

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ & ΠΡΟΝΟΙΑΣ



ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ: ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΣΜΗΤΟΛΟΓΙΑ

ΟΙ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΥΠΕΡΗΧΟΥ ΣΤΗΝ ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΣΑΛΒΑΡΙΔΟΥ ANNA A.M: 63716018

ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ: ΡΑΙΚΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ
ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΚΕΦΑΛΑ ΒΑΣΙΛΙΚΗ

ΑΘΗΝΑ 2021

UNIVERSITY OF WEST ATTICA
FACULTY OF HEALTH AND CARE SCIENCES



DEPARTMENT OF BIOMEDICAL SCIENCES
DIVISION: AESTHETICS & COSMETOLOGY

**MODERN APPLICATIONS OF ULTRASOUND IN
AESTHETICS**

DISSERATATION



SALVARIDOU ANNA, CANDIDATE NUMBER: 63716018

RAPPORTEUR: RAIKOU VASILIKI

SUPERVISOR: KEFALA VASILIKI

ATHENS 2021

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Σαλβαρίδου Άννα του Χριστοφόρου, με αριθμό μητρώου 63716018 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Αισθητικής και Κοσμητολογίας του Τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών, δηλώνω υπεύθυνα ότι :

<< Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολο τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου >>

Η Δηλούσα

Σαλβαρίδου Άννα

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΩΝ ΥΠΕΡΗΧΩΝ	2
3. ΘΕΜΕΛΕΙΩΔΗΣ ΦΥΣΙΚΗ ΤΩΝ ΥΠΕΡΗΧΩΝ	3
3.1 ΗΧΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ	3
3.2 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ	4
3.3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΥΠΕΡΗΧΩΝ	6
4. ΧΡΗΣΗ ΥΠΕΡΗΧΩΝ ΣΤΗΝ ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ	8
4.1 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	8
4.1.1 ΟΔΗΓΙΕΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ- ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ	9
4.2 ΔΡΑΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΥΠΕΡΗΧΩΝ ΑΙΣΘΗΤΙΚΗΣ	10
4.2.1 MFU (Microfocused Ultrasound)	13
4.2.2 HIFU (High Intensity Focused Ultrasound)	13
4.2.3 LOFU (Low-Intensity, Low-Frequency Ultrasound)	16
4.2.4 CAVITATION	16
4.2.5 ΛΟΙΠΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ ΣΤΗΝ ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΚΑΙ Η ΦΩΝΟΦΟΡΕΣΗ	17
4.2.5.1 ΠΙΕΖΟΗΛΕΚΤΙΚΗ ΣΠΑΤΟΥΛΑ	17
4.2.5.2 ΦΩΝΟΦΟΡΕΣΗ	18
4.3 ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ	20
4.4 ΑΝΕΠΙΘΥΜΕΙΤΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ	20
4.5 ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΑΣΘΕΝΩΝ	21
4.6 ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ ΜΕ ΡΑΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ	21
5. ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ ΑΙΣΘΗΤΙΚΗΣ	23
6. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΥΠΕΡΗΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ	25
7. ΠΕΡΙΛΗΨΗ - SUMMARY	26
SUMMARY	27
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	28

ΑΦΙΕΡΩΣΗ

Η διπλωματική εργασία είναι αφιερωμένη στην οικογένεια μου και στη μνήμη του αγαπημένου μου μπαμπά, Χριστόφορου Σαλβαρίδη, ο οποίος έφυγε νωρίς και άδικα από την ζωή μας.

Σε αγαπάμε και σε θυμόμαστε για πάντα.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η αναζήτηση του ωραίου και η προσπάθεια προσέγγισής του υπήρχε πάντα στην ανθρώπινη φύση, από τα αρχαία χρόνια μέχρι σήμερα. Η ανάγκη αυτή του ανθρώπου για καλαισθησία οδήγησε σιγά-σιγά στην ανάπτυξη της αισθητικής επιστήμης η οποία φαίνεται ότι εξελίσσεται συνεχώς και ραγδαία χαρίζοντας ομορφιά αλλά και υγεία μαζί. Αποτελεί πλέον αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας και είναι παράγοντας για καλύτερη ποιότητα ζωής. Νέες μεθόδους, καινούργιες και καινοτόμες θεραπείες καθώς και εξελιγμένα κοσμητολογικά προϊόντα είναι τα μέσα που ακολουθούνται για να πραγματοποιηθεί αυτό το αποτέλεσμα. Μία ιδιαίτερη σύγχρονη τεχνολογία που χρησιμοποιείται τα τελευταία χρόνια στο χώρο της αισθητικής με μεγάλη επιτυχία είναι οι υπέρηχοι. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην αξιοποίηση ηχητικών ταλαντώσεων μεγάλης συχνότητας και στην δημιουργία μηχανικής και θερμικής ενέργειας επιφέροντας αποτελέσματα όπως μείωση χαλάρωσης σώματος και προσώπου, διάλυση κυτταρίτιδας, αποκατάσταση νεανικής λάμψης στο πρόσωπο καθώς και σημαντική βελτίωση υφής και όψης δέρματος με ρυτίδες. Το θέμα με το οποίο ασχολείται η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία είναι <<Οι σύγχρονες εφαρμογές υπερήχου στην αισθητική>>. Σε αυτήν, θα αναλυθούν ζητήματα για την ιστορική αναδρομή υπερήχων, τον τρόπο λειτουργίας τους, για τα τελευταία μηχανήματα της αγοράς σήμερα, τα αποτελέσματα τους, τυχόν επιπλοκές και τέλος για το ποιοι είναι οι κατάλληλοι ασθενείς για αυτού του είδους θεραπείες.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όταν ο άνθρωπος γερνά, το δέρμα και οι κάτω δομικοί ιστοί περνούν την διαδικασία της γήρανσης και δυστυχώς κανένας δεν μπορεί να ξεφύγει από αυτήν, λόγω τόσο των εγγενών όπως η γενετική η ορμονική επίδραση όσο και των εξωγενών ερεθισμάτων όπως οι περιβαλλοντικοί παράγοντες, το κάπνισμα, η διατροφή και τα χημικά. Όταν λοιπόν ο άνθρωπος γερνάει ο αριθμός των ινοβλαστών στο δέρμα και η σύνθεση του κολλαγόνου και ελαστίνης μειώνονται. Το κολλαγόνο αντιπροσωπεύει το κύριο συστατικό της εξωκυτταρικής μήτρας (ECM), έως και 75% στο χόριο (ξηρό βάρος), ενώ η περιεκτικότητα σε ελαστίνη στο ανθρώπινο χόριο είναι μόνο 2-4% (ξηρό βάρος) σε ενήλικες. Κατά τη γήρανση του δέρματος οι λεπτές και μονόκλωνες ίνες ελαστίνης γίνονται προοδευτικά σαν χάντρες και χάνουν τις τερματικές τους ίνες που εκτείνονται κανονικά στην επιδερμίδα. Η αυξημένη επίσης δραστηριότητα πρωτεΐνάσης επίσης καθιστά την υπολειπουμένη παραγωγή κολλαγόνου, μειώνοντας έτσι την περιεκτικότητα της στο χόριο. Επιπρόσθετα η έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία οδηγεί σε ενεργοποίηση αυτών των πρωτεασών για περαιτέρω αποικοδόμηση του ήδη υπάρχοντος κολλαγόνου και παράλληλα υπάρχει χαμηλότερη διαφοροποίηση και λειτουργία των κερατινοκυττάρων. Αυτές οι αλλαγές τελικά οδηγούν σε μειωμένο κύκλο εργασιών κολλαγόνου και χαλάρωση του δέρματος. Η μείωση του κολλαγόνου τύπου I οδηγεί επίσης σε μειωμένη αναλογία του κολλαγόνου τύπου I έως τύπου III στο χόριο. Τέλος χαλαρώνουν και οι ιστοί του δέρματος που διατηρούν το περίγραμμα του προσώπου, το δέρμα γίνεται λεπτό και ο ρυθμός ανανέωσης των κερατινοκυττάρων της επιδερμίδας γίνεται βραδύτερος και οδηγεί σε μειωμένη λειτουργία φραγμού του δέρματος. Το πρόσωπο αποτελείται από πέντε βασικά στρώματα: Δέρμα, Υποδόρια στοιβάδα, Μυοκαπιονευρωτική στιβάδα(SMAS: Superficial Musculo Aponeurotic System), τον ιστό που εμπεριέχει τα διαστήματα και τους συνδέσμους συγκράτησης, το σταθερό περίοστεο και τη βαθιά περιτονία. Το SMAS είναι ένα δίκτυο που συνδέει τους μύς του προσώπου με το χόριο. Είναι ένα ιξώδες, εξωκυτταρικό πλέγμα και αποτελείται από ελαστικές ίνες, ίνες κολλαγόνου και λιπώδη κύτταρα. Συνδέεται με συγκεκριμένους μύες του προσώπου, όπως για παράδειγμα το μύς πλάτυσμα, τον σφιγκτήρα των βλεφάρων και τον ανελκτήρα του άνω χείλους. Το κολλαγόνο εντός του SMAS μειώνεται κατά 6% κάθε δεκαετία. Αυτή η μείωση του κολλαγόνου συμβάλλει σε μια εμφανή

χαλάρωση κυρίως στις ρινοχειλικές πτυχές του δέρματος και στο δερματικό κάλυμμα του φρυδιού και της γνάθου. Για να ελαχιστοποιήσει κάποιος τα σημάδια που προδίδουν την διαδικασία αυτή της γήρανσης μπορεί να υποβληθεί σε αναίμακτη-μη χειρουργική θεραπεία υπερήχων που πλέον υπάρχουν πολλές εφαρμογές του μηχανισμού τους στην επιστήμη της Αισθητικής. Η ενέργεια των υπερήχων μπορεί να μεταδοθεί ακόμα και στα βαθύτερα στρώματα της επιδερμίδας συμπεριλαμβανομένου του SMAS προκαλώντας θερμική διέγερση με αποτέλεσμα την νεοκολλαγένωση στο δέρμα, την ανόρθωση του αλλά και την σύσφιξη της επιδερμίδας. Οι θεραπείες με υπερήχους είναι απόλυτα ασφαλής και έχουν επίσης καλά επίπεδα ανεκτικότητας από τους ανθρώπους υποβάλλονται στις συνεδρίες.^{1,2,3}

2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΥΠΕΡΗΧΩΝ

Το πρώτο έγγραφο σχετικά με τη χρήση των κυμάτων στο χωρικό προσανατολισμό χρονολογείται από το 1794, όταν ένας ιταλός φυσικός Lazaro Spallanzani ανέλυσε τους βασικούς μηχανισμούς της πλοήγησης που φέρουν νυχτερίδες στο σκοτάδι, και ορθώς συμπέρανε ότι οι νυχτερίδες χρησιμοποιούν ήχο αντί για φως για να προσανατολιστούν. Πριν από τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, το σόναρ, η τεχνική αποστολής ηχητικών κυμάτων μέσω του νερού και η παρατήρηση των επαναλαμβανόμενων ηχητικών κυμάτων για την ανεύρεση βυθισμένων αντικειμένων όπως και στα πλοία για την ανίχνευση εχθρικών υποβρυχίων ενέπνευσε τους πρώτους ερευνητές υπερήχων να διερευνήσουν τρόπους εφαρμογής του υπερήχου και σε άλλους τομείς. Η πρώτη φορά που χρησιμοποιήθηκε το υπερηχογράφημα για κλινικούς λόγους ήταν το 1956. Χρησιμοποιήθηκε στη Γλασκόβη από έναν μαιευτήρα που ονομάζεται Ian Donald οποίος χρησιμοποίησε τον μηχανισμό A-mode για να μετρήσει τη βρεγματική διάμετρο της κεφαλής του εμβρύου και έναν μηχανικό με το όνομα Tom Brown ο οποίος ανακάλυψε το λεγόμενο "δύο διαστάσεων " και με αυτό απεικόνισε την πυκνότητα του ιστού, φαινόμενο που συχνά αναφέρεται ως το σημείο καμπής στην εφαρμογή των υπερήχων στην ιατρική. Αυτοί οι δύο άνδρες ανέπτυξαν το πρώτο πρωτότυπο σύστημα υπερήχων, αλλά δεν τελειοποιήθηκε μέχρι το τέλος της δεκαετίας του 1950. Αργότερα, έγινε η χρήση τους στην ιατρική με τις ασπρόμαυρες εικόνες. Το 1971, ο Kossoff εισήγαγε την

κλίμακα του γκρι. Έτσι, διαφορετικές echo εντάσεις αναπαράγουν, στην οθόνη, διάφορες αποχρώσεις του γκρι. Οι ερευνητές έμαθαν να χρησιμοποιούν υπερηχογράφημα για να ανιχνεύουν πιθανό καρκίνο και να οπτικοποιούν τους όγκους σε ζώντα άτομα και σε ιστούς που έχουν υποστεί κοπή. Η απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο, ένα άλλο σημαντικό διαγνωστικό εργαλείο για γιατρούς, παρουσίασε εικόνες υπερήχων απευθείας στην οθόνη CRT του συστήματος τη στιγμή της σάρωσης. Η εισαγωγή του φασματικού Doppler και του μεταγενέστερου χρώματος Doppler απεικόνισε τη ροή του αίματος σε διάφορα χρώματα για να δείξει την ταχύτητα και την κατεύθυνση της ροής. Οι πρωτοπόροι στη χρήση υπερήχου στη δερματολογία ήταν ο Αλέξανδρος και ο Μίλερ, το 1979, οι οποίοι χρησιμοποίησαν μια ομοιοκατευθυνόμενη συσκευή (A-mode) για να μετρήσουν το πάχος του δέρματος. Κατά τη δεκαετία του '80, εμφανίστηκε ο εξοπλισμός με B-mode, αυξάνοντας ακόμα περισσότερο την εφαρμογή των υπερήχων στη δερματολογία. Το 1954 πραγματοποιήθηκε η πρώτη στην ιστορία ερευνητική μελέτη πάνω στην διεξαγωγή και την χρήση υπερήχων για την αύξηση διαπερατότητας του δέρματος σε φάρμακα. Από κει και πέρα οι υπέρηχοι βρήκαν εφαρμογή σε μεγάλο εύρος συχνοτήτων από 20kHz μέχρι και 16MHz. Τέλος στην δεκαετία του 1990 χρησιμοποιήθηκαν υπέρηχοι σε χαμηλές συχνότητες 20-100 kHz και σημειώθηκε ενίσχυση της διαδερμικής απορρόφησης των ουσιών σε σύγκριση με τις υψηλές συχνότητες.^{4, 5, 6, 7, 8}

3.ΘΕΜΕΛΕΙΩΔΗΣ ΦΥΣΙΚΗ ΤΩΝ ΥΠΕΡΗΧΩΝ

3.1 ΗΧΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

Οτιδήποτε κινείται πίσω-μπρός, πάνω-κάτω, δεξιά-αριστερά ή μέσα έξω ταλαντώνεται. Ταλάντωση είναι μια παλμική κίνηση στον χρόνο. Μια παλμική κίνηση τόσο στον χρόνο όσο και στον χώρο είναι ένα κύμα. Όταν ένα σώμα ταλαντώνεται στον αέρα, αλληλεπιδρά με τα μόρια του και προκαλεί την κίνησή τους. Τα μόρια πλησιάζουν ή απομακρύνονται μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται πυκνώματα και αραιώματα και η πίεση του αέρα να μεταβάλλεται περιοδικά γύρω από μια μέση τιμή. Ηχητικό κύμα ορίζεται η διαδικασία μεταφοράς ενέργειας μέσα από διαδοχικές

ταλαντώσεις των γειτονικών μορίων ενός ελαστικού μέσου. Αποτελεί δηλαδή μια μηχανική ταλάντωση η οποία εμφανίζεται σε ένα ελαστικό μέσο μέσα από το οποίο περνά ο ήχος. Όσο πιο μικρή είναι η απόσταση μεταξύ μορίων του ελαστικού μέσου, τόσο πιο εύκολα και γρήγορα γίνεται η μεταφορά ενέργειας. Γι' αυτό το λόγο τα ηχητικά κύματα μεταφέρονται ευκολότερα και γρηγορότερα μέσα από τα στερεά από ότι μέσα από τα υγρά η αέρια. Επίσης η ταχύτητα τους αυξάνεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία του μέσου μέσα στο οποίο διαδίδονται. Σημαντικό στοιχείο είναι ότι τα ηχητικά κύματα είναι διαμήκη κύματα και αυτό επειδή τα μόρια του αέρα κινούνται κατά τη διεύθυνση διάδοσης του κύματος και όχι κάθετα προς αυτήν.

Τα ηχητικά κύματα έχουν τα εξής χαρακτηριστικά: πλάτος, συχνότητα, μήκος κύματος και ταχύτητα διάδοσης. Το μήκος κύματος ενός ηχητικού κύματος είναι η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών πυκνωμάτων (περιοχών μέγιστης πίεσης) ή αραιωμάτων (περιοχών ελάχιστης πίεσης). Η συχνότητα και το μήκος κύματος συνδέονται με την ταχύτητα διάδοσης μέσω της κυματικής εξίσωσης $v = \lambda * f$.

Τα ηχητικά κύματα διαδίδονται σε όλα τα μέσα: στερεά, υγρά, αέρια. Δεν διαδίδονται στο κενό γιατί εκεί δεν υπάρχουν μόρια για να αλληλεπιδράσουν ώστε να μεταφερθεί η μηχανική ενέργεια του ηχητικού κύματος. Τα ηχητικά κύματα ταξινομούνται ανάλογα με τη συχνότητα τους σε: ήχους με συχνότητα 20 -20.000 Hz, υποήχους με συχνότητα μικρότερη των 20 Hz και **υπέρηχους** με συχνότητα πάνω από 20.000 Hz. Τα υπερηχητικά κύματα μεταφέρουν μεγαλύτερα ποσά ενέργειας σε σχέση με τους ήχους γεγονός που τα καθιστά χρήσιμα σε πολλούς τομείς Ιατρικής τόσο για διαγνωστικούς όσο και για θεραπευτικούς σκοπούς.^{9, 10, 11}

3.2 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ

Κατά την διάδοση ενός υπερηχητικού κύματος μπορεί να παρουσιαστούν τα εξής φαινόμενα:

1. ΑΝΑΚΛΑΣΗ

Ο τρόπος με τον οποίο ο υπέρηχος αντανακλάται όταν χτυπά μια ακουστική διεπαφή καθορίζεται από το μέγεθος και τα χαρακτηριστικά

της επιφάνειας. Εάν είναι μεγάλο και σχετικά ομαλό, η διεπαφή αντανακλά τον ήχο όσο και ο καθρέφτης αντανακλά το φως. Τέτοιες διασυνδέσεις ονομάζονται ανακλαστές επειδή συμπεριφέρονται ως καθρέφτες για τον ήχο. Η ποσότητα ενέργειας που αντανακλάται από μια ακουστική διεπαφή μπορεί να εκφραστεί ως κλάσμα της προσπίπτουσας ενέργειας. Αυτό ονομάζεται συντελεστής ανάκλασης. Εάν ένας κατοπτρικός ανακλαστήρας είναι κάθετος προς την προσπίπτουσα δέσμη ήχου ένα μέρος της ανακλάται προς τα πίσω, ενώ το υπόλοιπο μεταδίδεται στην επιφάνεια που προσέκρουσε. Το φαινόμενο της ανάκλασης πραγματοποιείται κατά την πρόσπτωση ηχητικών κυμάτων σε «λείες» επιφάνειες μεγάλων διαστάσεων και αποτελεί τη βασική αρχή λειτουργίας των συστημάτων υπερηχογραφίας. Αν το κύμα προσκρούσει σε μια διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ δύο μέσων με σχεδόν ίσες ειδικές ακουστικές αντιστάσεις, τότε ο συντελεστής ανάκλασης είναι μικρός και επομένως η ανακλώμενη ενέργεια είναι πολύ μικρή. Η ανάκλαση των υπερήχων στην ατμόσφαιρα φτάνει σε ποσοστό 100% οπότε όταν μεταδίδουμε υπερήχους στους ιστούς χρησιμοποιούμε ένα ενδιάμεσο υλικό μεταξύ της ηχοβολιστικής κεφαλής και του σημείου εφαρμογής.

2. ΔΙΑΘΛΑΣΗ

Ένα κύμα υπερήχων θα εκτρέπεται από διάθλαση όταν συμβαίνει λοξά (υπό γωνία) σε μια διεπαφή. Με τον όρο διεπαφή ορίζεται το σύνολο των σημείων μεταξύ δύο μέσων με διαφορετικές ακουστικές εμπεδήσεις. Όταν ένα κύμα υπερήχων διαδίδεται με τη μορφή δέσμης, η κατεύθυνση διάδοσης είναι ο άξονας δέσμης, ο οποίος μπορεί να αποκλίνει από μια αλλαγή στην ταχύτητα του ήχου. Οι ηχώ που λαμβάνονται μέσω μιας διαθλασμένης δέσμης θα μετατοπιστούν από τη σωστή θέση τους στην εικόνα και άρα θα αλλάξει η διεύθυνση διάδοσης. Στους βιολογικούς ιστούς το φαινόμενο παρατηρείται κυρίως στις διαχωριστικές επιφάνειες μεταξύ ανομοιογενών ιστών.

3. ΣΥΜΒΟΛΗ

Συμβολή ονομάζεται το αποτέλεσμα της επαλληλίας δύο η περισσότερων υπερηχητικών κυμάτων τα οποία διαδίδονται ταυτόχρονα στην ίδια περιοχή ελαστικού μέσου. Πρόκειται δηλαδή για έναν μηχανισμό άθροισης κυμάτων. Το αποτέλεσμα της συμβολής εξαρτάται από την διαφορά φάσης των κυμάτων και από την συναντηθούν στο ίδιο σημείο με την ίδια φάση το πλάτος της ταλάντωσης διπλασιάζεται και φαινόμενο αυτό λέγεται ενισχυτική συμβολή, ενώ αν παρουσιάσουν διαφορά φάσης 180 μοίρες , το πλάτος της ταλάντωσης μηδενίζεται και το φαινόμενο λέγεται αφαιρετική συμβολή.

4. ΣΚΕΔΑΣΗ

Είναι το φαινόμενο κατά το οποίο η προσπίπτουσα δέσμη αλλάζει πορεία και κινείται προς διάφορες κατευθύνσεις. Το φαινόμενο παρουσιάζεται όταν η υπερηχητική δέσμη προσπέσει σε ανώμαλη επιφάνεια ή εμπόδια διαστάσεων ίσων ή μικρότερων του μήκους κύματος. Λόγω της ανωμαλίας της επιφάνειας του ιστού, τα προσπίπτοντα ηχητικά κύματα κατά την ανάκλασή τους αλλάζουν προσανατολισμό ακολουθώντας τυχαίες διευθύνσεις. Το φαινόμενο είναι τυχαίο και δεν εξαρτάται από τη γωνία πρόσπτωσης όπως στην κανονική ανάκλαση. Στην πραγματικότητα κάθε περιοχή ενός ιστού δρα ως εκπομπός ηχητικών κυμάτων σε διάφορες κατευθύνσεις.

5. ΠΑΡΕΜΒΟΛΗ

Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται στο εγγύς πεδίο της δέσμης υπερήχων. Χαρακτηρίζεται από μεγάλες αυξομειώσεις της έντασης των υπερήχων. Αν η προσπίπτουσα και η ανακλώμενη δέσμη των υπερήχων επικαλυφθούν τότε είτε θα υπάρξει μείωση της έντασης των υπερήχων είτε αύξηση. Στους ιστούς το φαινόμενο παρεμβολής παρουσιάζεται κοντά σε οστικές περιοχές προκαλώντας ερεθισμό στο περιόστεο, άλγος και την αίσθηση αύξησης της θερμοκρασίας.

3.3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΥΠΕΡΗΧΩΝ

Για να παραχθεί και να ανιχνευτεί υπερηχητικό κύμα είναι απαραίτητος ο μετατροπέας ενέργειας (ultrasound transducer). Ο μετατροπέας αυτός μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική και το αντίστροφο. Τα υλικά που πραγματοποιούν αυτή τη μετατροπή ονομάζονται πιεζοηλεκτρικά και τα ανακάλυψαν οι Jacques και Pierre Curie, το 1881 με αποτέλεσμα να περιγράψουν το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο. Όταν ένα πιεζοηλεκτρικό υλικό υποβάλλεται σε πίεση T , παράγει πόλωση P που είναι μια γραμμική συνάρτηση του T : $P=dT$ (d : σταθερά πιεζοηλεκτρικού στελέχους). Η πιεζοηλεκτρική επίδραση προκαλεί την παραγωγή ηλεκτρικού δυναμικού όταν στο κρύσταλλο υποβληθεί μηχανική δόνηση. Αντίθετα, όταν ένα πιεζοηλεκτρικό υλικό έχει ένα ηλεκτρικό πεδίο E εφαρμοζόμενο στα ηλεκτρόδια της, παράγει παραμόρφωση S που είναι μια γραμμική συνάρτηση του ηλεκτρικού πεδίου: $S =dE$. Αυτό ονομάζεται αντίστροφο πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο. Το φαινόμενο αυτό οδηγεί τον κρύσταλλο στην παραγωγή δονήσεων όταν τοποθετείται σε ηλεκτρικό πεδίο. Εναλλασσόμενα ηλεκτρικά πεδία που παράγουν την δόνηση του κρυστάλλου οδηγούν στην πρόκληση ηχητικών κυμάτων υψηλής συχνότητας. Παρατηρήθηκε ότι όταν ένα πλακίδιο κρυστάλλου χαλαζία ή τιτανικού βαρίου ή ένα πλακίδιο πολυκρυσταλλικού υλικού PZT, το οποίο έχει κοπεί κατά μια ειδική κρυσταλλογραφική μορφή, τοποθετηθεί μεταξύ δύο μεταλλικών πλακών και ασκηθεί σε αυτό μια δύναμη F , εμφανίζει στις δύο επιφάνειες ηλεκτρικά φορτία τα οποία μπορούν να γίνουν αντιληπτά με τη βοήθεια ενός ηλεκτροσκοπίου. Από πιεζοηλεκτρικά υλικά ο χαλαζίας είναι από καιρό γνωστός ως μονός κρύσταλλος. Ωστόσο, αυτό το υλικό έχει ένα σχετικά περιορισμένο εύρος εφαρμογών κυρίως λόγω του περιορισμένου βαθμού ελευθερίας στα χαρακτηριστικά του. Αργότερα, το τιτανικό βάριο ($BaTiO_3$), ένα πιεζοηλεκτρικό κεραμικό, εισήχθη στις εφαρμογές των υπερήχων ως μορφοτροπέας. Ένα άλλο κρύσταλλο το οποίο χρησιμοποιείται λόγω του ότι απαιτείται μικρή τάση για την παραγωγή υπερηχητικού κύματος είναι το τεχνητό κεραμικό υλικό ο τιτανιούχος ζirkονιούχος μόλυβδος-PZT που χαρακτηρίζεται από την μεγάλη και υψηλή του απόδοση στην παραγωγή και ανίχνευση υπερήχων καθώς επίσης μπορεί να λάβει εύκολα και γρήγορα το επιθυμητό σχήμα και μέγεθος και τέλος χρησιμοποιούνται και τα υλικά quartz. Τα πιεζοηλεκτρικά υλικά έχουν τη μοναδική ικανότητα να ανταποκρίνονται στη δράση ενός ηλεκτρικού πεδίου αλλάζοντας σχήμα. Έχουν επίσης την ιδιότητα να παράγουν ηλεκτρικά δυναμικά όταν συμπιέζονται. Η αλλαγή της πολικότητας μιας τάσης

που εφαρμόζεται στον μετατροπέα αλλάζει το πάχος του μορφοτροπέα, το οποίο διαστέλλεται και συστέλλεται καθώς αλλάζει η πολικότητα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μηχανικών κυμάτων πίεσης που μεταδίδονται στο σώμα. Το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο έχει επίσης ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μικρού πλάτους του μορφοτροπέα όταν ο μορφοτροπέας χτυπιέται από ηχώ επαναφοράς. Οι μικροσκοπικές αλλαγές πολικότητας και οι σχετικές τάσεις είναι η πηγή όλων των πληροφοριών που υποβάλλονται σε επεξεργασία για τη δημιουργία εικόνας υπερήχων. Ένα δεύτερο φαινόμενο που συμβάλλει στην παραγωγή υπερηχητικού κύματος είναι το φαινόμενο της ηλεκτροσυστολής, το οποίο παρατηρείται αν στο πλακίδιο της παραπάνω διάταξης εφαρμοστεί αντί της δύναμης F εναλλασσόμενη τάση. Τότε παρατηρούνται αλλαγές στη μοριακή δομή του κρυστάλλου και ο κρύσταλλος διαστέλλεται και συστέλλεται περιοδικά. Με αυτό τον τρόπο τα μόρια του εκτελούν εξαναγκασμένη ταλάντωση και παράγεται ηχητικό κύμα. Η συχνότητα του ηχητικού κύματος καθώς και η ταχύτητα διάδοσης του εξαρτάται από το είδος του κρυστάλλου που χρησιμοποιείται και από το μέγεθος του.^{11,12,13,14}

4. ΧΡΗΣΗ ΥΠΕΡΗΧΩΝ ΣΤΗΝ ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ

4.1 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Ο υπέρηχος μπορεί να εφαρμοστεί είτε απευθείας πάνω στην ενδιαφερόμενη περιοχή, είτε με κατεύθυνση των νεύρων, είτε στις αντανακλαστικές ζώνες. Οι τεχνικές εφαρμογής των υπερήχων είναι :

- 1) Τεχνική με την παρεμβολή νερού. Αυτή η εφαρμογή επιλέγεται όταν υπάρχουν εμπόδια άμεσης επαφής κεφαλής με την περιοχή. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας είναι πιθανό να προκληθεί το φαινόμενο σπηλαιοποίησης. Για να μην συμβεί αυτό καταφεύγουμε στην χρήση βρασμένου νερού.
- 2) Στατική τεχνική. Στην χρήση αυτή η ηχοβολιστική κεφαλή είναι ακίνητη και με κάθετη κατεύθυνση προς την ενδιαφερόμενη περιοχή. Ανάμεσα στην κεφαλή και την περιοχή εφαρμογής παρεμβάλλεται ένα ενδιάμεσο υλικό. Επειδή η τεχνική αυτή αν συνδυαστεί με συνεχή εκπομπή υπερήχων θα έχει επικίνδυνες θερμικές

βλάβες, χρησιμοποιείται με παλμική εκπομπή και τα αποτελέσματα είναι κυρίως μηχανικά.

- 3) Τεχνική συνεχούς κίνησης ηχοβολιστικής κεφαλής. Αυτή η τεχνική εφαρμόζεται σε άμεση επαφή της κεφαλής με το δέρμα και είναι κατά κύριο λόγο η πιο συχνή στις συσκευές που χρησιμοποιούνται με απώτερο σκοπό την σύσφιξη και την σφριγηλότητα. Και εδώ ανάμεσα στην κεφαλή και στο δέρμα παρεμβάλλεται ένα ενδιάμεσο υλικό το οποίο συνήθως είναι ζελέ, έλαια, αλοιφές ή γαλακτώματα. Είναι σημαντικό το ενδιάμεσο αυτό υλικό να έχει τέτοια σύνθεση ώστε να μην υπάρχει διαλυμένος αέρας και να μην προκαλούνται φαινόμενα ανάκλασης. Η κεφαλή τοποθετείται κάθετα στους ιστούς και συνεχίζει μια σπειροειδούς κίνηση στα σημεία εφαρμογής. Επίσης, αντίθετα με την προηγούμενη τεχνική, εδώ εφαρμόζεται συνεχής εκπομπή καθώς η παλμική σε αυτή την περίπτωση δεν δημιουργεί ιδιαίτερα αισθητά θερμικά αποτελέσματα.¹¹

4.1.1 ΟΔΗΓΙΕΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ- ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ.

Αφού ληφθεί ιατρικό ιστορικό και κριθεί ότι το άτομο είναι κατάλληλο για την θεραπεία θα πρέπει να εξετάσουμε αν έχει γίνει χρήση τοπικών προϊόντων φροντίδας του δέρματος, όπως ρετινοϊδή, α-β υδροξυοξέα, ισοτρετινοΐνη, γλυκολικό ή σαλικυλικό οξύ και αν ναι θα πρέπει να διακοπεί για δύο εβδομάδες πριν από τη θεραπεία. Συστήνεται να υπάρχει φωτογραφική απεικόνιση για το πριν και το κατά τη διάρκεια θεραπείας ώστε να εκτιμούμε σωστά την πορεία και το αποτέλεσμα της. Αν ο πελάτης υποβληθεί με την θεραπεία υπερήχων στο σώμα θα πρέπει οι φωτογραφίες να λαμβάνονται σε όρθια στάση καθώς αν είναι σε ξαπλωμένη ή καθισμένη στάση η μορφή του σώματος αλλάζει και παραμορφώνεται λόγω της βαρύτητας και της συμπίεσης. Πριν ξεκινήσει η θεραπεία θα πρέπει να ενημερωθεί ο πελάτης για το πώς θα νιώθει και ποιος είναι ο σκοπός της συνεδρίας. Ύστερα πρέπει να τοποθετηθεί ο πελάτης σε αναπαυτική θέση ώστε να μπορεί να παραμείνει ακίνητος κατά την διάρκεια της θεραπείας. Επίσης εάν το δέρμα έχει τρίχες καλύτερα να είναι ξυρισμένο. Οι ασθενείς ακριβώς πριν την έναρξη της διαδικασίας υποβάλλονται σε καθαρισμό προσώπου με ένα ήπιο καθαριστικό δερμοκαλλυντικό ενώ μπορεί να έχει προηγηθεί εφαρμογή peeling κατά περίπτωση. Όλα τα μεταλλικά κοσμήματα θα πρέπει να αφαιρεθούν από την περιοχή που θα εφαρμοστεί ο υπέρηχος. Η θεραπεία δεν συνιστάται πάνω από τις περιοχές με μηχανικά

εμφυτεύματα. Σε περιπτώσεις ευαίσθητων δερμάτων εφαρμόζεται τοπική αναισθητική αλοιφή (7%, λιδοκαΐνη-πριλοκαΐνη) στις περιοχές που θα υποβληθούν σε θεραπεία, για 45 λεπτά πριν από τη διαδικασία. Η διάσπαση της προσοχής του θεραπευόμενου με την τεχνική <<talkanaesthesia>> μπορεί να υποκαταστήσει επαρκώς και επιτυχώς τη χρήση τοπικού αναισθητικού. Σχεδιάζονται οι επιτρεπόμενες και οι μη επιτρεπόμενες ζώνες εφαρμογής τους και γίνεται επιλογή των κατάλληλων κεφαλών. Ύστερα εφαρμόζεται το ενδιάμεσο υλικό gel στο δέρμα και ξεκινάει η διαδικασία της θεραπείας. Ύστερα ο καθετήρας τοποθετείται σταθερά και απαλά στην τοποθεσία προορισμού έτσι ώστε ολόκληρος ο μορφοτροπέας να είναι ομοιόμορφα συνδεδεμένος με την επιφάνεια του δέρματος. Ο ασθενής δεν νιώθει κανέναν πόνο παρά μόνο μια ήπια ζέστη που καθιστά αυτήν την διαδικασία σχεδόν ανώδυνη. Η γέλη-τζέλ υπερήχων μπορεί να χρειαστεί να εφαρμοστεί ξανά για να διασφαλιστεί η σωστή απεικόνιση και σύζευξη ιστών αλλά και για να δροσίσει την περιοχή. Μώλωπες σε καμία περίπτωση δεν εμφανίζονται. Αφού τελειώσει η διαδικασία με την χρήση της συσκευής υπερήχου αφαιρούμαι το gel και τοποθετούμε ενυδατικά δερμοκαλλυντικά. Εάν είναι επιθυμητό, ο ασθενής μπορεί να εφαρμόσει κρύες κομπρέσες στην περιοχή θεραπείας τις επόμενες ώρες για την ελαχιστοποίηση πιθανού τοπικού οιδήματος. Τέλος, ενημερώνουμε τον ασθενή να αποφύγει για 3-5 μέρες έντονες ενέργειες ή και δραστηριότητες που περιλαμβάνουν εστίες θερμότητας όπως για παράδειγμα σάουνα, χαμάμ ή έντονη ηλιοθεραπεία. Η διάρκεια εφαρμογής της θεραπείας ποικίλλει ανάλογα τις περιοχές εφαρμογής και ο αριθμός συνεδρίων ανάλογα με την έκταση του προβλήματος. Κατά μέσο όρο μια συνεδρία κρατάει χρονικά περίπου 60-90 λεπτά. Στους εστιασμένους υπέρηχους υψηλής ενέργειας όπως το HIFU μπορεί να επαναληφθεί έως τέσσερις φορές το χρόνο, με εξαίρεση την περίπτωση διοχέτευσης υπερήχων σε βάθος 4,5mm(SMAS) όπου η επανάληψη απαγορεύεται πριν την πάροδο έξι μηνών από την τελευταία συνεδρία. Για την αποφυγή κινδύνου λιποατροφίας, πρέπει να αποφεύγονται οι επαναλαμβανόμενες συνεδρίες σε σύντομο χρονικό διάστημα.^{11, 15, 16,17}

4.2 Η ΔΡΑΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΥΠΕΡΗΧΩΝ ΑΙΣΘΗΤΙΚΗΣ

Οι εφαρμογές υπερήχων στην αισθητική βασίζονται στο γεγονός ότι η μηχανική ενέργεια των υπερήχων μετατρέπεται σε θερμική μέσα στους βιολογικούς ιστούς. Η παραγόμενη ενέργεια στα σημεία εφαρμογής είναι της τάξης περίπου 0,5-10Joule. Ενέργεια ικανή να μετουσιώσει συστατικά των ιστών όπως το κολλαγόνο ώστε να ενεργοποιηθεί η αναδιαμόρφωση τους και να επιτευχθεί η αποκατάστασή τους. Η αναδιαμόρφωση για παράδειγμα της τριπλής έλικας του κολλαγόνου επιτυγχάνεται μέσω καταστροφής των ήδη υπαρχόντων πεπτιδικών δεσμών. Οι ταλαντώσεις που συμβαίνουν στους ιστούς παράγουν θερμότητα λόγω της τριβής και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση θερμοκρασίας στους εν τω βάθει ιστούς. Το βάθος διείσδυσης των υπερήχων όπου παρατηρούνται θερμικά αποτελέσματα είναι: στο λιπώδη ιστό 80mm, στο μυϊκό ιστό 30mm και στα οστά 2,5mm. Η αύξηση της θερμοκρασίας από τους υπέρηχους εξαρτάται από:

- 1) το είδος των ιστών που δέχονται την εφαρμογή
- 2) την ένταση των υπερήχων
- 3) την διάρκεια εφαρμογής
- 4) το είδος εκπομπής των υπερήχων (συνεχή ή παλμικό)
- 5) την συχνότητα υπερήχων (όσο πιο υψηλή η συχνότητα τόσο πιο υψηλή η αύξηση της θερμοκρασίας)
- 6) την διάμετρο της ηχοβολιστικής κεφαλής και
- 7) την τεχνική εφαρμογής των υπερήχων που προαναφέραμε.

Σε περιοχές που υπάρχει το φαινόμενο παρεμβολής παρατηρείται μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας. Ο υπέρηχος αισθητικής είναι παρόμοιος με το υπερηχογράφημα που χρησιμοποιείται στην ιατρική απεικόνιση, ωστόσο, χρησιμοποιεί διαφορετικές συχνότητες ακουστικής ενέργειας. Ειδικοί μετατροπείς καθοδηγούν την ενέργεια υπέρηχου σε μικρό εστιακό σημείο όπου οι υψηλές θερμοκρασίες είναι ικανές να προκαλέσουν πήξη και συστολή ιστού. Παρόμοια με την ιατρική απεικόνιση, η εστιασμένη δέσμη των υπερήχων ενέργειας μπορεί να διαπεράσει ακίνδυνα την

επιδερμίδα, επιτρέποντας το εστιακό σημείο να στοχεύσει υποδόριους ιστούς, όπως και το σημείο SMAS, όπου η πρωτεΐνη γύρω από το σημείο εστίασης θα φτάσει πάνω από 65°C και θα μετουσιωθεί μέσα σε χιλιοστά του δευτερολέπτου. Ο στόχος είναι να ανυψώσει την τοπική θερμοκρασία τουλάχιστον 65°C, η θερμοκρασία στην οποία αρχίζει το κολλαγόνο να παράγεται. Η εφαρμογή της θερμότητας προκαλεί τις ίνες κολλαγόνου στο υποδόριο λιπώδες στρώμα να μετουσιωθούν και να γίνουν πιο σφιχτές. Αυτό προκύπτει από το σπάσιμο των ενδομοριακών δεσμών υδρογόνου προκαλώντας τις αλυσίδες του κολλαγόνου να διπλωθούν και να πάρουν μια πιο σταθερή διαμόρφωση, με αποτέλεσμα παχύτερο κολλαγόνο. Η θεραπεία μπορεί να προσαρμοστεί για να καλύψει τα μοναδικά φυσικά χαρακτηριστικά του κάθε ασθενή, προσαρμόζοντας την ενέργεια και το εστιακό βάθος των εκπεμπόμενων υπερήχων. Αυτές οι επιλογές διαφέρουν ως προς τη γεωμετρική εστίαση και το μήκος κύματος, σύμφωνα με την οποία το βάθος και η ποσότητα ενέργειας που παραδίδεται κατά τη διάρκεια της θεραπείας μπορεί να ποικίλλει για ένα επιθυμητό αποτέλεσμα μέσα στο στοχευόμενο στρώμα. Επί του παρόντος διαθέσιμοι μετατροπείς εκπέμπουν συχνότητες 10.0 MHz, 7.0 MHz, και 4.0 MHz με εστιακό βάθος 1.5 mm, 3.0 mm, 4.5 mm, αντίστοιχα. Δύο στενές 10 MHz/1.5 mm και 7.0 MHz/3.0 mm μετατροπείς είναι επίσης διαθέσιμα για να επιτρέψουν την ενεργειακή εναπόθεση σε μικρότερες ανατομικές περιοχές που είναι πιο δύσκολο να επιτευχθεί με μεγαλύτερους μετατροπείς. Μαζί, αυτές οι μετατροπείς μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό για να γίνει εστίαση στο χόριο (1.5 mm), το εν τω βάθει δέρμα (3.0 mm), ή τους υποδόριους ιστούς (4.5 mm), συμπεριλαμβανομένων το επιφανειακό μυϊκό απονευρωτικό σύστημα, στρώμα SMAS (Superficialmuscularaponeuroticsystem) και να προκαλέσουν μετουσίωση, συστολή και διέγερση του *de novo* κολλαγόνου. Τα θερμικά αποτελέσματα που προκαλούνται κατά την διάρκεια εφαρμογής και ύστερα οδηγούν και σε βιολογικά αποτελέσματα. Ένα φαινόμενο που έχει παρατηρηθεί από την δράση υπερήχων κυρίως στον λιπώδη ιστό λέγεται το φαινόμενο σπηλαιώσης (cavitation). Το αποτέλεσμα αυτού του φαινομένου είναι η έκρηξη μικροκοιτών. Αυτό είναι το τελικό αποτέλεσμα των ενδοκυτταρικών ή αλλιώς περικυτταρικών μικροκοιλιών που προκαλούν αύξηση της μοριακής διέγερσης και με τα υψηλά επίπεδα ενέργειας επιφέρουν πλήρη κυτταρική καταστροφή. Ο ισχυρός αυτός κυτταρικός κατακερματισμός καθορίζει τη διάχυση της λιπιδικής μήτρας των λιποκυττάρων (λιπαρά οξέα) στους ενδοκυτταρικούς χώρους όπου, από την επαφή με τα

παρενθετικά υγρά και το διάλυμα διήθησης, ξεκινούν ένα σταθερό σχηματισμό. Αυτά τα βιολογικά αποτελέσματα θα συνεχιστούν εν μέρει ακόμα και μετά τη λήξη της θεραπείας με υπερήχους. Επιπρόσθετα έχει παρατηρηθεί ότι μετά την εφαρμογή υπερήχων δημιουργείται το φαινόμενο αγγειοδιαστολής όπου λόγω της αυξημένης θερμοκρασίας βελτιώνεται η κυκλοφορία του αίματος. Ως αποτέλεσμα αγγειοδιαστολής είναι η υπεραιμία και η αναλγησία. Επίσης η βελτίωση της κυκλοφορίας του αίματος οδηγεί στην μυοχάλαση συσπασμένων μυών και στον διαχωρισμό των ινών του κολλαγόνου με συνέπεια την αύξηση διατακτικότητας του συνδετικού ιστού. Τέλος το δερματικό κολλαγόνο και οι ελαστικές ίνες αυξάνονται σε αριθμό προκαλώντας πάχυνση του δικτυωτού στρώματος του χορίου και άρα έχουμε μεγάλα αποτελέσματα τόσο στην σύσφιξη και στην μείωση ρυτίδων αλλά και στην ανόρθωση χαλαρωμένου δέρματος στο πρόσωπο και σώμα.^{11, 16, 18, 19, 20.}

4.2.1 MFU (Microfocused Ultrasound)

Το MFU παρέχει χαμηλότερη ενέργεια παλμών στο βαθύ δικτυωτό δέρμα και στην επιδερμίδα, διαταράσσοντας την υποκείμενη αρχιτεκτονική του δέρματος και επιτρέποντας μια σημαντική αύξηση των ιδιοτήτων του δέρματος όπως η διατασιμότητα, ελαστικότητα και ιξωδοελαστικότητα. Ο στόχος είναι να θερμανθεί το επιφανειακό το χόριο στους 60 έως 70 C, προκαλώντας έτσι πήξη θερμικού ιστού (1 mm³), ενεργοποίηση οργανισμού για την επούλωση πληγών, δημιουργία συστολών κολλαγόνου και μικρών πυκνών ινιδίων και παραγωγή νέου ιξωδοελαστικού κολλαγόνου. Το υπερηχογράφημα μικρό-εστίασης έχει αποδειχθεί ότι παράγει ζώνες θερμικού τραυματισμού σε βάθος 7,8 mm στο μυοκαπιονευρωτικό σύστημα, στον κοντινό περιβάλλοντα ιστό και στην επιδερμίδα. Με αυξημένη ενέργεια ή πυκνότητα έκθεσης, υπάρχει αυξημένη συρρίκνωση του ιστών, μειώνοντας έτσι την χαλαρότητα των ιστών. Ιστολογική ανάλυση του δέρματος μετά από θεραπεία με MFU δείχνει μια αύξηση του δερματικού κολλαγόνου μεταξύ των λιπαρών στρωμάτων, μια παχιά επιδερμίδα και μια αύξηση σε ευθεία ελαστικές ίνες που βρίσκονται στο δικτυωτό δέρμα. Έχει περιγραφεί ότι η ελαστικότητα είναι ανάλογη με το ποσό των θέρμανσης που ελευθερώνεται από τους υπερήχους και τον αριθμό ινιδίων κολλαγόνου που περιέχονται στον ιστό. Επί του παρόντος, το MFU έχει εγκριθεί για την χρήση στην περιοχή των φρυδιών και το ντεκολτέ

αλλά και στις υποθάλαμες περιοχές, ρινοχειλικές πτυχές, μηρούς, γόνατα και γλουτούς.

21

4.2.2 HIFU (High-Intensity Focused Ultrasound)

Μία συσκευή ιδιαίτερα δημοφιλή τα τελευταία χρόνια είναι ο υψηλότερης ενέργειας και έντασης υπέρηχος το (HIFU), θεραπεία που έχει πρόσφατα αναπτυχθεί ως απάντηση στην αυξανόμενη ζήτηση για μη επεμβατικές διαδικασίες για το δέρμα που ανυψώνει και σφίγγει. Αρχικά εισήχθη για τη χρήση του στη θεραπεία του καρκίνου στην ουροδόχο κύστη, τον προστάτη και στον καρκίνο των νεφρών, αλλά από τότε που δεν αποδείχθηκε τόσο αποτελεσματική μέθοδος σε σύγκριση με άλλες, έχασε την σημασία της ως προς τη θεραπεία του καρκίνου. Έχει επίσης χρησιμοποιηθεί ως συμπλήρωμα σε κρανιο-προσωπικές χειρουργικές επεμβάσεις, συγκεκριμένα για την ελαχιστοποίηση του οιδήματος μετά από ρινοπλαστική ρινικού σωλήνα. Το HIFU έχει συχνότητα 2MHz και ένταση μεγαλύτερη από 1000W/cm² και έχει δημιουργήσει ένα σημαντικό σημείο αναφοράς στον τομέα των μη χειρουργικών μεθόδων και για την ανύψωση προσώπου. Είναι μια ακουστική ενέργεια, που είναι γνωστό ότι διεισδύσει πολύ βαθύτερα στους ιστούς από ό,τι η ενέργεια του λέιζερ ή των RF στο παρελθόν. Το HIFU θα μπορούσε να είναι μια ασφαλής, αποτελεσματική και μη επεμβατική διαδικασία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βελτιώσει τις ρυτίδες του προσώπου και της χαλαρότητας του δέρματος. Οι συσκευές των υπερήχων όπως το HIFU έλαβαν άδεια το 2009 από την Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ για μια μη επεμβατική ανύψωση φρυδιών και στη συνέχεια για την ανύψωση χαλαρού δέρματος και του αυχένα. Τα αποτελέσματα του συγκεκριμένου υπερήχου επιτυγχάνονται χρησιμοποιώντας δύο τεχνικές, τον θερμικό και τον μηχανικό. Η αρχή και ο στόχος του HIFU είναι να προκαλέσει κυτταρική βλάβη μέσω της πήξης και να δημιουργηθούν στιγμιαία θερμικές αλλοιώσεις. Η δράση της συσκευής με άλλα λόγια περιλαμβάνει θερμικά φαινόμενα σπηλαίωσης, που προκαλούν διαταραχή των κυττάρων και κυτταρικό θάνατο. Ο θερμικός τραυματισμός που συμβαίνει όταν το HIFU εφαρμόζεται στους ιστούς είναι αποτέλεσμα θερμομηχανικής διαδικασίας. Η ενέργεια υπερήχου που απορροφάται από τους ιστούς προκαλεί μοριακές δονήσεις με αποτέλεσμα την παραγωγή θερμότητας και ταχεία αύξηση της θερμοκρασίας στην εστιακή ζώνη. Επιπλέον, η επαναλαμβανόμενη συμπίεση

και οι σπάνιες κρούσεις που εμφανίζονται ως κύματα διάδοσης υπερήχων μέσω των ιστών έχουν ως αποτέλεσμα ισχυρές δυνάμεις διάτμησης. Σε κυτταρικό επίπεδο, αυτή η μικροσκοπική κίνηση διάτμησης οδηγεί σε τριβή και συνεπώς στην θέρμανση. Συγκεκριμένα, οι θερμοκρασίες που δημιουργούνται υπερβαίνουν το ανώτερο όριο της μετουσίωσης πρωτεϊνών (43° C), και μπορεί να φθάσει έως και 80° C, προκαλώντας άμεση πηκτική νέκρωση των στοχευόμενων κύτταρων χωρίς ζημιές σε γύρω περιοχές. Το HIFU συνεπάγεται με διεισδυτική ενέργεια υπερήχων στο βαθύτερο δέρμα και σε υποδερμικά επίπεδα, με αποτέλεσμα μικροτραυματισμό των ιστών και όσο ο ιστός θεραπεύεται προκαλείται η νεοκολλαγένωση που είναι και το ζητούμενο. Επίσης, η συγκεκριμένη τεχνολογία μπορεί να βελτιώσει τις ρυτίδες και την υφή του δέρματος όχι μόνο στο πρόσωπο αλλά και στο σώμα (πχ. περίγραμμα του άνω βραχίονα, έσω μηρούς). Έχει χρησιμοποιηθεί για την μείωση στην περιφέρεια σώματος εφαρμόζοντας 47-59 J / cm² της ενέργειας, μια συχνότητα των περίπου 2 MHz, και ένα εστιακό βάθος των 1,1-1,8 cm. Αν και οι ακτινολογικές τεχνικές έχουν χρησιμοποιηθεί ως συμπλήρωμα της παραδοσιακής λιποαναρρόφησης στο παρελθόν, αυτή είναι η πρώτη τεχνική υπερήχων που χρησιμοποιήθηκε ως η κύρια μορφή μείωσης των λιποκυττάρων. Η ιστολογική ανάλυση δείχνει ότι το HIFU στοχεύει συγκεκριμένα τον υποδόριο λιπώδη ιστό. Μέσα σε 48 ώρες θεραπεία, οι μακροφάγοι αρχίζουν να μεταναστεύουν στην περιοχή για να συμμετέχουν στην φαγοκυττάρωση των λυμένων λιποκυττάρων, συνεχίζοντας για 28 ημέρες έως και 5 μήνες μετά τη θεραπεία με αποτέλεσμα την νέκρωση λίπους να οδηγείται στο 95% καταστροφής των λιποκυττάρων. Στο πρόσωπο αν πρέπει να βελτιώσουμε επιφανειακές ρυτίδες έκφρασης η σημάδια ακμής εφαρμόζουμε την κεφαλή που διοχετεύει υπερήχους σε βάθος 1,5 mm. Αν η χαλάρωση βρίσκεται σε σημεία όπως το μέτωπο, μάτια τότε χρησιμοποιούμε την κεφαλή που διοχετεύει υπερήχους σε βάθος 3mm και αν το πρόβλημα και η έμφαση που πρέπει να δοθεί είναι στις παρειές ή στον λαιμό τότε επιλέγουμε την κεφαλή που θα δώσει βάθος 4.5mm. Με το πέρας της κάθε συνεδρίας με HIFU δεν βρέθηκε καμία θερμική βλάβη στην επιφάνεια του δέρματος στα σημεία εφαρμογής. Οι μελέτες έδειξαν το στοχευόμενο υποδόριο λίπος να είναι περίπου 70 ° C, ενώ η θερμοκρασία της επιφανείας του δέρματος αυξήθηκε μόνο στους 33.1-35.6°. Σύμφωνα με την μελέτη που πραγματοποιήθηκε στο The Esthetic Clinics από τον Οκτώβριο του 2017 έως τον Φεβρουάριο του 2019, ασθενείς που υποβλήθηκαν σε αυτού του είδους θεραπείες στην ηλικιακή ομάδα των 25-55 ετών,

έδειξαν σημαντική βελτίωση κάθε μέρα και περισσότερο. Στον ένα μήνα μετά την θεραπεία παρατηρήθηκε 10% βελτίωση, στον δεύτερο μήνα 20% και στον τρίτο μήνα η βελτίωση έφτασε το 80%. Μέχρι το τέλος των έξι μηνών όπου παρατηρείται η οριστικοποίηση του τελικού αποτελέσματος το 60%-80% των ασθενών είχαν παρατηρήσει πολύ μεγάλο βαθμό βελτίωσης και οι θετικές αυτές αλλαγές και αποτελέσματα διατηρήθηκαν για 1-1,5 χρόνο. Σε άλλες ερευνητικές μελέτες στην Κορέα και Ευρώπη έχουμε παρόμοια στατιστικά αποτελέσματα. Άλλες μελέτες στην θεραπεία με HIFU στο σώμα έχουν δείξει ότι τα βέλτιστα αποτελέσματα επιτυγχάνονται όταν οι ασθενείς έχουν ΔΜΣ μικρότερο από 30 kg/m² και έχουν τουλάχιστον 1 cm λιπώδους ιστού πέρα από την περιοχή θεραπείας. Σε μία άλλη ερευνητική μελέτη με επικεφαλής τον Matthew White διαπιστώθηκε ότι η υπερηχητική ενέργεια που αποτίθεται βαθιά μέσα στο SMAS προκαλεί την πιο αποτελεσματική σύσφιξη του δέρματος και είναι ο μόνος τύπος επαγωγίσιμης ενέργειας που μπορεί να απορροφηθεί επιλεκτικά από τους εν τω βάθει ιστούς.^{20, 11, 19, 16,21, 22, 23}

4.2.3 LOFU (Low-Intensity, Low-Frequency Ultrasound)

Η χρήση του LOFU για γλυπτική σώματος έχει γίνει όλο και πιο δημοφιλής ως εναλλακτική λύση για το HIFU. Λειτουργούν παλμικά σε 17,5W/cm² στα 20-200kHz για να προκαλέσουν το φαινόμενο σπηλαίωσης και ρήξη λιποκυττάρων με ελάχιστη θερμότητα, μειώνοντας τον λιπώδη ιστό με μη επεμβατικό τρόπο. Δεν προκαλούν βλάβη στα νεύρα, το δέρμα, τον συνδετικό ιστό, τους μύς και τα αγγεία. Έχουν βάθος διείσδυσης 10-30mm και δημιουργούν ζώνες πήξης > 100mm³. Δύο μελέτες έχουν δείξει ότι αυτή η τεχνική μετά από 5 έως 10 συνεδρίες θεραπείας είναι επίσης αποτελεσματικές στη μείωση υποδόριου λιπώδους ιστού στις κοιλιακές, γλουτιαίες και μηριαίες περιοχές με μέγιστο 2,1 cm μείωση της κοιλιακής περιφέρειας. Το προφίλ παρενέργειας που περιγράφεται είναι παρόμοιο με το HIFU με ήπια δυσφορία. Έρευνες δεν έχουν σημειώσει αύξηση στα επίπεδα λιπιδίων ή αλλαγή στην ηπατική λειτουργία. Επίσης χαμηλής συχνότητας υπέρηχοι αυξάνουν την διαδερμική απορρόφηση σε μακρομόρια, σε μη πολικά μόρια αλλά και υδρόφοβα μόρια. Αξιοσημείωτο γεγονός είναι ότι η εφαρμογή υπερήχων σε πολύ χαμηλές συχνότητες της τάξης των 20kHz ενισχύει την διαδερμική μεταφορά διάφορων πρωτεϊνών.^{7,21,24}

4.2.4 CAVITATION

Η αλλαγή της πίεσης και η δημιουργία φυσαλίδων αέρα κατά την εφαρμογή υπερήχων σε χαμηλή συχνότητα αλλά υψηλή ένταση ονομάζεται σπηλαιώση (cavitation) και μπορεί με μεγάλη επιτυχία να προκαλέσει ρωγμή λιποκυττάρων. Τα υπερηχητικά κύματα δημιουργούν κύκλους συμπίεσης που ασκούν θετική πίεση και κύκλους διαστολής που ασκούν αρνητική πίεση. Τα αποτελέσματα προκύπτουν από την δημιουργία, επέκταση και έκρηξη κοιλιοτήτων σε υγρά. Τα αέρια μέσα σε αυτές τις κοιλότητες συμπιέζονται, δημιουργώντας έντονη θερμότητα. Σε ιστούς με υψηλή περιεκτικότητα σε νερό, η σπηλαιώση είναι ο κύριος παράγοντας που οδηγεί στη διακοπή των κυττάρων. Δημιουργούνται φυσαλίδες που σχηματίζονται και στις δύο πλευρές των μεμβρανών των κυττάρων και εκτίθενται στις δονήσεις υπερήχων. Η αντανάκλαση του υπερηχητικού κύματος δίνει επιπλέον δυνάμεις στη φυσαλίδα και στον πυρήνα της. Οι φυσαλίδες παγιδεύονται από αυτές τις δυνάμεις σε ένα συγκεκριμένο σημείο του ηχητικού πεδίου. Αναπτύσσονται ύστερα σε μεγάλο βαθμό και μπορούν να καταστρέψουν τα κύτταρα του λιπώδους ιστού. Αυτή η δράση εφαρμόστηκε στην Αισθητική για θεραπεία του τοπικού λίπους. Οι φυσαλίδες έχουν διάμετρο 1-0,1 mm και υπό την επίδραση ταλαντώσεων υπερήχων:

1) Με σταθερό ρυθμό (μόνιμη κοιλότητα): αλλάζουν το μέγεθός τους και τροποποιούν την κυτταρική λειτουργία και δημιουργούνται μικροκύματα που αρχίζουν και ταλαντώνονται.

2) Σε επιταχυνόμενο ρυθμό (προσωρινή κοιλότητα): αυξάνονται σε μέγεθος και δημιουργούν μεγάλες κοιλότητες πριν προκαλέσουν ρήξη. Απαιτείται ελάχιστος χρόνος, ενώ κατά τη διάρκεια της ρήξης υπάρχει αύξηση της θερμοκρασίας των φυσαλίδων που οδηγεί στην καταστροφή των κυττάρων και παραγωγή ελεύθερων ριζών.^{24,25}

4.2.5 ΛΟΙΠΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ ΣΤΗΝ ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΚΑΙ Η ΦΩΝΟΦΟΡΕΣΗ

Οι υπέρηχοι χρησιμοποιούνται επίσης στην αισθητική και για μικροδερμαπόξεση (ήπια απολέπιση) , καθαρισμό προσώπου αλλά και για την αύξηση της διαπερατότητας και εισχώρηση δραστικών ουσιών στο δέρμα (φωνοφόρηση). Επίσης οι υπέρηχοι χρησιμοποιούνται για την κερατολυτική τους δράση μέσω της φημισμένης πιεζοηλεκτρικής σπάτουλας.

4.2.5.1 Πιεζοηλεκτρική σπάτουλα

Ο στόχος της κερατόλυσης είναι η απομάκρυνση των νεκρών κερατινοποιημένων κυττάρων με αποτέλεσμα την συνολική βελτίωση της ποιότητας ενός δέρματος. Οι υπέρηχοι που χρησιμοποιούνται για αυτό είναι χαμηλής συχνότητας περίπου 25kHz. Η πιεζοηλεκτρική σπάτουλα υπερήχων δεν χρησιμοποιεί στον μηχανισμό της κρυστάλλους ή χημικές ουσίες, γεγονός που την καθιστά ιδανική και ευέλικτη για όλους τους τύπους δέρματος. Η δράση τους οφείλεται στην δημιουργία φυσαλίδων αέρα οι οποίες όταν φτάσουν σε ζώνες υψηλής πίεσης και λόγω της μηχανικής ταλάντωσης που προκαλείται από τα υπερηχητικά κύματα καταστρέφονται πλήρως. Έρευνες έχουν δείξει ότι σε μια συνεδρία που εμπεριέχει τρεις εφαρμογές της πιεζοηλεκτρικής σπάτουλας φτάνει την ικανότητα να μειώνει την κεράτινη στιβάδα κατά το 30% - 50%. Όταν η εφαρμογή της σπάτουλας γίνεται υπο γωνία 45° ενδύκνεται για την εισχώρηση των ενεργών κοσμητολογικών συστατικών στο δέρμα, ενώ όταν γίνεται υπο γωνία 30° τότε χρησιμοποιείται για φωνοφόρηση. Συνήθως απαιτούνται από 3 έως 8 συνεδρίες με την πιεζοηλεκτρική σπάτουλα ανάλογα με τις ανάγκες που παρουσιάζει το κάθε δέρμα ξεχωριστά. Η ύπαρξη υγρασίας στα σημεία εφαρμογής είναι αξιοσημείωτη και υποχρεωτική καθώς βοηθάει στην ασφάλεια και στην αποτελεσματικότητα της απομάκρυνσης των νεκρών κυττάρων από το δέρμα. Ο χρόνος εφαρμογής είναι ένα τέταρτο αλλά όταν υπάρχει έντονη ευαισθησία τότε θα πρέπει ο χρόνος να μειωθεί στα πέντε λεπτά. Το άτομο που θα υποβληθεί στην συγκεκριμένη θεραπεία θα πρέπει να μην έχει πρόσφατο αποτριχωμένο δέρμα, να μην έχει κανενός βαθμού έγκαυμα , να μην έχει ακμή και να μην παίρνει αγωγή για αυτήν και να μην έχει προηγηθεί θεραπεία λέιζερ τρεις μέρες πριν. Στο τέλος της θεραπείας εκτός από την αποφυγή εστιών θερμότητας όπως σάουνα, ηλιοθεραπεία κλπ θα ήταν καλύτερο να μην γίνει εφαρμογή προϊόντων

μακιγιάζ για τουλάχιστον δώδεκα ώρες μετά.Υπέρηχοι επίσης χρησιμοποιούνται για τη σύσφιξη των πόρων του προσώπου.Οι γιατροί αξιολόγησαν βελτίωση κατά 86% χρησιμοποιώντας ανιχνευτή 1,5 mm και 91% με τη χρήση ανιχνευτή 3 mm, μεβελτιωμένες μετρήσεις ελαστικότητας του δέρματος και με κορνεόμετροχρησιμοποιώντας έναν από τους δύο ανιχνευτές. Το επίπεδο του σμήγματος μειώθηκε επίσης,ωστόσο όχι σημαντικά.

4.2.5.2 Φωνοφόρηση

Στην επιστήμη της Αισθητικής και Κοσμητολογίας ένα μεγάλο αντικείμενο που φέρνει πολύ ενδιαφέρον για περαιτέρω έρευνα είναι η αύξηση της διαδερμικής απορρόφησης. Το 1954 πραγματοποιήθηκε η πρώτη στην ιστορία μελέτη πάνω στην αύξηση διαπερατότητας του δέρματος σε φάρμακα. Από τότε οι επιστήμονες δεν έχουν σταματήσει την αναζήτηση και την εφαρμογή υπερήχων και για άλλους σκοπούς πάνω στα θέματα Αισθητικής. Ο φραγμός του δέρματος δεν αποτελεί μόνο προστατευτικό ρόλο απέναντι στον ανθρώπινο οργανισμό αλλά λειτουργεί και ανασταλτικά στην διαδικασία διείσδυσης κοσμητολογικών ενεργών συστατικών με στόχο την θεραπεία απέναντι σε αισθητικά προβλήματα.Μόνο περιορισμένος αριθμός μορίων χαμηλού μοριακού βάρους (<500Da) λιπόφιλες ουσίες και σε μικρές ποσότητες (<10mg/ημέρα) μπορούν να μεταφερθούν με επιτυχία διαδερμικά.

Φωνοφόρηση καλείται η διαδικασία έκθεσης του δέρματος σε υπερήχους με σκοπό την αύξηση της διαπερατότητας του και την αύξηση της διαδερμικής απορρόφησης.

Στην φωνοφόρηση οι υπέρηχοι δημιουργούν παλινδρομικά ηχητικά κύματα τα όποια εισχωρούν στο δέρμα και με την σειρά τους δημιουργούν προσωρινά φυσαλίδες αέρα ανάμεσα στα λιπίδια των κυττάρων της κεράτινης στιβάδας. Με την σπηλαιώση που επιτυγχάνεται αυξάνεται η διαδερμική απορρόφηση. Έχει βρεθεί ο ισχυρός ρόλος της φωνοφόρησης με χαμηλή συχνότητα προκαλείται από τη παροδική σπηλαιώση. Τα κρουστικά κύματα που προκαλούν σπηλαιώση μπορούν να διαταράξουν τα λιπίδια και ως συνέπεια να δημιουργηθούν<<ατέλειες>>στην κεράτινη στιβάδα. Στην περιοχή εφαρμογής των υπερήχων παρατηρείται σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας. Παρότι είναι γνωστό πως η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει την κινητική ενέργεια των μορίων και ως εκ τούτου θα διευκολυνόταν η διαδερμική απορρόφηση, η αύξηση όμως της

θερμοκρασίας της θερμοκρασίας κατά την φωνοφόρηση είναι < από 7 βαθμούς Κελσίου και δεν μπορεί να παίξει ρόλο στην αύξηση διαδερμικής απορρόφησης των ουσιών. Μέσω της φωνοφόρησης μόρια χημικών παρασκευασμάτων, κυρίως αντιφλεγμονωδών και αναλγητικών ουσιών, κατευθύνονται σε φλεγμαίνοντες ιστούς με την μεσολάβηση του ηχητικού πεδίου. Με την τεχνική της φωνοφόρησης εισάγονται μόρια και όχι ιόντα ουσιών που σημαίνει ότι το βάθος διείσδυσης των ουσιών αυτών είναι μικρό (1-2mm). Οι συχνότητες που χρησιμοποιούνται είναι μικρές καθώς παρουσιάζουν μεγάλη διεισδυτικότητα ενώ η εφαρμογή διαρκεί 5-6 λεπτά και συνήθως συστήνονται 10-12 συνεδρίες. Είναι λοιπόν η πράξη εκείνη κατά την οποία εισάγονται στο σώμα φαρμακευτικές (προς το παρόν) ουσίες με τη βοήθεια της ενέργειας των υπερήχων και χρησιμοποιείται καθαρά για θεραπευτικούς σκοπούς. Είναι λάθος να ταυτίζεται η έννοια της φωνοφόρησης με εκείνη της ιοντοφόρησης. Η ιοντοφόρηση είναι τεχνικής μεταφοράς ιόντων στους ιστούς με την εφαρμογή συχνού (γαλβανικού) ηλεκτρικού ρεύματος και σε αντίθεση με την φωνοφόρηση βρίσκει οικολογία εφαρμογών στην αισθητική.^{7,11,21,26}

4.3 ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ

Η χρήση υπερήχων αισθητικής είναι υψηλά υποσχόμενη για την αντιμετώπιση αισθητικών προβλημάτων όπως καταπολέμηση κυτταρίτιδας, λεμφική παροχέτευση, ρυτίδες και χαλάρωση. Άτομα που έχουν κάποια από αυτά τα αισθητικά προβλήματα από ήπιο έως μέτριο βαθμό είναι οι ιδανικοί για την θεραπευτική αυτή μέθοδο των υπερήχων. Η θεραπεία υπερήχων ταιριάζει καλύτερα σε ασθενείς με ήπια έως μέτρια χαλάρωση δέρματος και μαλακού ιστού. Επίσης, ένα μεγάλο πλεονέκτημα της θεραπείας με υπερήχους είναι ότι δεν στοχεύει τη μελανίνη όπως άλλες συσκευές που βασίζονται στο φως, αντιθέτως είναι ανεξάρτητη από το χρώμα του δέρματος και τα χρωμοφόρα με αποτέλεσμα να είναι ασφαλής θεραπεία για όλους του τύπους δέρματος (Fitzpatrick I – V). Οι αντενδείξεις υπερήχων είναι πρώτα απ' όλα να μην εφαρμόζονται σε περιοχές με κοιλότητες υγρών όπως μάτια, μήτρα, στους όρχεις, στον εγκέφαλο, σε κακοήθεις νεοπλασίες, σε περιοχές με μολύνσεις και πάνω από περιοχές καταγμάτων πριν την πόρωσή τους. Άλλη μια απαγορευτική περιοχή είναι και εκείνη που περιλαμβάνουν και εκείνες του διαγνωστικού υπερήχου, κυρίως ότι τα ηχητικά κύματα δεν μπορούν να περάσουν από στερεές δομές (δηλαδή οστά) και εμποδίζονται από τον αέρα,

περιορίζοντας τη χρήση του σε κοίλα όργανα όπως οι πνεύμονες. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στο δέρμα καπνιστών καθώς και στο φωτογηρασμένο δέρμα λόγω μειωμένης ικανότητας ανταπόκρισης στους μηχανισμούς επούλωσης. Σχετική αντένδειξη είναι και τα ιατρικά φάρμακα που εμποδίζουν την επούλωση τραυμάτων και πληγών. Επίσης απαγορεύεται η εφαρμογή πάνω στην καρδιά και σε άτομα με βηματοδότη λόγω της πιθανότητας πρόκλησης βλάβης στο μυοκάρδιο. Επιπρόσθετα, απαγορεύεται σε άτομα με σακχαρώδη διαβήτη διότι η εφαρμογή υπερήχων μπορεί να προκαλέσει μείωση επιπέδων του σακχάρου στο αίμα και κατά συνέπεια ασθενείς που πάσχουν από αυτό να υποφέρουν από κόπωση. Τέλος δεν συστήνεται χρήση σε εγκύους και σε περιοχές με κισσούς και θρομβοφλεβίτιδες, σε άτομα κάτω των 25 ετών, σε άτομα με τάση δημιουργίας χηλοειδών και σε περιπτώσεις ενεργής ακμής.^{11, 16, 17}

4.4 ANEΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ

Κατά την διάρκεια της θεραπείας οι ασθενείς περιγράφουν την αίσθηση ζέστης που κάποιοι ανέφεραν και την αίσθηση μυρμηγκιάσματος-τσιμπήματος. Αμέσως μετά την εφαρμογή υπερήχων στο δέρμα παρατηρείται ένα φευγαλέο ερύθημα λόγω της υπεραιμίας που δημιουργείται από την θερμότητα στους ιστούς. Με το πέρας της θεραπείας αυτό το ερύθημα φεύγει σε ένα σύντομο και άμεσο χρονικό διάστημα μεταξύ ωρών και είναι απολύτως φυσιολογικό. Ανεπαρκής πίεση της κεφαλής της κεφαλής του υπερήχου ή ελάχιστο έως ανεπαρκές ενδιάμεσο υλικό gelπιθανά να προκαλέσει ένα πιο έντονο ερεθισμό που είναι αναστρέψιμος. Σε περίπτωση όπου διοχετευθεί ο υπέρηχος στις μη επιτρεπόμενες περιοχές (κρόταφοι, οφθαλμικές κόγχες, καθεκτικής μυς της γωνίας του στόματος) είναι πιθανό να προκληθεί αναστρέψιμη πάρεση του προσωπικού νεύρου. Η αποκατάσταση επέρχεται εντός 2-3 εβδομάδων. Η σωστή επιλογή πελατών που θα υποβληθούν στην εφαρμογή υπερήχων, η αξιοπιστία των μηχανημάτων καθώς και η εφαρμογή από εκπαιδευόμενο και εξειδικευμένο προσωπικό σίγουρα ελαχιστοποιεί τις πιθανότητες αυτών των δυσάρεστων αυτών αποτελεσμάτων.^{15, 17}

4.5 ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΑΣΘΕΝΩΝ

Ο ιδανικός ασθενής για την μη χειρουργική σύσφιξη ιστών με υπερήχους εμφανίζει ήπια έως μέτρια χαλάρωση του δέρματος και των μαλακών ιστών. Δεν πρέπει να υπάρχει μεγάλο και υψηλό βαθμού χαλάρωση ή υπερβολική φωτογήρανση, καθώς η ικανότητά τους για δημιουργία κολλαγόνου σε απόκριση στον θερμικό τραυματισμό μπορεί να είναι ανεπαρκής. Επιπλέον, οι νεότεροι ασθενείς θα ήταν καλύτεροι υποψήφιοι για την επεξεργασία θερμικής ενέργειας και την θερμική τους απορρόφηση επειδή διαθέτουν ίνες κολλαγόνου βέλτιστης ποσότητας και μεγέθους. Επιπλέον, οι νεότεροι ασθενείς τείνουν να έχουν περισσότερο ισχυρή απόκριση στην επούλωση πληγών. Θα ήταν πολύ χρήσιμο πριν ο ασθενής αποφασίσει να υποβληθεί στην θεραπεία να προηγηθεί και μια λεπτομερή συζήτηση για τα αναμενόμενα αποτελέσματα, τους περιορισμούς και τις πιθανότητες για μη αξιόλογη κλινική βελτίωση ώστε να γίνει καθορισμός ρεαλιστικών προσδοκιών.²⁷

4.6 ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ ΜΕ ΡΑΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ

Ο υπέρηχος χρησιμοποιεί τη μηχανική συμπίεση και τα ηχητικά κύματα και χαρακτηρίζεται από την συχνότητα και την ένταση. Τα κύματα διαδίδονται μέσω του ιστού και προκαλούν τα μόρια του να ταλαντώνονται. Αυτή η μηχανική επίδραση μπορεί να μεταφραστεί σε θερμότητα με παρόμοιο τρόπο με την χρήση ραδιοσυχνοτήτων RF. Η εμφάνιση του προσώπου και του λαιμού είναι βαθιά επηρεασμένη από την πάροδο του χρόνου και στην διαδικασία της γήρανσης. Υπάρχει μειωμένη ελαστικότητα ιστού και χαλάρωση του δέρματος ως επιπτώσεις της βαρύτητας. Οι ραδιοσυχνότητες RF του δέρματος μπορούν να συμβάλλουν στην προσωρινή συρρίκνωση των ινών κολλαγόνου και διεγείρουν την νέα παραγωγή κολλαγόνου και ελαστίνης. Το ποσό της συστολής ιστού και η αναδιαμόρφωση του εξαρτάται από τη μέγιστη θερμοκρασία που φτάνει, το χρονικό διάστημα που η θερμοκρασία διατηρείται, την αγωγιμότητα και την ηλικία του ιστού. Οι ραδιοσυχνότητες οδηγούν σε μια άμεση αλλαγή στην ελικοειδή δομή του κολλαγόνου. Υπάρχουν πλέον συσκευές όπως της βιομηχανίας BTL, το BTL Exilis που συνδυάζει τις ραδιοσυχνότητες RF και τον υπέρηχο και προορίζεται για περιποιήσεις προσώπου και σώματος. Ο συγκεκριμένος μηχανισμός έχει στόχο να αλλάξει την

σύνθετη αντίσταση του ιστού, να αυξήσει τη διαπερατότητα κυττάρων, και να επιτρέψει την καλύτερη διείσδυση της ενέργειας RF σε βαθύτερα στρώματα. Η κεφαλή της συσκευής που χρησιμοποιείται για το πρόσωπο έχει ρυθμιστεί με τέτοιο τρόπο που τώρα εκπέμπει την ενέργεια του σε ένα 360°. Αυτό επιτρέπει την παροχή περισσότερης ενέργειας στον ιστό και βοηθά στην αντιμετώπιση προβληματικών περιοχών όπως περικογχική ζώνη πολύ κοντά στα μάτια. Η στατιστική ανάλυση και τα αποτελέσματα της θεραπείας επιβεβαίωσαν την αισθητική βελτίωση με ένα υψηλό ποσοστό ανταπόκρισης ασθενών που σημειώνεται πάνω από το 90%. Επίσης πολλές μελέτες έχουν διερευνήσει τη συνδυαστική θεραπεία με HIFU και RF για την διαμόρφωση του περιγράμματος του σώματος. Η πρώτη μελέτη χρησιμοποίησε συνδυασμό υπερήχων (0,2 MHz, 141 W) και ραδιοσυχνοτήτων RF(0,8 MHz, 34,5 W) για την απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού για την αξιολόγηση της υποδόριας μείωσης του λιπώδους ιστού. Αποτελέσματα δείχνουν μείωση 3,91- 1,8 cm στην κοιλιακή περιφέρεια με μείωση 21,4% στο άνω κοιλιακό λίπος και 25% μείωση στην κάτω κοιλιακή χώρα. Οι ασθενείς ανέφεραν ελάχιστο πόνο και υψηλά ποσοστά ικανοποίησης. Μια άλλη μελέτη με υπερήχους και ραδιοσυχνότητες RF κάθε 2εβδομάδες έχει δείξει μείωση 0,4 cm - 1,2 cm σε κοιλιακή περιφέρεια έως 1 έτος μετά τη θεραπεία. Ωστόσο, δεν υπήρξε σημαντική αλλαγή στο βάρος του σώματος. Ακόμα μια άλλη μελέτη που διερευνά τον ίδιο συνδυασμό θεραπείας με 3 συνεδρίες κάθε 2εβδομάδες έδειξαν επίσης σημαντική βελτίωση στην μείωση κοιλιακής χώρας και περιφέρειας με μειωμένο πάχος κατά μέσο όρο 2,5 cm 2 εβδομάδες μετά τη δεύτερη συνεδρία θεραπείας. Η επίδραση και ο συνδυασμός των τεχνολογιών ραδιοσυχνοτήτων και υπερήχων στην γήρανση του δέρματος επιβεβαιώνεται και μέσω της θερμικής ενίσχυσης θερμικού σοκ, της HSP47, μιας θερμοευαίσθητης πρωτεΐνης που σχετίζεται με την έκφραση του κολλαγόνου, οδηγώντας σε αυξημένη έκφραση γονιδίου εξωκυτταρικής μήτρας και την αύξηση πρωτεϊνών από 24 έως 44 ώρες αντίστοιχα, καθώς προκλήθηκε και διαφοροποίηση της επιδερμίδας αλλά και διεργασίες στους δείκτες που σχετίζονται με το φραγμό του δέρματος. Η ανοδική ρύθμιση του κολλαγόνου XVII και το κολλαγόνο τύπου IV αυξήθηκαν 12 και 5 φορές αντίστοιχα και οι γλυκοζαμινογλυκάνες βρέθηκαν 1,4 φορές πιο βελτιωμένες. Τέλος η ιστολογική αξιολόγηση δείχνει υψηλότερη έκφραση των κυτταροκερατινών 10 και 14 που μπορεί να μαρτυρήσει μια πιθανή επανενεργοποίηση της πολλαπλασιαστικής κατάστασης του δέρματος ως στρατηγική αναζωογόνησης. Όλα τα παραπάνω αποτελούν πιθανό κλειδί σημασίας για τις επόμενες

εξελίξεις στις τεχνολογίες με στόχο την ελαστικότητα του δέρματος. Ως ανεπιθύμητη ενέργεια στο συνδυασμό των δύο αυτών θεραπειών υπερήχων και ραδιοσυχνοτήτων RF περιλαμβάνεται ο ήπιος πόνος, που επιλύει αυθόρμητα το σχηματισμό των μορίων, και το 6% των ασθενών που αναφέρουν δυσαρέσκεια.^{2, 21, 28}

5. ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ

Η συσκευή υπερήχων αποτελείται από μια κεντρική μονάδα ενέργειας, έναν υπολογιστή και εναλλάξιμες ηχοβολιστικές χειρολαβές-κεφαλές. Η ίδια χειρολαβή περιέχει έναν μετασχηματιστή που επιτρέπει τη διαδοχική απεικόνιση (υπερηχογράφημα χαμηλότερης ενέργειας, επιτρέποντας οπτικοποίηση δερματικών και υποδόριων δομών) και θεραπεία (με υψηλότερης ενέργειας υπερηχογράφημα). Μπορούν να γίνουν πολλές ρυθμίσεις στην πηγή, όπως η ισχύς που απελευθερώνεται, ο χρόνος έκθεσης, το μήκος της γραμμής έκθεσης, η απόσταση μεταξύ των ζωνών έκθεσης και η καθυστέρηση του χρόνου μετά από κάθε έκθεση.

Η συσκευή είχε αρχικά 3 χειρολαβές:

1. Επιφανειακό: 7,5 MHz, βάθος εστίασης 3,0 mm
2. Ενδιάμεσο: 7,5 MHz, βάθος εστίασης 4,5 mm
3. Βαθύ: 4,4 MHz, βάθος εστίασης 4,5 mm

Πιο πρόσφατα, εισήχθη ένας μετασχηματιστής των 19 MHz ικανός να παράγει εστιακά σημεία θερμικής πήξης σε βάθος 1,5 mm μέσα στο χόριο για να προκαλέσει πιο επιφανειακή δερματική νέο-κολλαγονογένεση. Ανθρώπινα ιστικά μπλοκ έχουν δείξει ότι το βάθος διείσδυσης καθορίζεται από τη συχνότητα, δηλαδή τα κύματα υψηλότερης συχνότητας εστιάζουν σε μια ρηχή ζώνη βλάβης ενώ τα κύματα χαμηλότερης συχνότητας έχουν μεγαλύτερο βάθος διείσδυσης και παράγουν σημεία θερμικής πήξης σε βαθύτερα στρώματα. Κάθε χειρολαβή αποδίδει την ενέργεια σε ευθεία γραμμή 25 mm με σημείο θερμικής πήξης από 0,5 έως 5,0 mm σε ένα συγκεκριμένο βάθος εντός του ιστού. Οι μικρές χρονικές διάρκειες των παλμών (25–50 ms) και η σχετικά χαμηλή ενέργεια (0,4–1,2 J), ανάλογα με τον συγκεκριμένο μετασχηματιστή, προσδιορίζουν το βάθος των

σημείων θερμικής πήξης στο στόχου τους. Η χειρολαβή παραμένει σταθερή για τις καθορισμένες μεταβλητές (ισχύς, διάρκεια) και στις ρυθμιζόμενες μεταβλητές (διάρκεια θεραπείας, απόσταση από τις εκθέσεις) για την παραγωγή ομοιόμορφων εκθέσεων στους ιστούς για κάθε θεραπεία. Μελέτες σε πτώματα ανθρώπων, καθώς και προκλινικές μελέτες στο δέρμα χοίρου και στο δέρμα εκτομής πριν από την προρυτιδεκτομή επιβεβαίωσαν τη συνοχή στο βάθος, το μέγεθος και τον προσανατολισμό των σημείων θερμικής πήξης που δημιουργήθηκαν από τον υπέρηχο, στους υποδερμικούς μαλακούς ιστούς και σε βαθύτερα επιφανειακά στρώματα μυοκαπιονευρωτικών στιβάδων (SMAS), ενώ παράλληλα διατηρούνται οι αμέσως παρακείμενοι μαλακοί ιστοί και δομές. Η θερμική βλάβη περιορίζεται διατηρώντας τη διάρκεια του παλμού σχετικά μικρή. Η ενέργεια που παρέχεται δεν είναι υπερβολική για το δεδομένο εστιακό βάθος και τη συχνότητα που εκπέμπεται από τον εκάστοτε μετασχηματιστή. Το επιδερμικό στρώμα παραμένει ανεπηρέαστο, επομένως, εξαλείφεται η ανάγκη για επιδερμική ψύξη. Επειδή ο ιστός μεταβάλλεται τμηματικά σαν συστοιχίες μικρών ζωνών εστιακής βλάβης παρά σαν αφαίρεση ολόκληρης της μακροσκοπικής περιοχής, η επούλωση είναι ταχεία, από τον ιστό αμέσως δίπλα στις θερμικές βλάβες. Αυτό είναι κάπως ανάλογο με την κλασματική αφαίρεση λέιζερ (fractionallaserablation), με την διαφορά πως ο υπέρηχος επηρεάζει μόνο τον βαθύ δερματικό και υποδόριο ιστό. Το αποτέλεσμα της σύσφιξης της θεραπείας με υπέρηχους βασίζεται στην θερμική πήξη συγκεκριμένων ζωνών του δέρματος και του υποδόριου ιστού. Η ενέργεια του υπέρηχου εστιάζεται, έτσι ώστε η θερμική πήξη να συμβαίνει μόνο όταν τα ηχητικά κύματα συναντώνται σε διακριτά διαχωρισμένα σημεία. Το μέγεθος των σημείων ποικίλλει ανάλογα με τη συγκεκριμένη συχνότητα και ισχύ που ορίζεται από τις ρυθμίσεις. Αυτό οδηγεί σε μη χειρουργική ανύψωση των ιστών χωρίς να επηρεάζει την επιφάνεια του δέρματος. Πέραν της ιονίζουσας ακτινοβολίας, ο υπέρηχος είναι ο μόνος τύπος επαγωγίσιμης ενέργειας που μπορεί να μεταφερθεί βαθιά στον ιστό με επιλεκτικό τρόπο χωρίς να επηρεάσει τους υπερκείμενους ιστούς. Η θεραπεία είναι προγραμματιζόμενη για διάφορα βάθη και αποστάσεις με την επιλογή του ανάλογου μετασχηματιστή-κεφαλής. Η μεταβλητότητα της παροχής ενέργειας στην θεραπεία συμβαίνει μόνο δευτεροβάθμια όταν χρησιμοποιείται σε ακατάλληλη επιφάνεια δέρματος, όταν ο μετασχηματιστής εφαρμόζεται στο δέρμα. Για πιο επιφανειακές θεραπείες, η απόσταση μεταξύ των σημείων θερμικής πήξης είναι μικρότερες. Για να

αποφευχθεί η επιφανειακή επίδραση, εφαρμόζεται λιγότερη ενέργεια όταν χρησιμοποιείται η πιο επιφανειακή κεφαλή.²⁷

6. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΥΠΕΡΗΧΩΝ ΣΤΗΝ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ

Θεραπευτικά, ο υπέρηχος έχει χρησιμοποιηθεί από καιρό σαν βοηθητικό εργαλείο στην λιποαναρρόφηση, σε μια προσπάθεια να μειώσει τραύματα ιστού και να βελτιώσει την συστολή του δέρματος. Η μέθοδος εισήχθη κλινικά για την αφαίρεση του λίπους το 1989 από τον Δρ Zocchi, ο οποίος ανέπτυξε την έννοια της εφαρμογής υπερήχων ενέργειας στον λιπώδη ιστό. Ένας από τους ακρογωνιαίους λίθους της τεχνικής είναι ότι το μήκος κύματος της ενέργειας στοχεύει ειδικά στα λιποκύτταρα, φρενάροντας τα κυτταρικά τοιχώματα και προκαλώντας απελευθέρωση του κυτταρικού περιεχομένου στον ενδοκυτταρικό χώρο. Το μείγμα των τριγλυκεριδίων, το φυσιολογικό διάμεσο υγρό και το εγχυμένο υγρό όγκου αναμιγνύεται σε ένα λιπαρό γαλάκτωμα το οποίο μπορεί να εξαχθεί από τον υποδόριο χώρο με αναρρόφηση χαμηλού κενού. Η υπερηχητική ενέργεια θα προκαλέσει ελάχιστη επίδραση στην παρέμβαση του συνδετικού ιστού και των νευροαγγειακών δομών. Πλεονεκτήματα της τεχνικής είναι ο καλύτερος έλεγχος της επιφάνειας όπου έχει επισημανθεί το περίγραμμα και η αυξημένη συστολή του δέρματος πάνω από τις περιοχές που έχουν υποστεί αγωγή. Ένα άλλο προφανές πλεονέκτημα της τεχνικής είναι η μικρότερη κόπωση του χειρουργού. Οι περισσότεροι ασθενείς που υποβάλλονται σε λιποαναρρόφηση και κοιλιοπλαστική ελέγχονται προεγχειρητικά με τη χρήση υπερήχων. Επίσης ο υπέρηχος λαμβάνει χώρα και σε μετεγχειρητικές χρήσεις. Ένα υπερηχογράφημα μετά από μια κοιλιοπλαστική σε αυτήν την περίπτωση μπορεί να είναι καθησυχαστικό για τον ασθενή, που δεν μπορεί εύκολα να πειστεί ότι τίποτα δεν είναι λάθος με βάση την κλινική εξέταση και μόνο. Ένα εξελισσόμενο μετεγχειρητικό αιμάτωμα μπορεί να είναι δύσκολο να διακριθεί από πρήξιμο ή απλά από μια υψηλή θέση του εμφυτεύματος. Ο χειρουργός μπορεί να είναι σε χειρουργική επέμβαση και σε θέση αμέσως να εξετάσει έναν ασθενή στην αίθουσα ανάνηψης. Ένα υπερηχογράφημα θα κάνει τη διάγνωση με μεγάλη και υψηλή αξιοπιστία. Επιπρόσθετα ο υπέρηχος μπορεί να μετρήσει τα επίπεδα λίπους και να αξιολογήσει τα στρώματα πάχους μετά από αποθεραπείες ή επεμβάσεις που

πρωταρχικό ρόλο είχαν την μείωση βάρους. Τέλος, ο υπέρηχος είναι ένα σημαντικό εργαλείο στη διαχείριση των εμφυτευμάτων στήθους. Αυτή η συσκευή είναι απαραίτητη για την αξιολόγηση της μάζας του μαστού, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που προκύπτουν μετά την μεταμόσχευση αυτόλογου λίπους. Επίσης χρησιμοποιείται το υπερηχογράφημα σε αυτές τις περιπτώσεις εμφυτευμάτων στήθους για την απεικόνιση πιθανής παρουσίας πτυχώσεων ή οποιαδήποτε άλλης ανωμαλίας. Οι υπέρηχοι λοιπόν είναι ιδιαίτερα ακριβής και καλά ανεκτά από τους ασθενείς. Οι διαγνώσεις είναι ταχείες και βελτιώνουν την ασφάλεια των ασθενών. Ο υπερηχογράφος υψηλής έντασης έχει κάνει πρόσφατα το ντεμπούτο του στην κοινότητα πλαστικής χειρουργικής, με προκαταρκτικές μελέτες να είναι πολλά υποσχόμενες και συναρπαστικές. Οι πλαστικοί χειρουργοί είναι στο προσκήνιο των νέων αυτών εφαρμογών.^{29, 30}

7. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μηχανήματα υπερήχων αποτελούν μια καλή λύση όχι μόνο σε χρονολογική γήρανση, αλλά και μετά από τη φωτογήρανση, ή επακόλουθα μετά την εγκυμοσύνη και την απώλεια βάρους. Αν και χειρουργικές επεμβάσεις για την αντιμετώπιση αυτών των περιστάσεων είναι πιο αποτελεσματικά, φέρουν εγγενείς κινδύνους και απαιτείται χρόνος ανάρρωσης. Οι συσκευές υπερήχων έχουν τη δυνατότητα να συρρικνώνουν τις ίνες κολλαγόνου στο χόριο και τον υποδόριο ιστό. Αργότερα φαίνονται τα αποτελέσματα κολλαγονογένεσης και ελαστογένεσης που είναι η μακροπρόθεσμη σκλήρυνση του ιστού και η βελτίωση του χαλαρωμένου δέρματος. Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλους τους τύπους δέρματος (Fitzpatrick I – V) και με απόλυτη ασφάλεια ως προς την υγεία των ανθρώπων γεγονός που με τη σειρά του αυξάνει την ευελιξία του. Είναι μια υποσχόμενη μέθοδος και ικανή να ανοίξει ακόμα πιο νέους δρόμους και να φέρει επανάσταση στο μέλλον της μη επεμβατικής πλαστικής χειρουργικής και την αισθητική.

SUMMARY.

Ultrasound is an effective solution not only in chronological aging, but also after photoaging, or consequently after pregnancy and weight loss. Although invasive

treatments are more effective, they carry inherent risks and require recovery time. Non-invasive thermal devices have the ability to shrink the age of collagen fibers in the skin and subcutaneous tissue. The results are collagenogenesis and elastogenesis which are the long-term hardening of the tissue and the improvement of the relaxed skin. In addition, it can be used on all skin types (Fitzpatrick I - V), which in turn increases its flexibility. It is a promising method and offers new perspectives in the future for aesthetic treatments.

Βιβλιογραφία

1. Green, J., & Greene, R. (2014). Skin Tightening Technologies. *Facial Plastic Surgery*, 30(01), 062–067.
2. Louis, F., Fujii, N., Katsuyama, M., Okumoto, S., & Matsusaki, M. (2020). Effects of radiofrequency and ultrasound on the turnover rate of skin aging components (skin extracellular matrix and epidermis) via HSP47-induced stimulation. *Biochemical and Biophysical Research Communications*.
3. Fritz, N. E., Rao, A. K., Kegelmeyer, D., Kloos, A., Busse, M., Hartel, L., ... Quinn, L. (2017). Physical Therapy and Exercise Interventions in Huntington’s Disease: A Mixed Methods Systematic Review. *Journal of Huntington’s Disease*, 6(3), 217–235.
4. NDT Resource Center. (n.d.). History of Ultrasonics. Ανάκτηση από <https://www.nde-ed.org/EducationResources/CommunityCollege/Ultrasonics/Introduction/history.htm>
5. CME- SCIENCE. (n.d.). Ανάκτηση από <https://cmescience.com/who-invented-ultrasound/>
6. Bell, D. D., & Nadrljanski, A. P. (n.d.). RADIOPAEDIA. Ανάκτηση από <https://radiopaedia.org/articles/history-of-ultrasound-in-medicine>

7. Κεφαλά, Β., Μπισκανάκη, Φ., Ανδρέου, Ε., & Ράλλης, Ε. (2018). Σημαντικές εφαρμογές Υπερήχων στην Αισθητική. Κερατόλυση και Φωνοφόρηση. Στο Επιθεώρηση Κλινικής Φαρμακολογίας και Φαρμακοκινητικής (σ. 123). Ελληνική Έκδοση.
8. Barcaui, E. de O., Carvalho, A. C. P., Lopes, F. P. P. L., Piñeiro-Maceira, J., & Barcaui, C. B. (2016). High frequency ultrasound with color Doppler in dermatology. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, 91(3), 262–273.
9. HEWITT, P. G. (2015). Οι έννοιες της Φυσικής. ΗΡΑΚΛΕΙΟ: ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ .
10. Αντωνίου, Ν., Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ., & Παπασιόμπα, Λ. ΦΥΣΙΚΗ (Γ' Γυμνασίου). ΑΘΗΝΑ: ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ.
11. ΡΗΓΑ, Μ., & ΓΛΗΓΟΡΗ, Σ. (2006). Αισθητική Ηλεκτροθεραπεία. ΑΘΗΝΑ: ΑΘ.ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ.
12. HOSKINS, P., MARTIN, K., & THRUSH, A. Diagnostic Ultrasound Physics and equipment .Cambridge Medicine .
13. AIUM Practice Guideline for the Performance of Neurosonography in Neonates and Infants. (2010). *Journal of Ultrasound in Medicine*, 29(1), 151–156.
14. Murata Manufacturing Co., Ltd. (2002) Piezoelectric Ceramic Sensors (PIEZOTITE). Ανάκτηση από <http://www.murata.com>.
15. Tevez, A., & Sasaki, G. (2012). Microfocused Ultrasound for Nonablative Skin and Subdermal Tightening to the Periorbitum and Body Sites: Preliminary Report on Eighty-Two Patients. *Journal of Cosmetics, Dermatological Sciences and Applications* .
16. Shome, D., Vadera, S., Ram, M. S., Khare, S., & Kapoor, R. (2019). Use of Micro-focused Ultrasound for Skin Tightening of Mid and Lower Face. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. PRSGLOBALOPEN .
17. Μπισκανάκη, Φ., & Κεφαλά, Β. (2019). Σύγχρονες Εφαρμογές Υπερήχων στην Δερμοαισθητική : Εστιασμένοι Υπέρηχοι Υψηλής Έντασης. Στο Επιθεώρηση Κλινικής Φαρμακολογίας και Φαρμακοκινητικής (Τόμ. 37).
18. Zocchi, M. (2020). Ultrasonic Liposculpturing. *Aesthetic Plastic Surgery*.
19. GuillenFabi, S. (2015). Noninvasive skin tightening: focus on new ultrasound techniques. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, 47.
20. Park, H., Kim, E., Kim, J., Ro, Y., & Ko, J. (2015). High-Intensity Focused Ultrasound for the Treatment of Wrinkles and Skin Laxity in Seven Different Facial Areas. *Annals of Dermatology*, 27(6), 688.

21. Juhász, M., Korta, D., & Mesinkovska, N. A. (2018). A Review of the Use of Ultrasound for Skin Tightening, Body Contouring, and Cellulite Reduction in Dermatology. *Dermatologic Surgery*, 44(7), 949–963.
22. Tadisina, K. K., Patel, M. N., & Chopra, K. (2013). High-intensity focused ultrasound in aesthetic plastic surgery. *Open Access Journal of Plastic Surgery* ;13:ic56. eCollection 2013.
23. Goel, A., Molvi, M. A., & Gatne, V. (2016). HIFU: New Paradigm for Non-Surgical Facelift in. *Gavin Journal of Dermatology Research and Therapy* .
24. Kefala, V., Biskanaki, F., Andreou, E., & Rallis, E. (2018). Cavitation. A Local Fat Treatment Method with Effect Of Ultrasound. *Review Of Clinical Pharmacology And Pharmacokinetics* vol 32 pages 83-85. International Edition.
25. Payne, J. H. (1994). Ultrasonic dissection. *Surgical Endoscopy*, 8(5), 416–418.
26. Gold, M., Ablon, G., Andriessen, A., Goldberg, D., Hooper, D., & Mandy, S. (2019). Facial cleansing with a sonic brush—A review of the literature and current recommendations. *Journal of Cosmetic Dermatology*.
27. Minkis, K., & Alam, M. (2014). Ultrasound Skin Tightening. *Dermatologic Clinics*, 32(1), 71–77.
28. Chilukuri, S., Denjean, D., & Fouque, L. (2017). Treating multiple body parts for skin laxity and fat deposits using a novel focused radiofrequency device with an ultrasound component: Safety and efficacy study. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 16(4), 476–479.
29. Swanson, E. (2018). The Expanding Role of Diagnostic Ultrasound in Plastic Surgery. *Plastic and Reconstructive Surgery - Global Open*, 6(9), e1911.
30. Troilius, C. (1999). Ultrasound-Assisted Lipoplasty: Is It Really Safe? *Aesthetic Plastic Surgery* ;23(5):307-11.

