμα
Pekyavas N. O. et al (2016). Short-term effects of high-intensity laser therapy, manual therapy, and Kinesio taping in patients with subacromial impingement syndrome.	Retrospective Case Series	75 ασθενείς [5 αποκλείστηκαν] <i>Κριτήρια αποκλεισμού:</i> 1. Προβλήματα μαλακών ιστών που επηρεάζουν τον ώμο, 2. Οξεία φλεγμονή, 3. Νευρολογικά προβλήματα, 4. Σκολίωση, 5. Χειρουργεία στην ΑΜΣΣ, 6. Υπέρβαροι. <i>Κριτήρια επιλογής:</i> Πόνος στον ώμο (VAS SCORE 5/10)	70 ασθενείς με SAIS, χωρίστηκαν τυχαία σε 4 ομάδες, στις οποίες πραγματοποιήθηκαν 6 συνεδρίες σε διάστημα 15 ημερών: 1. Άσκηση μόνο 2. Άσκηση + kinesiotaping 3. Άσκηση + kinesiotaping + manual therapy 4. Άσκηση + kinesiotaping + manual therapy + hilt.	Laser Hiro 3.0,Nd:Yag, μήκος κύματος 1064nm. 3 στάδια θεραπείας: α) αρχική φάση με γρήγορη σάρωση (100 cm ² /30 sec), άνω μοίρα τραπεζοειδούς, υπερακάνθιου, δελτοειδούς, μεγάλου θωρακικού, 1.000 joule ενεργεια β) μεσαία φάση trigger points, 50 joule συνολικά γ) τρίτη φάση με αργή σάρωση (100 cm ² / 60 sec) ενέργεια 1.000 joule. Χρόνος θεραπείας 30 min. 6 συνεδρίες.	Οι ασθενείς σε όλες τις ομάδες, εφάρμοσαν πρόγραμμα ασκήσεων στο σπίτι, που περιελάμβανε ασκήσεις εύρους τροχιάς, διατάσεις ενδυνάμωσης με λάστιχα THERA BAND για 7 φορές την εβδομάδα για 10-15 min. 1 ^η ομάδα: 15 ημέρες μόνο ασκήσεις στο σπίτι. 2 ^η ομάδα: ασκήσεις + kinesiotaping (τεχνική αναχαίτισης υπερακάνθιου + δελτοειδούς, όπως και τεχνική μηχανικής διόρθωσης της γληνοβραχιονίου άρθρωσης). 3 ^η ομάδα: ό,τι η 2 ^η ομάδα με επιπλέον manual therapy (deep friction massage, νευρική διάταση, κινητοποίηση ωμοπλάτης και γληνοβραχιονίου αρθρώσεως, ασκήσεις νευρομυικής διευκόλυνσης), 4 ^η ομάδα: ό,τι η 3 ^η ομάδα και επιπλέον HILT laser.	Η αξιολόγηση έγινε με την κλίμακα VAS για τον πόνο, με γωνιόμετρο για την μέτρηση του εύρους τροχιάς. Η λειτουργικότητα μετρήθηκε με την κλίμακα SPADI(Shoulder Pain and Disability Index) (μέτρηση πόνου και ανικανότητας). Στην σύγκριση των ομάδων μεταξύ τους, η επιπλέον εφαρμογή manual therapy και hilt laser υπερισχυει. Στην σύγκριση manual και laser, (3 ^η vs 4 ^η ομάδα), η hilt υπερισχύει μόνο στην απαγωγή του ώμου.

Συγγραφέας/ Έτος/ Τίτλος	Τύπος μελέτης	Δείγμα πληθυσμού - Κριτήρια αποκλεισμού	Πρόβλημα	Αριθμός συνεδριών - Τύπος laser (μήκος κύματος, μοντέλο, ισχύς)	Φυσικοθεραπευτική παρέμβαση	Αποτέλεσμα
Ökmen B. M & . Ökmen K. (2017). Comparison of photobiomodulation therapy and suprascapular nerve-pulsed radiofrequency in chronic shoulder pain: a randomized controlled, single- blind, clinical trial.	Prospective Randomized Controlled Study	59 ασθενείς <u>Κριτήρια επιλογής:</u> 1. Ηλικία 30 - 75 ετών , 2. Πόνος στον ώμο > 3 μήνες. <u>Κριτήρια αποκλεισμού:</u> 1. Περιορισμός στην κίνηση > 20° 2. Φ/Θ ή ενέσιμη θεραπεία στην προς εξέταση περιοχή εντός 6μήνου 3. Κακοήθειες 4. Αυχενικός ανακλαστικός πόνος, 5. Ιστορικό τραύματος ή κατάγματος, 6. Χειρουργεία η τοποθέτηση μεταλλικών εμφυτευματων, 7. Ρευματικά νοσήματα	Πόνος στον ώμο, που οφείλεται σε σύνδρομο πρόσκρουσης (SAIS).	Laser BTL 6000, Nd:Yag. 12 Watt ισχύς, 1064 nm. Εφαρμογή laser, στην περιοχή του ώμου (άνω μοίρα τραπεζοειδούς, ακρωμιοκλειδική άρθρωση, πετάλου στροφών), σε 2 φάσεις: 1 ^η φάση: 1064 nm, παλμική εκπομπή, συχνότητα 25hz, ισχύς 8 watt, διάρκεια παλμού 150ms (20j/cm ²), δόση 500 joule (25 cm ² επιφάνεια). Η δοσολογία αυτή, εφαρμόστηκε για 2 συνεδρίες με κενό 2 ημερών.	2 ομάδες: 1. Ηλικία: 52,3 ετών (ασκηση + laser - photobiomodulation 2. Ηλικία: 52,5 ετών (ασκηση + SSN pulsed RF θεραπεία). Και στις δύο ομάδες, το πρόγραμμα ασκήσεων περιελάμβανε ασκήσεις εύρους τροχιάς, ασκήσεις Codman, σε βαθμό που να μην επιδεινώνεται ο πόνος, και μετά την 5 ^η συνεδρία προστέθηκαν διατακτικές και ασκήσεις ενδυνάμωσης. Η συχνότητα ήταν 2 φορές ημερησίως, 5 επαναλήψεις κάθε άσκηση.	Η αξιολόγηση έγινε με την κλίμακα VAS (πόνος), SPADI (πόνος + ανικανότητα), NHP (Nottingham Health Profile)(μέτρηση φυσικών, συναισθηματικών, κοινωνικών επιβαρύνσεων του ατόμου). Follow up, 1 3 6 μηνες αλλά και πριν την έναρξη της θεραπείας. Και στις 2 ομάδες τα score VAS, SPADI, NHP είχαν αξιοσημείωτη βελτίωση σε σύγκριση με τα score πριν την θεραπεία. Συγκρινόμενες οι 2 ομάδες μεταξύ τους, δεν υπήρξε κάποια ιδιαίτερη διαφορά.

Συγγραφέας/ Έτος/ Τίτλος	Τύπος μελέτης	Δείγμα πληθυσμού - Κριτήρια αποκλεισμού	Πρόβλημα	Αριθμός συνεδριών - Τύπος laser (μήκος κύματος, μοντέλο, ισχύς)	Φυσικοθεραπευτική παρέμβαση	Αποτέλεσμα
				<p>2^η φάση: 5 συνεδρίες, κενό 2 ημερών για βιοδιέγερση. 1064 nm, 7 watt ισχύς για 357 sec, συνεχής εκπομπή. Συνολική ενέργεια 2.500 joule σε επιφάνεια 25cm² (100j/cm²).</p> <p>Και στις 2 φάσεις η εφαρμογή έγινε κυκλικά με απόσταση 30cm από το δέρμα.</p> <p>Οι ασθενείς και των δύο ομάδων έλαβαν HP και TENS στην πληγείσα περιοχή των ώμων για 20 λεπτά και λουτροθεραπεία, σε δεξαμενή μεταλλικού νερού σε 38-40°C για 20 λεπτά, για 14 συνεχόμενες ημέρες.</p>		

Συγγραφέας/ Έτος/ Τίτλος	Τύπος μελέτης	Δείγμα πληθυσμού - Κριτήρια αποκλεισμού	Πρόβλημα	Αριθμός συνεδριών - Τύπος laser (μήκος κύματος, μοντέλο, ισχύς)	Φυσικοθεραπευτική παρέμβαση	Αποτέλεσμα
Kim S. H. et al (2015). Short- term effects of high-intensity laser therapy on frozen shoulder: a prospective randomized control study.	Prospective Randomized Controlled Study	58 ασθενείς, 2 ομάδες 29 ατόμων. HILT (57,5 ετών) και Placebo (55,6 ετών). <u>Κριτήρια επιλογής:</u> 1. Πόνος τουλάχιστον 1 μήνα, 2. Περιορισμός στην παθητική κίνηση σε σύγκριση με τον υγιή ώμο, 3. Περιορισμός έσω στροφής. <u>Κριτήρια αποκλεισμού</u> 1. Ασβεστοποιός τενοντίτιδα, 2. Οστεοαρθριτιδα, 3. Φωτοαλλεργικοί ασθενεις, 4. Υπάρχον τραύμα, 5. Μόλυνση, 6. Προηγούμενο χειρουργείο ώμου, 7. Αυχενική ριζίτιδα και	Πόνος που οφείλεται σε παγωμένο ώμο.	Laser HILT (Hilthera), 1064nm, (Nd:Yag laser), peak power 8.000 watt. 9 συνεδρίες, 3 φορές την εβδομάδα, 3 εβδομάδες συνολικά. Κάθε συνεδρία είχε 3 φάσεις: 1. Γρήγορη σάρωση (100cm ² /30 sec), στην πρόσθια και οπίσθια επιφάνεια του ώμου, με ένταση 850 mj στα 30 hz. Ενέργεια 4.000 joule. 2. Σταθερές μονές ρίψεις 5 sec ,350 mj, συχνότητα 20 - 25 hz. Ενέργεια 4.000 joule.	Και στις 2 ομάδες χορηγήθηκαν τα ίδια αντιφλεγμονώδη και ακολουθήθηκε ένα πρόγραμμα ασκήσεων από τον ίδιο τον ασθενή (ήπια ενεργοπαθητική υποβοηθούμενες, έξω στροφή, απαγωγή, διατάσεις). 10 φορές. 3 - 5 φορές / ημέρα. Διατάσεις μέχρι τα όρια του πόνου και οι ασκήσεις ενδυνάμωσης αποφεύχθηκαν. Στην placebo ομάδα, το πρόγραμμα ασκήσεων ήταν το ίδιο και το laser δεν εξέπεμπε.	Η αξιολόγηση για την μέτρηση πόνου, έγινε με κλίμακα VAS. Η μέτρηση του εύρους τροχιάς με γωνιόμετρο. Και στις 2 ομάδες δεν υπήρξε κάποια διαφορά, όσον αφορά την κλίμακα VAS, καθώς και οι 2 ομάδες βελτιώθηκαν μέχρι το τέλος του follow up.(3, 8, 12 εβδομάδες). Στις 3 και 8 εβδομάδες η ομάδα HILT, είχε αξιοσημείωτη μείωση του πόνου. Όχι όμως και την 12 ^η εβδομάδα. Όσον αφορά την τροχιά, βελτίωση παρατηρήθηκε και στις 2 ομαδες, χωρίς να υπάρχει κάποια διαφοροποίηση μεταξύ τους.

Συγγραφέας/ Έτος/ Τίτλος	Τύπος μελέτης	Δείγμα πληθυσμού - Κριτήρια αποκλεισμού	Πρόβλημα	Αριθμός συνεδριών - Τύπος laser (μήκος κύματος, μοντέλο, ισχύς)	Φυσικοθεραπευτική παρέμβαση	Αποτέλεσμα
		8. Αντανακλαστική συμπαθητική δυστροφία.		3. Γρήγορη σάρωση του ώμου, αλλά και του δελτοειδή. Χρόνος θεραπείας 15 min.		
Ökmen B. M. et al (2017). Comparison of the Efficacy of High Intensity Laser and Ultrasound Therapies in Chronic Shoulder Pain; Randomized Controlled Single Blind Study.	Prospective Randomized Controlled Study	210 ασθενείς [141 συμμετείχαν]. <u>Κριτήρια επιλογής:</u> 1. Ηλικία 35-75 χρ, 2. Παρουσία πόνου > 3 μήνες, 3. Ασθενείς μόνο με σύνδρομο πρόσκρουσης προστριβής. <u>Κριτήρια αποκλεισμού:</u> 1. Συμφητική θυλακίτιδα 2. Φ/Θ ή ένεση στον πάσχοντα ώμο τον τελευταίο χρόνο. 4. Κακοήθεια 5. Ριζίτικος αυχενικός πόνος μυοπεριτοναϊκό σύνδρομο 6. Χειρουργείο ή εφαρμογή προθέσεων μεταλλικών	Σύνδρομο πρόσκρουσης προστριβής.	Laser HILT , BTL 6000 12 Watt. 1064 nm, Nd:Yag. Θεραπεία σε 2 φάσεις: 1 ^η φάση: για 2 συνεδρίες με κενό 1 ημέρας, για ελάττωση του πόνου, 8 Watt ισχύς για 250 sec, συχνότητα 25 hz, με power density 20 j / cm ² . Συνολική δόση 500 joule σε επιφάνεια 25 cm ² 2 ^η φάση: για 5 συνεδρίες με κενό 1	2 ομάδες 1 ^η ομάδα: θερμά επιθέματα για 20 min, tens 20 min, ασκήσεις στο νερό 38-40 C για 20 min ,ασκήσεις εύρους τροχιάς, ασκήσεις Codman στα όρια του πόνου. Ασκήσεις διατάσεων και ενδυνάμωσης, καθημερινά για 2 σετ με πέντε επαναλήψεις το καθένα. Υπέρηχος (BTL 4710 US), 3 Mhz, 1,5 Watt/cm ² σε επιφάνεια 25 cm ² . Εφαρμογή υπερήχου για 14 συνεχόμενες ημέρες. 2 ^η ομάδα: θερμά επιθέματα, tens, ασκήσεις στο νερό, ασκήσεις, HILT Laser.	Η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε με την χρήση της κλίμακας VAS (πόνος) και SPADI (πόνος και ανικανότητα - δυσλειτουργία), πριν την θεραπεία W0, μετά το τέλος της W2, και την 30 ^η ημέρα από το τέλος της θεραπείας W6. Και στις 2 ομάδες, η βελτίωση ήταν αξιοσημείωτη σε όλες τις παραμέτρους σε σύγκριση με την μέτρηση πριν την έναρξη της θεραπείας. Όταν συγκρίθηκαν οι 2 ομάδες μεταξύ τους, υπήρξε μεγάλη διαφορά υπέρ της ομάδας 2 (laser) σε όλες τις παραμέτρους.

Συγγραφέας/ Έτος/ Τίτλος	Τύπος μελέτης	Δείγμα πληθυσμού - Κριτήρια αποκλεισμού	Πρόβλημα	Αριθμός συνεδριών - Τύπος laser (μήκος κύματος, μοντέλο, ισχύς)	Φυσικοθεραπευτική παρέμβαση	Αποτέλεσμα
		7. Πρόσφατο κάταγμα στον υπό μελέτη ώμο 8. Φλεγμονώδης ρευματική νόσος		ημέρας, 7 Watt ισχύς, με συνεχή εκπομπή για 357 sec. Συνολική δόση 2.500 joule σε επιφάνεια 25cm ² (power density 100 j/ cm ²). Η επιφάνεια του εφαρμογέα laser ήταν 3,14 cm ² .		
Ebid A. A. et al (2015). Long- term effect of pulsed high- intensity laser therapy in the treatment of post- mastectomy pain syndrome: a double blind, placebo-control, randomized study.	Double blind, placebo control, Randomized investi- gation	70 ασθενείς [επιλέχθηκαν 61] <u>Κριτήρια επιλογής:</u> 1. Χειρουργείο μαστεκτομής με αφαίρεση λεμφαδένων, στάδιο 1 και 2, 2. Εμφάνιση PMPS με ήπιο ή μέτριας βαρύτητας λεμφοίδημα στο πάσχον άκρο. <u>Κριτήρια αποκλεισμού:</u> 1) Μετάσταση, 2) Συνεχιζόμενη ακτινοβολία, 3) Φλεβική θρόμβωση,	Μετεγχειρητικ ός πόνος ύστερα από μαστεκτομή σε ασθενείς με καρκίνο στήθους.	Laser Hiro 3.0.Nd:Yag. 1064 nm. Θεραπεία σε 3 φάσεις: 1. 1200 joule γρήγορη σάρωση με αυξανόμενη ενέργεια 610, 710, 810 mj / cm ² . 2. 16 σημεία.6 στο στήθος, 5 μασχάλη, 5 ώμο με ενέργεια 610 mj / cm ² , χρόνος 14 sec σε κάθε σημείο.	1 ^η ομάδα: θεραπεία με laser Hilt και πρόγραμμα φυσικοθεραπείας με ενεργητική αύξηση εύρους τροχιάς, διατάσεις, ασκήσεις τροχού ώμου, ασκήσεις ενδυνάμωσης στον ώμο. 2 ^η ομάδα: ίδιο πρόγραμμα φ/θ με την 1 ^η ομάδα, αλλά με laser εικονικής θεραπείας	Η αξιολόγηση έγινε με την χρήση της κλίμακας VAS για τον πόνο. Η ενεργητική κάμψη του ώμου, απαγωγή, έξω στροφή με γωνιόμετρο. Η συνολική ποιότητα ζωής με την κλίμακα QOL, στο ξεκίνημα της θεραπείας, στις 4 εβδομάδες και στις 12 εβδομάδες. Η ομάδα laser, έδειξε μεγαλύτερη βελτίωση στην κλίμακα VAS, και στο εύρος τροχιάς του ώμου συγκρινόμενη με την ομάδα placebo, τόσο στις 4 εβδομάδες όσο και στις 12. Το ίδιο συνέβη και στα QOL scores, όπου η ομάδα laser είχε αυξημένα score στις 4 και 12

Συγγραφέας/ Έτος/ Τίτλος	Τύπος μελέτης	Δείγμα πληθυσμού - Κριτήρια αποκλεισμού	Πρόβλημα	Αριθμός συνεδριών - Τύπος laser (μήκος κύματος, μοντέλο, ισχύς)	Φυσικοθεραπευτική παρέμβαση	Αποτέλεσμα
		4) Λεμφοίδημα και στα 2 άκρα, 5) Ιστορικό βαρέως τραύματος, 6) Φωτοευαισθησία, 7) Διαταραχή ηλεκτρολυτών		3. 1.200 joule αργής σάρωσης. 12 συνεδρίες για 4 εβδομάδες (3/εβδομάδα)		εβδομάδες σε σύγκριση με την άλλη ομάδα. Στην μέτρηση της επιδείνωσης συμπτωμάτων, η ομάδα laser είχε χαμηλότερα score.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

1. Aceituno-Gómez J., Avendaño-Coy J., Gómez-Soriano J., García-Madero V. M., Ávila-Martín G., Serrano-Muñoz D. & Criado-Álvarez J. J. (2019). Efficacy of high-intensity laser therapy in subacromial impingement syndrome: a three-month follow-up controlled clinical trial. *Clinical rehabilitation*, Vol. 35, Issue 5, pp. 894 – 903
2. Akkurt E., Kucuksen S., Yılmaz H., Parlak S., Sallı A. & Karaca G. (2016). Long term effects of high intensity laser therapy in lateral epicondylitis patients. *Lasers in medical science*, Vol. 31, Issue 2, pp. 249 – 253
3. Alayat M. S. M., Mohamed A. A., Helal O. F. & Khaled O. A. (2016). Efficacy of high – intensity laser therapy in the treatment of chronic neck pain: a randomized double – blind placebo – control trial. *Lasers In Medical Science*, Vol. 31, Issue 4, pp. 687 – 694
4. Armstrong A.D. (2017). Rotator Cuff Tears. Available at: <http://orthoinfo.aaos.org/topic.cfm?topic=a00064> (Accessed 23 March 2019)
5. Barbara J. Hoogenboom, Michael L. Voight, William E. Prentice (2014). *Muskuloskeletal Interventions: Techniques For Therapeutic Exercise*, Third Edition, Mcgraw - Hill Education, 5470 – 549
6. Bohr N. (1913). XXXVII. On the constitution of atoms and molecules. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, Vol. 26, Issue 153, pp. 476 – 502

7. Bohr N. (1913). I. On the constitution of atoms and molecules. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science. Vol. 6, Issue 151, pp. 1-25
8. Boudreault J., Desmeules F., Roy J., Dionne C. & Frémont, P. (2016). The Efficacy of Laser Therapy for Rotator Cuff Tendinopathy: A Systematic Review and Meta - Analysis. J Nov Physiother Phys Rehabil, Vol. 3, Issue 1, pp. 001 – 015
9. Boulnois J. L. (1986). Photophysical processes in recent medical laser developments: a review. Lasers in medical science, Vol. 1, Issue 1, pp. 47 – 66
10. Boyraz I., Yildiz A., Koc B. & Sarman H. (2015). Comparison of high - intensity laser therapy and ultrasound treatment in the patients with lumbar discopathy. BioMed research international.
11. Burkhart S. S., Morgan C. D. & Kibler W. B. (2003). The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology part II: evaluation and treatment of SLAP lesions in throwers. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, Vol. 19, Issue 5, pp. 531 – 539
12. Center for Devices and Radiological Health (no date) Laser Products and Instruments. Center for Devices and Radiological Health. Available at: <https://www.fda.gov/radiationemittingproducts/radiationemittingproductsandprocedures/homebusinessandentertainment/laserproductsandinstruments/default.htm> (Accessed: 24 November 2018).
13. Chow RT1, Johnson MI, Lopes - Martins RA & Bjordal JM (2009). Efficacy of low - level laser therapy in the management of neck pain: a systematic review and meta - analysis of randomised placebo or active - treatment controlled trials. Lancet, Vol. 374, Issue 9705, pp. 1897 – 908

14. Conway J. E. (2001). Arthroscopic repair of partial - thickness rotator cuff tears and SLAP lesions in professional baseball players. *Orthopedic Clinics*, Vol. 32, Issue 3, pp. 443 – 456
15. Darrieutort - Laffite C., Blanchard F. & Le Goff B. (2018). Calcific tendonitis of the rotator cuff: From formation to resorption. *Joint Bone Spine*, Vol. 85, Issue 6, pp. 687 – 692
16. Desjardins - Charbonneau A., Roy J. S., Dionne C. E., Frémont P., MacDermid J. C. & Desmeules F. (2015). The efficacy of manual therapy for rotator cuff tendinopathy: a systematic review and meta – analysis. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, Vol. 45, Issue 5, pp. 330 – 350
17. Dundar U., Turkmen U., Toktas H., Solak O. & Ulasli A. M. (2015). Effect of high – intensity laser therapy in the management of myofascial pain syndrome of the trapezius: a double – blind, placebo – controlled study. *Lasers in medical science*, Vol. 30, Issue 1, pp. 325 – 332
18. Ebid A. A. & El - Sodany A. M. (2015). Long – term effect of pulsed high – Intensity laser therapy in the treatment of post – mastectomy pain syndrome: a double blind, placebo – control, randomized study. *Lasers in medical science*, Vol. 30, Issue 6, pp. 1747 – 1755
19. Einstein A. (1917). Zur quantentheorie der strahlung. *Phys. Z.*, Vol. 18, pp. 121 – 128
20. Elsodany A. M., Alayat M. S. M., Ali M. M. E. & Khaprani H. M. (2018). Long – Term Effect of Pulsed Nd: YAG Laser in the Treatment of Patients with Rotator Cuff Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial. *Photomedicine and laser surgery*, Vol. 36, Issue 9, pp. 513

21. Fiore P1, Panza F, Cassatella G, Russo A, Frisardi V, Solfrizzi V, Ranieri M, Di Teo L & Santamato A. (2011). Short - term effects of high - intensity laser therapy versus ultrasound therapy in the treatment of low back pain: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med*, Vol. 47, Issue 3, pp. 367 – 373
22. Freitas A. C. D., Pinheiro A. L., Miranda P., Thiers F. A. & Vieira A. L. (2001). Assessment of anti – inflammatory effect of 830nm laser light using C – reactive protein levels. *Braz Dent J*, Vol. 12, Issue 3, pp. 187 – 90
23. Gryko L. & Zajac A. (2009). Method and system for measuring of selected optical parameters of the biological tissue subjected to biostimulation treatment. In *Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High - Energy Physics Experiments 2009*. International Society for Optics and Photonics. Vol. 7502, p. 75022N
24. Hayes K., Callanan M., Walton J., Paxinos A. & Murrell G.A. (2002). Shoulder instability: management and rehabilitation. *J Orthop Sports Phys Ther*, Vol. 32, Issue 10, pp. 497 – 509
25. Itoi E. (2013). Rotator cuff tear: physical examination and conservative treatment: *Journal of Orthopaedic Science*, Vol. 18, Issue 2, pp. 197 – 204
26. Karaca B. (2016). Effectiveness of high - intensity laser therapy in subacromial impingement syndrome. *Photomedicine and laser surgery*, Vol. 34, Issue 6, pp. 223 – 228
27. Karu T. (1999). Primary and secondary mechanisms of action of visible to near - IR radiation on cells. *Journal of Photochemistry and photobiology B: Biology*, Vol. 49, Issue 1, pp. 1 – 17

28. Kim S. H., Ha K. I., Ahn J. H., Kim S. H. & Choi H. J. (2001). Biceps load test II: a clinical test for SLAP lesions of the shoulder. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, Vol. 17, Issue 2, pp. 160 – 164
29. Kim S. H., Kim Y. H., Lee H. R. & Choi Y. E. (2015). Short – term effects of high – intensity laser therapy on frozen shoulder: a prospective randomized control study. *Manual therapy*, Vol. 20, Issue 6, pp. 751 – 757
30. Kujawa J., Zavodnik L., Zavodnik I., Buko V., Lapshyna A. & Bryszewska M. (2004). Effect of low – intensity (3.75 - 25 J/cm²) near – infrared (810 nm) laser radiation on red blood cell ATPase activities and membrane structure. *Journal of clinical laser medicine & surgery*, Vol. 22, Issue 2, pp. 111 – 117
31. Maiman T. H. (1960). Stimulated optical radiation in ruby. *Nature*, Vol. 187, pp. 493-494
32. Niemz M. H. & Interactions L. T. (2007). *Fundamentals and Applications. Biological and Medical Physics, Biomedical Engineering* (Springer, Berlin/Heidelberg, 2004), pp. 78-79
33. Ökmen B. M. & Ökmen K. (2017). Comparison of photobiomodulation therapy and suprascapular nerve - pulsed radiofrequency in chronic shoulder pain: a randomized controlled, single – blind, clinical trial. *Lasers in medical science*, Vol. 32, Issue 8, pp. 1719 – 1726
34. Ökmen B. M., Ökmen K., Özkuk K., Uysal B., Sezer R. & Koyuncu E. (2017). Comparison of the Efficacy of High Intensity Laser and Ultrasound Therapies in Chronic Shoulder Pain; Randomized Controlled Single Blind Study. *Journal of Physical Medicine & Rehabilitation Sciences/Fiziksel Tup ve Rehabilitasyon Bilimleri Dergisi*, Vol. 22, Issue 2, pp. 118 – 123

35. Osborne J.D., Gowda A.L., Wiater B. & Wiater J.M.. 2015. Rotator cuff rehabilitation: current theories and practice. *Phys Sportsmed.* Vol. 7, pp 1 – 8
36. Panton L., Simonavice E., Williams K., Mojock C., Kim J. S., Kingsley J. D. & Mathis R. (2013). Effects of Class IV laser therapy on fibromyalgia impact and function in women with fibromyalgia. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, Vol. 19, Issue 5, pp. 445 - 452
37. Pekyavas N. O. & Baltaci G. (2016). Short - term effects of high - intensity laser therapy, manual therapy, and Kinesio taping in patients with subacromial impingement syndrome. *Lasers in medical science*, Vol. 31, Issue 6, pp. 1133 – 1141
38. Peplow P. V. & Baxter G. D. (2014). Defining a therapeutic window for laser irradiation (810 nm) applied to the inguinal region to ameliorate diabetes in diabetic mice. *Photomedicine and laser surgery*, Vol. 32, Issue 9, pp. 500 – 504
39. Santamato A., Solfrizzi V., Panza F., Tondi G., Frisardi V., Leggin B. G. & Fiore P. (2009). Short - term effects of high - intensity laser therapy versus ultrasound therapy in the treatment of people with subacromial impingement syndrome: a randomized clinical trial. *Physical Therapy*, Vol. 89, Issue 7, pp. 643 – 652
40. Schawlow A. L. & Townes C. H. (1958). Infrared and optical masers. *Physical Review*, Vol. 112, Issue 6, pp. 1940
41. Smith A. M., Mancini M. C. & Nie S. (2009). Bioimaging: second window for in vivo imaging. *Nature nanotechnology*, Vol. 4, Issue 11, pp. 710
42. Snyder S. J., Karzel R. P., Del Pizzo W., Ferkel R. D. & Friedman M. J. (1990). SLAP lesions of the shoulder. *Arthroscopy: the journal of arthroscopic & related surgery*, Vol. 6, Issue 4, pp. 274 – 279

43. Song H. J., Seo H. J., Lee Y. & Kim S. K. (2018). Effectiveness of high - intensity laser therapy in the treatment of musculoskeletal disorders: A systematic review and meta - analysis of randomized controlled trials. *Medicine*, Vol. 97, pp. 51
44. Standring S. (Ed.). (2015). *Gray's Anatomy International Edition: The Anatomical Basis of Clinical Practice*. Elsevier Health Sciences.
45. Štiglić - Rogoznica N., Stamenković D., Frlan - Vrgoč L., Avancini - Dobrović V. & Schnurrer - Luke Vrbanić T. (2011). Analgesic effect of high intensity laser therapy in knee osteoarthritis. *Collegium antropologicum*, Vol. 35, Issue 2, pp. 183 – 185
46. Thygesen L. C., Mikkelsen S., Bøtker Pedersen E., Lauenborg Møller K., Alkjær T., Koblauch H., Simonsen E.B., Pagh Møller S. & Brauer C. (2016). Subacromial shoulder disorders among baggage handlers: an observational cohort study. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, Vol. 89, Issue 5, pp. 867 – 876
47. Wang L. V. & Wu H. I. (2007). *Biomedical Optics: Principles and Imaging*, Wiley. Hoboken, New Jersey. pp. 164 – 169
48. Weldon E.J. & Richardson A.B. (2001). Upper extremity overuse injuries in swimming: A Discussion of Swimmer's Shoulder. *Clinics in Sports Medicine* Vol. 20, Issue 3, pp. 423 – 438
49. White P. F., Lazo O. L. E., Galeas L. & Cao X. (2017). Use of electroanalgesia and laser therapies as alternatives to opioids for acute and chronic pain management. Vol. 374, Issue 9705, pp. 1897 – 908
50. White P. F., Zafereo J., Elvir - Lazo O. L. & Hernandez H. (2018). Treatment of drug – resistant fibromyalgia symptoms using high – intensity laser therapy: a

case – based review. Rheumatology international, Vol. 38, Issue 3, pp. 517 - 523.

51. Zanca P. (1971). Shoulder Pain: Involvement Of The Acromioclavicular Joint: (Analysis Of 1,000 Cases). American Journal Of Roentgenology, Vol. 112, Issue 3, pp. 493 – 506

Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Brotzman B.S. & Manske C.R. (2015). Ορθοπαιδική Αποκατάσταση στην Κλινική Πράξη. 2^η Ελληνική έκδοση. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας, Αθήνα, Σελ. 58 – 62
2. Drake R. L., Vogl W. & Mitchell A. W. (2007). Ανατομία Gray's. Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης, Αθήνα, Σελ. 24 & 62 – 70
3. Moore K. L., Agur A. M. & Dalley Π Α. F. (2015). Κλινική ανατομία. Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης, Αθήνα, Σελ. 521 – 543
4. Snell R. (2000). Κλινική ανατομία. Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας, Αθήνα, Σελ. 317 – 322
5. Κουρής Σ. (2015) Φυσική των Laser. Εκδόσεις Κάλλιπος, Αθήνα, Σελ. 128 – 140
6. Hamill J. & Knutzen M.K. (2013). Βασική Βιο – Μηχανική της Ανθρώπινης Κίνησης. 2^η Έκδοση. Εκδόσεις Broken Hill Publishers Ltd., Λευκωσία, Σελ. 689 – 694
7. Keir L., Wise A. B. & Krebs C. Ανατομία και Φυσιολογία του Ανθρώπινου σώματος, 1996. Εκδοτικός όμιλος «Ιων», Εκδόσεις «Ελλην. Σελ. 337 – 356
8. Kisner C. & Colby A.L. (2003). Θεραπευτικές Ασκήσεις. Βασικές Αρχές και Τεχνικές. 3^η Έκδοση. Ιατρικές Εκδόσεις Σιώκης. Αθήνα
9. Μήτσου Α. Δ. (2010). Αθλητικές Κακώσεις Διάγνωση & Θεραπεία. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας. Αθήνα. Σελ. 225 – 232
10. Μυστιγιιώτης Σ. & Νικολαΐδης Κ. (2016). Αστάθεια Ώμου Και Θεραπευτικές Ασκήσεις. Πτυχιακή Εργασία. Σχολή Επαγγελματιών Υγείας Και Πρόνοιας – Τμήμα Φυσικοθεραπείας. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας, Σελ. 32 – 26

11. Τραχανάς Σ. (2016). Κβαντομηχανική Ι, Θεμελιώδεις αρχές, Απλά συστήματα, Δομή της ύλης. Α' Έκδοση. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης. Κρήτη. Σελ. 67 - 87

Παράρτημα Εικόνων

Εικόνα 1 : Σχηματικό διάγραμμα του ανοίγματος της δέσμης ενός Laser, το οποίο μεταβάλλεται με την απόσταση που διανύει το φως

Εικόνα 2 : Ατομικές διεργασίες που σχετίζονται με την απορρόφηση και την εκπομπή ακτινοβολίας σε ένα σύστημα δύο επιπέδων. Ενδεικτικά φαίνονται η διέγερση μέσω ακτινοβολίας, η αυθόρμητη και η εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας.

Εικόνα 3 : Απλοποιημένη σχηματική απεικόνιση μιας κοιλότητας Laser η οποία αποτελείται από το ενεργό υλικό και δύο κάτοπτρα

Εικόνα 4 : Διάφορα είδη Laser ταξινομημένα με βάση το ενεργό υλικό και το είδος ακτινοβολίας Laser

Εικόνα 5 : Σχηματική απεικόνιση του δυναμικού $V(r)$ ενός μονοδιάστατου κρυστάλλου θετικών ιόντων Z^+ .

Εικόνα 6 : Σχηματική απεικόνιση της δομής των ενεργειακών καταστάσεων σε στερεά υλικά (Κουρής, 2015)

Εικόνα 7 : Ο περιοδικός πίνακας των στοιχείων

Εικόνα 8 : Σχηματική αναπαράσταση της εξάρτησης του ενεργειακού χάσματος από την πλεγματική σταθερά για διάφορους τύπους ημιαγωγών (Κουρής, 2015)

Εικόνα 9 : Παράδειγμα πρόσμιξης σε ημιαγωγό (Κουρής, 2015)

Εικόνα 10 : Γραφική παράσταση των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα κατά την αλληλεπίδραση Laser με ιστούς (τροποποιήθηκε από (Boulnois, 1986), πάρθηκε από (Niemz, 2007)

Εικόνα 11 : Κλάσεις των Laser

Εικόνα 12 : Ανατομικά χαρακτηριστικά των άνω άκρων

Εικόνα 13 : Ανατομικά χαρακτηριστικά της ωμικής περιοχής

Εικόνα 14 : Ανατομικά χαρακτηριστικά των μυών του άνω άκρου