



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
**«Προχωρημένη Αισθητική και Κοσμητολογία: Ανάπτυξη,
Ποιοτικός Έλεγχος και Ασφάλεια νέων καλλυντικών προϊόντων»**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**«Μεσοθεραπεία και συσκευές High Intensity Focused Ultrasound (HIFU)
για την αντιμετώπιση αισθητικών προβλημάτων προσώπου – σώματος»**

Της

ΝΕΚΤΑΡΙΑΣ ΚΑΡΑΛΗΜΑ

A.M.:222305

Παρουσιάστηκε για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων για την απονομή του
Μεταπτυχιακού Τίτλου Σπουδών στο Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών
του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής

Επιβλέπουσα : Δρ. Φωτεινή Μπισκανάκη

Αισθητικός – Κοσμητολόγος, *MSc, PhD*, Ακαδημ.Υπότροφος ΠΑΔΑ

ΑΘΗΝΑ,2024



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF HEALTH AND CARE SCIENCES
DEPARTMENT OF BIOMEDICAL SCIENCES**

**Master of Science in
Advanced Aesthetics and Cosmetic Science: Development-Quality
Control and Safety of new cosmetic products**

Master Thesis

**"Mesotherapy and High-Intensity Focused Ultrasound (HIFU) devices
for treating face-body aesthetic problems."**

By

NEKTARIA KARADIMA

R.N.: 222305

Presented for the partial fulfillment of the obligations for the award of the
Master's Degree in the Department of Biomedical Sciences
of the University of West Attica

Supervisor: Dr.Foteini Biskanaki

Aesthetician-Cosmetologist MSc, PhD, Academic Scholar UNIWA

Athens, 2024

Τίτλος εργασίας

«Μεσοθεραπεία και συσκευές HighIntensityFocusedUltrasound (HIFU) για την αντιμετώπιση αισθητικών προβλημάτων προσώπου – σώματος»

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

A/A	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΑΔ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
	ΜΠΙΣΚΑΝΑΚΗ ΦΑΝΗ	Ακαδ. Υπότροφος Τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών ΠΑΔΑ/ Επιβλέπουσα	
	ΚΕΦΑΛΑ ΒΑΣΙΛΙΚΗ	Καθηγήτρια Τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών ΠΑΔΑ/ Κοσμήτωρ Σχολής Επαγγελματιών Υγείας & Πρόνοιας ΠΑΔΑ	
	ΒΑΡΒΑΡΕΣΟΥ ΑΘΑΝΑΣΙΑ	Καθηγήτρια Τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών ΠΑΔΑ/ Διευθύντρια Τομέα Αισθητικής - Κοσμητολογίας ΠΑΔΑ Διευθύντρια ΠΜΣ	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Καραδήμα Νεκταρία του Δημητρίου, με αριθμό μητρώου 222305 φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Προχωρημένη Αισθητική και Κοσμητολογία: Ανάπτυξη, Ποιοτικός Έλεγχος και Ασφάλεια νέων καλλυντικών προϊόντων του Τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών της Σχολής Επαγγελματιών Υγείας και Πρόνοιας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής 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 σύνολό 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».

Δρ. Φωτεινή Μπισκανάκη

Ακαδημ. Υπότροφος ΠΑΔΑ

Η Δηλούσα

Καραδήμα Νεκταρία

Πνευματική ιδιοκτησία © 2024 Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Όλα τα δικαιώματα διατηρούνται

Copyright © 2024 University of West Attica
All rights reserved

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

«Μεσοθεραπεία και συσκευές High Intensity Focused Ultrasound (HIFU) για την αντιμετώπιση αισθητικών προβλημάτων προσώπου – σώματος»

ΚΑΡΑΔΗΜΑ ΝΕΚΤΑΡΙΑ

Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, 2024

Ο σύγχρονος τρόπος ζωής και παράγοντες όπως είναι το άγχος, η καθημερινή επαφή με περιβαλλοντικούς ρύπους, καυσαέρια, βακτήρια, αλλά και η βιολογική γήρανση, προκαλούν διάφορα αισθητικά αλλά και δερματολογικά προβλήματα. Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία εξετάζονται η μεσοθεραπεία ως θεραπεία προσώπου σε όλες τις μορφές της και οι συσκευές High Intensity Focused Ultrasound (HIFU) για την αντιμετώπιση αισθητικών προβλημάτων προσώπου και σώματος. Η μεθοδολογία της έρευνας είναι βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Η μεσοθεραπεία είναι μία τεχνική εισαγωγής ουσιών στο μεσαίο στρώμα ή μεσόδερμα και που αποσκοπεί στη αναζωογόνηση του δέρματος, παρέχοντάς του τα θρεπτικά συστατικά που χρειάζεται ώστε να γίνει πιο σφριγηλό και να διορθωθούν τα σημάδια της δερματικής γήρανσης. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής της τεχνολογίας High Intensity Focused Ultrasound (HIFU) αναφέρονται σε διάφορες ενότητες της μελέτης. Επίσης, καταγράφονται οι επιδράσεις της τεχνολογίας HIFU στα βαθύτερα στρώματα της επιδερμίδας. Η θεραπεία με τη τεχνολογία HIFU θεωρείται μη επεμβατική, βασίζεται στη δράση των υπερήχων και ενεργοποιεί το κολλαγόνο με αποτέλεσμα τη σύσφιξη και ανόρθωση του δέρματος. Εφαρμόζεται σε όλους του τύπους δέρματος, όλες τις εποχές του χρόνου και στα δύο φύλα τόσο στο πρόσωπο όσο και στο σώμα. Η τεχνολογία HIFU προκαλεί τοπική καταστροφή ιστών με ελάχιστη έως καθόλου βλάβη στον περιβάλλοντα ιστό, κάτι που την καθιστά μια αποτελεσματική και λιγότερο επεμβατική θεραπευτική επιλογή για διάφορα αισθητικά προβλήματα.

Λέξεις κλειδιά: μεσοθεραπεία, υπέρηχοι, HIFU, αισθητικά προβλήματα, δερματική γήρανση

ABSTRACT

"Mesotherapy and High-Intensity Focused Ultrasound (HIFU) devices for treating face-body aesthetic problems."

KARADIMA NEKTARIA

Department of Biomedical Sciences

University of West Attica, 2024

The modern lifestyle and factors such as stress, daily contact with environmental pollutants, exhaust gases, bacteria, and biological aging cause various aesthetic and dermatological problems. This thesis examines mesotherapy as a facial treatment in all its forms and High-Intensity Focused Ultrasound (HIFU) devices, to treat aesthetic problems of the face and body. The research methodology is a literature review.

Mesotherapy introduces substances into the middle layer or mesoderm that rejuvenate the skin, providing it with the nutrients it needs to become firmer and correct signs of skin aging. The results of applying High-Intensity Focused Ultrasound (HIFU) technology are reported in various study sections. Also, the effects of HIFU technology on the deeper layers of the skin are recorded. Treatment with HIFU technology is considered non-invasive; it is based on the action of ultrasound and activates collagen, resulting in tightening and lifting of the skin. It is applied to all skin types, seasons of the year, and both genders on the face and body. HIFU technology causes localized tissue destruction with little to no damage to surrounding tissue, making it a practical and less invasive treatment option for various cosmetic problems.

Keywords: mesotherapy, ultrasound, HIFU, aesthetic problems, skin aging

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΟ CV

ΚΑΡΑΔΗΜΑ ΝΕΚΤΑΡΙΑ

Μεταπτυχιακός Τίτλος Σπουδών
«Προχωρημένη Αισθητική και Κοσμητολογία: Ανάπτυξη, Ποιοτικός Έλεγχος και Ασφάλεια νέων
καλλυντικών προϊόντων»

Τίτλος:	«Μεσοθεραπεία και συσκευές High Intensity Focused Ultrasound (HIFU) για την αντιμετώπιση αισθητικών προβλημάτων προσώπου – σώματος»
Επιστημονικό Πεδίο:	Βιοϊατρικών Επιστημών
Βιογραφικά Στοιχεία:	Ωρομίσθιος εκπαιδευτικός
Προσωπικά Στοιχεία:	Έγγαμη
Εκπαίδευση: (προηγούμενα πτυχία ή διπλώματα)	Πτυχίο του τμήματος Αισθητικής και Κοσμητολογίας, Τ.Ε.Ι. Αθήνας (2006)

Εκπλήρωσε τις απαιτήσεις για το Μεταπτυχιακό Τίτλο Σπουδών «Προχωρημένη Αισθητική και Κοσμητολογία: Ανάπτυξη, Ποιοτικός Έλεγχος και Ασφάλεια νέων καλλυντικών προϊόντων» στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Σχολή Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας, Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών, τον ΜΑΡΤΙΟ 2024.

ΕΓΚΡΙΣΗ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΟΣ: Δρ. ΜΠΙΣΚΑΝΑΚΗ ΦΩΤΕΙΝΗ

Περιεχόμενα

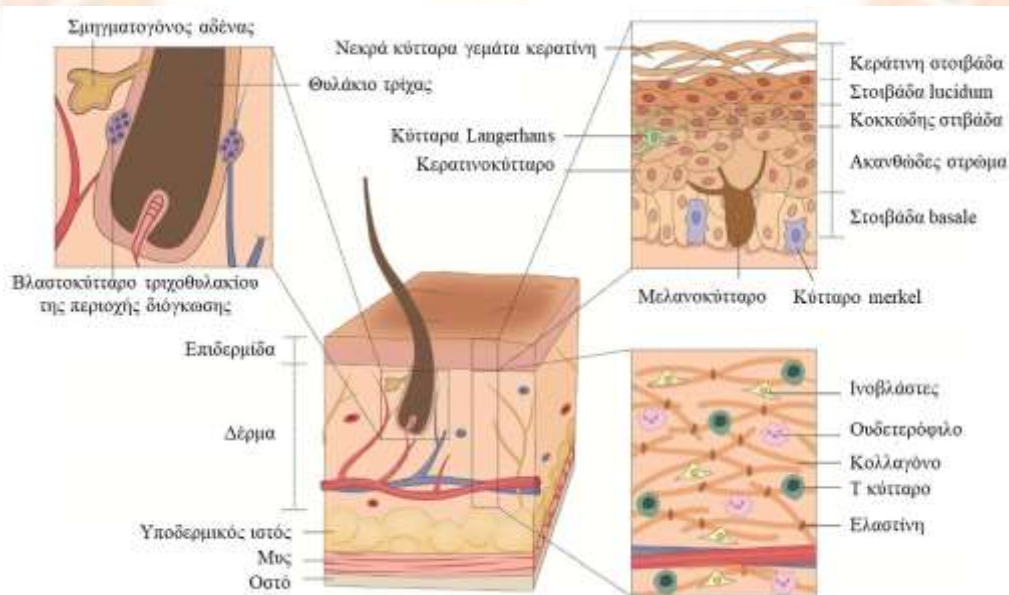
ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	ii
ABSTRACT	iii
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΟ CV	iv
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΔΕΡΜΑ	3
1.1 Ανατομία.....	4
1.2 Φυσιολογία.....	4
1.3 Ιστολογία	5
1.4 Νεύρα – Αγγεία – Αδένες	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΑΙΣΘΗΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΩΠΟΥ ΚΑΙ ΣΩΜΑΤΟΣ	8
2.1 Ακμή.....	8
2.2 Δερματική γήρανση	8
2.3 Δυσχρωμίες	9
2.4 Κυτταρίτιδα	9
2.5 Δερματική χαλάρωση	10
2.6 Τοπικό πάχος.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΜΕΣΟΘΕΡΑΠΕΙΑ.....	11
3.1 Μεσοθεραπευτικές ουσίες.....	11
3.2 Είδη Μεσοθεραπείας	11
3.2.1 Μεσοθεραπεία με βελόνα	12
3.2.2 Μεσοθεραπεία Χωρίς Βελόνα (No-needlemesotherapy).....	12
3.3 Αποτελέσματα.....	17
3.4 Παρενέργειες μεσοθεραπείας	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΥΠΕΡΗΧΟΙ	20
4.1 Φυσική υπερήχων	20
4.1.1 Ιδιότητες υπερήχων	20
4.2 HIFU (High Intensity Focused Ultrasound - Επικεντρωμένος υπέρηχος υψηλής έντασης)	21
4.2.1 Εφαρμογές στο τομέα της αισθητικής	21
4.2.2 Μηχανισμός δράσης HIFU	22
4.2.3 Τρόπος εφαρμογής	23
4.2.4 Εφαρμογές HIFU στην ιατρική	23
4.2.5 Πλεονεκτήματα HIFU	24
4.2.6 Αποτελέσματα HIFU	25

4.2.7 Εφαρμογές HIFU στην αισθητική.....	26
4.2.8 Επιπλοκές –περιορισμοί.....	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ HIFU ΚΑΙ ΜΕΣΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ.....	31
5.1 Μεσοθεραπεία με βελόνα και HIFU.....	31
5.2 Μεσοθεραπεία χωρίς βελόνα και HIFU.....	31
5.3 Συνδυασμός υαλουρονικού και HIFU.....	32
5.4 Συνδυασμός Botox και HIFU.....	33
5.5 Συνδυασμός Ηλεκτροπόρωσης και HIFU.....	34
5.6 Συνδυασμός νήματα και HIFU.....	37
6. ΣΩΜΑ ΚΑΙ HIFU.....	40
6.1 Συσκευές HIFU.....	40
Συμπεράσματα.....	42
Βιβλιογραφία.....	44

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΔΕΡΜΑ

Το δέρμα είναι το μεγαλύτερο όργανο του σώματος, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 15% του συνολικού βάρους του ενήλικου σώματος. Εκτελεί διάφορες ζωτικές λειτουργίες όπως προστασία από διάφορους εξωτερικούς επιβλαβείς παράγοντες, πρόληψη από την υπερβολική απώλεια νερού από το σώμα μας και θερμορύθμιση. Το περιφερικό σύστημα αποτελείται από το δέρμα αλλά και από τις διάφορες παράγωγες δομές αυτού. Το δέρμα λοιπόν αποτελείται από 3 διαφορετικές στιβάδες: α) επιδερμίδα, β) χόριο και γ) υποδόριο ιστό. Το εξώτερο επίπεδο, η επιδερμίδα, αποτελείται από έναν ειδικό αστερισμό κυττάρων γνωστών ως κερατινοκύτταρα, τα οποία λειτουργούν για τη σύνθεση κερατίνης, μιας μακράς, νηματοειδούς πρωτεΐνης με προστατευτικό ρόλο.

Το μεσαίο επίπεδο του δέρματος δηλαδή το χόριο, ουσιαστικά αποτελείται από μια ινώδη πρωτεΐνη η οποία είναι γνωστή και ως κολλαγόνο. Το χόριο είναι πάνω από τον υποδόριο ιστό στον οποίο συναντάμε λοβούς λιποκυττάρων που είναι γνωστοί και ως λιποκύτταρα. Το πάχος των στρωμάτων αυτών ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό ανάλογα με τη θέση στην ανατομία του σώματος. Το βλέφαρο, για παράδειγμα, έχει το λεπτότερο στρώμα επιδερμίδας, με μέγεθος μικρότερο από 0,1 χιλ., ενώ οι παλάμες και τα πέλματα των ποδιών έχουν το παχύτερο στρώμα επιδερμίδας, με μέγεθος περίπου 1,5 χιλ. Το χόριο έχει το μεγαλύτερο πάχος στην πλάτη, όπου το πάχος του είναι 30-40 φορές μεγαλύτερο από το πάχος της υπερκείμενης επιδερμίδας [1].



Εικόνα 1 - Διατομή του δέρματος και του Υποδόριου Ιστού [2]

1.1 Ανατομία

Το ανθρώπινο δέρμα αποτελείται από 3 βασικές στρώσεις:

α) Την επιδερμίδα:

Η επιδερμίδα αποτελεί ουσιαστικά το λεπτό στρώμα του εξωτερικού μέρους του δέρματος. Αποτελείται από τρία διαφορετικά είδη κυττάρων [3]:

- 1) Πλακώδη κύτταρα: Το εξωτερικό στρώμα το οποίο ανανεώνεται διαρκώς ονομάζεται κεράτινη στιβάδα.
- 2) Βασικά κύτταρα: Τα βασικά κύτταρα τα οποία συναντώνται κάτω από πλακώδη κύτταρα, και συγκεκριμένα στη βάση της επιδερμίδας.
- 3) Μελανοκύτταρα: Τα μελανοκύτταρα συναντώνται και αυτά στη βάση της επιδερμίδας ενώ παράγουν και μελανίνη. Η μελανίνη είναι αυτή που παρέχει το χρώμα στο δέρμα.

β) Το δέρμα-χόριο:

Το χόριο αποτελεί το μεσαίο στρώμα του δέρματος. Το χόριο περιέχει: αιμοφόρα αγγεία, λεμφαγγεία, θυλάκια τριχών, ιδρωτοποιούς αδένες, δέσμες κολλαγόνου, ινοβλάστες, νεύρα, σμηγματογόνους αδένες [3].

γ) Το υποδόριο στρώμα λίπους:

Το υποδόριο στρώμα λίπους αποτελεί το πιο βαθύ στρώμα στο δέρμα μας. Αποτελείται από ένα σύμπλεγμα κολλαγόνου αλλά και λιποκυττάρων. Συμβάλλει γενικά στη διατήρηση θερμότητας στο σώμα ενώ το προστατεύει από διάφορους τραυματισμούς, απορροφώντας κραδασμούς [3].

1.2 Φυσιολογία

Τα βασικά λειτουργικά μέρη του δέρματος αποτελούν τα παρακάτω:

Αγγειακό σύστημα

Το δερματικό αγγειακό σύστημα αποτελείται από δύο πλέγματα που επικοινωνούν μεταξύ τους: το υποθηλώδες ή επιφανειακό πλέγμα που αποτελείται από μετακαπιλιακά φλεβίδια που βρίσκονται στη συμβολή του θηλώδους και του δικτυωτού μέρος του δέρματος και το κατώτερο πλέγμα στη διεπιφάνεια δέρματος-υποδόριου. Τα θηλώματα που συναντώνται στο δέρμα τροφοδοτούνται από τα τριχοειδή αγγεία του επιφανειακού πλέγματος. Το πιο βαθύ πλέγμα τροφοδοτείται από διάφορα μεγαλύτερα αιμοφόρα αγγεία [4].

Μαστοκύτταρα

Τα μαστοκύτταρα αποτελούν κύτταρα τα οποία προέρχονται από το μυελό οστών ενώ κατανέμονται στους διάφορους συνδετικούς ιστούς που βρίσκονται στο σώμα μας. Παρότι υπάρχουν κυρίως στο θηλώδες χόριο συναντώνται και στο υποδόριο λίπος. Στο χόριο τα μαστοκύτταρα έχουν την μορφή ωοειδούς και ατρακτοειδούς κυττάρου. Μεγάλος αριθμός μαστοκυττάρων βρίσκεται στον χώρο γύρω από τα αιμοφόρα αγγεία, κυρίως γύρω από τα μετακαπυλιακά φλεβίδια. Τα κοκκία των μαστοκυττάρων είναι στρογγυλές, ωοειδείς ή γωνιώδεις δομές που συνδέονται με τη μεμβράνη και περιέχουν ισταμίνη, ηπαρίνη, πρωτεΐνάσες, σερίνης και ορισμένες κυτταροκίνες. Η επιφάνεια του κυττάρου περιέχει εκατοντάδες χιλιάδες θέσεις υποδοχέων γλυκοπρωτεϊνών για την ανοσοσφαιρίνη E. Τα μαστοκύτταρα τύπου I ή του συνδετικού ιστού βρίσκονται στο χόριο και στον υποβλεννογόνο χιτώνα. Τα μαστοκύτταρα II ή αλλιώς βλεννογόνια συναντώνται στον βλεννογόνο που βρίσκεται στην αναπνευστική οδό αλλά και στο έντερο [4].

1.3 Ιστολογία

Ιστολογικά, το δέρμα μας έχει 2 κύριες στιβάδες: α) την επιδερμίδα και β) το χόριο. Η επιδερμίδα μας αποτελείται από 4 με 5 στιβάδες από κύτταρα αποτελούμενα από κερατινοκύτταρα, μαζί με άλλα 3 διαφορετικά κύτταρα. Το χόριο συναντάται στο κάτω μέρος από την επιδερμίδα. Το υπόδερμα αποτελεί έναν πιο χαλαρό συνδετικό ιστό ο οποίος βρίσκεται στο κάτω μέρος από το χόριο [4].

1.4 Νεύρα – Αγγεία – Αδένες

Νεύρα

Οι διάφοροι δερματικοί υποδοχείς διαδραματίζουν συγκεκριμένο ρόλο όσον αφορά την ικανότητά να αντιλαμβανόμαστε τις διάφορες σωματικές αλλαγές που αφορούν το εξωτερικό περιβάλλον. Οι υποδοχείς Meissner μας βοηθούν να ανιχνεύουμε ακόμα και ένα ελαφρύ άγγιγμα. Τα σωματίδια Pacinian μας βοηθούν να αντιληφθούμε μεγαλύτερες πιέσεις. Οι απολήξεις Ruffini βοηθούν να εντοπίσουμε έντονη πίεση. Οι ελεύθερες νευρικές απολήξεις οι οποίες βρίσκονται στο σημείο της επιδερμίδας ανταποκρίνονται σε πιέσεις όπως είναι ο πόνος, το ελαφρύ άγγιγμα και οι μεταβολές στη θερμοκρασία. Οι υποδοχείς Merkel οι σχετίζονται με τα κύτταρα Merkel ανταποκρίνονται σε ελαφρύ άγγιγμα στο δέρμα [5].

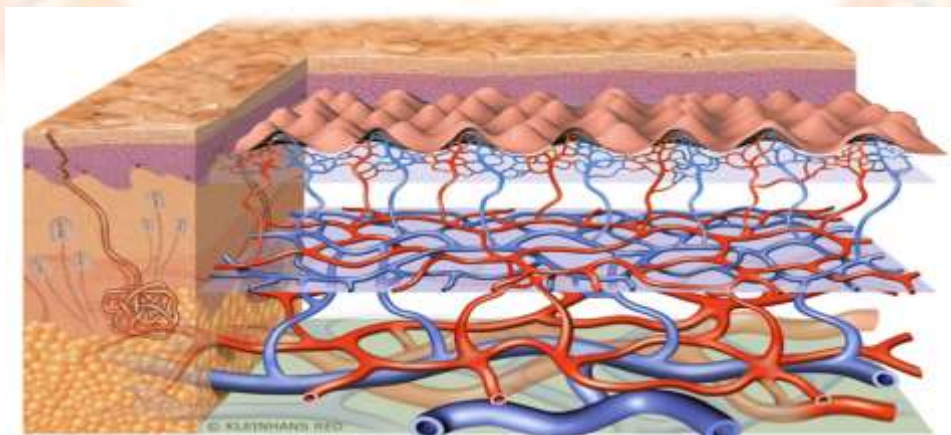
Οκτώ αυχενικά νεύρα παρέχουν τροφοδοσία στα δερματικά νεύρα (εκτός από το C1), δώδεκα στα θωρακικά νεύρα, πέντε στα οσφυϊκά νεύρα και πέντε στα ιερά νεύρα. Κάθε ένα από αυτά τα μεταφέρει την αίσθηση (όπως είναι ο πόνος) από μια περιοχή του δέρματος στον εγκέφαλο μας [5].

Αγγεία

Το ανθρώπινο δέρμα μεταφέρει τα διάφορα θρεπτικά συστατικά καθώς επίσης και το οξυγόνο μέσα από ένα σύστημα αιμοφόρων αγγείων. Το αίμα με τη σειρά του παρέχει θρεπτικά συστατικά στο στρώμα του δέρματος μας στο οποίο η ανάπτυξη των διαφόρων κυττάρων είναι ισχυρή. Το σύστημα των αιμοφόρων αγγείων στο δέρμα λειτουργεί ώστε να παρέχει διάφορα θρεπτικά συστατικά σε κύτταρα και ιστούς ενώ παράλληλα συμβάλλει στη ρύθμιση όσον αφορά την θερμοκρασία του σώματος μας και της αρτηριακής πίεσης [1].

Η αιμάτωση του δέρματος πραγματοποιείται από τις αρτηρίες και τις φλέβες οι οποίες μεταφέρουν αίμα από και προς την καρδιά καθώς επίσης και από διάφορα μικρά αγγεία [1].

Στην παρακείμενη επιδερμίδα και το υποδόριο, καθώς και στο θηλώδες και το δικτυωτό στρώμα της επιδερμίδας, οι αρτηρίες και οι φλέβες σχηματίζουν δομές που μοιάζουν με δίκτυα. Από εδώ, οι τριχοειδείς βρόχοι αναδύονται στα θηλώματα του συνδετικού ιστού [1].



Εικόνα 2 - Σύστημα αγγείων του δέρματος (<https://bit.ly/3PKYrWh>)

Αδένες

Υπάρχουν 4 τύποι αδένων στο σύστημα του δέρματος: α) ιδρωτοποιοί αδένες, β) σμηγματογόνοι αδένες, γ) κερατοειδείς αδένες και δ) μαστικοί αδένες. Όλοι αυτοί αποτελούν τους εξωκρινείς αδένες, οι εκκρίνουν υλικά πέρα από τα κύτταρα και το σώμα. Οι ιδρωτοποιοί αδένες αποτελούν αδένες οι οποίοι παράγουν ιδρώτα [5]:

1) Ιδρωτοποιοί αδένες

Οι εκκρινείς ιδρωτοποιοί αδένες αποτελούν εξωκρινείς αδένες οι οποίοι κατανέμονται στην επιφάνεια του σώματος, ενώ βρίσκονται σε μεγάλο βαθμό και στις παλάμες των χεριών μας, στα πέλματα των ποδιών μας αλλά και στο μέτωπο. Παράγουν ιδρώτα ο οποίος αποτελείται κατά κύριο λόγο από νερό (99%) και από διάφορα άλατα. Κύρια λειτουργία τους αποτελεί η ρύθμιση της θερμοκρασίας στο σώμα. Οι ιδρωτοποιοί αδένες αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια της πρώιμης έως και την μέση εφηβεία (περίπου 15 ετών) [6].

2) Σμηγματογόνοι αδένες

Οι σμηγματογόνοι αδένες υπάρχουν στο ανθρώπινο δέρμα με εξαίρεση τις παλάμες των χεριών και τα πέλματα στα πόδια. Προστατεύουν τα μαλλιά καθώς επίσης και το δέρμα προστατεύοντας τα από το να γίνουν ξηρά και εύθραυστα. Εμποδίζουν επίσης την ανάπτυξη διαφόρων μικροοργανισμών στο δέρμα [4].

3) Κερατοειδείς αδένες

Το κέρι των αυτιών, αποτελεί μια κιτρινωπή, κηρώδης ουσία η οποία εκκρίνεται εντός του ακουστικού πόρου. Διαδραματίζει βασικό ρόλο όσον αφορά τον ανθρώπινο πόρο των αυτιών, συμβάλλοντας στον καθαρισμό καθώς και στη λίπανση, ενώ παρέχει και προστασία από τα διάφορα βακτήρια, τους μύκητες και τα παράσιτα [6].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΑΙΣΘΗΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΩΠΟΥ ΚΑΙ ΣΩΜΑΤΟΣ

Λόγω των παραγόντων όπως είναι το άγχος, η καθημερινή επαφή με ουσίες όπως καυσαέρια, βακτήρια, αλλά και η φυσική γήρανση, το δέρμα μπορεί να εμφανίσει διάφορες παθήσεις.

2.1 Ακμή

Η ακμή αποτελεί μια δερματική πάθηση η οποία εμφανίζεται στις περιπτώσεις όπου οι θύλακες των τριχών φράζουν με νεκρά κύτταρα του δέρματος. Προκαλεί διάφορα λευκά και μαύρα στίγματα ή σπυράκια. Η ακμή είναι παρά πολύ συχνή κατά την εφηβική ηλικία, αν και επηρεάζει ακόμη και άτομα σε άλλες ηλικίες. Ανάλογα με τη σοβαρότητά, η ακμή σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να προκαλέσει κάποια συναισθηματική δυσφορία ενώ παράλληλα να δημιουργήσει σημάδια πάνω στο δέρμα. Η ακμή αποτελεί κοινή δερματική πάθηση στην οποία οι πόροι στο δέρμα φράζουν. Η απόφραξη των πόρων παράγει μαύρα στίγματα, λευκά στίγματα και άλλους τύπους σπυριών. Τα σπυράκια είναι γεμάτα πύον, μερικές φορές προκαλούν επώδυνο πόνο, καθώς επίσης δημιουργούν εξογκώματα στο δέρμα [7].

2.2 Δερματική γήρανση

Με τη γήρανση του δέρματος, το εξωτερικό στρώμα του (επιδερμίδα) λεπταίνει, παρότι ο αριθμός των διαφόρων κυτταρικών στρωμάτων δεν μεταβάλλεται. Ο αριθμός των κυττάρων τα οποία περιέχουν χρωστική ουσία (μελανοκύτταρα) ελαττώνεται. Τα μελανοκύτταρα που διατηρούνται αυξάνονται σε μέγεθος. Οι μελαγχρωματικές κηλίδες, όπως οι κηλίδες γήρανσης μπορεί να εμφανιστούν σε διάφορα σημεία τα οποία εκτίθενται στον ήλιο [8].

Οι σμηγματογόνοι αδένες παράγουν μικρότερη ποσότητα ελαίων όσο τα χρόνια περνούν. Οι άνδρες εμφανίζουν μικρή μείωση, συνήθως από την ηλικία των 80 και μετά. Οι γυναίκες παράγουν λιγότερα έλαια συνήθως μετά την εμμηνόπαυση. Το στρώμα που αφορά το υποδόριο λίπους λεπταίνει. Αυτό το γεγονός δημιουργεί κίνδυνο τραυματισμού στο δέρμα και μειώνει την ικανότητά διατήρησης της θερμοκρασίας στο σώμα. Επειδή υπάρχει μικρότερη φυσική προστασία, υπάρχει κίνδυνος για πρόκληση υποθερμίας σε χαμηλές θερμοκρασίες. Οι ιδρωτοποιοί αδένες σε αυτή τη περίπτωση παράγουν πιο λίγο ιδρώτα. Η διατήρηση χαμηλής θερμοκρασίας στο σώμα είναι πιο δύσκολη. Αυξάνεται επίσης ο κίνδυνος για αύξηση θερμοκρασίας ή εμφάνιση θερμοπληξίας [8].

2.3 Δυσχρωμίες

Η δυσχρωμία είναι ένας κηλιδώδης ή ακανόνιστος αποχρωματισμός του δέρματος. Προκαλείται γενικά από αγγειακές μεταβολές στα αιμοφόρα αγγεία, διακυμάνσεις στην πυκνότητα της μελανίνης ή από ξένους οργανισμούς που αναπτύσσονται στο δέρμα. Αυτό αναφέρεται συχνά ως στικτό ή στικτό δέρμα. Τα κύτταρα του δέρματος παράγουν μια χρωστική ουσία που ονομάζεται μελανίνη. Αυτή είναι υπεύθυνη για τον χρωματισμό του δέρματος. Η τυροσίνη είναι ένα αμινοξύ που μετατρέπεται σε μελανίνη μέσω μιας χημικής διαδικασίας. Η διαδικασία αυτή μπορεί να επηρεαστεί από πολυάριθμους παράγοντες, όπως το τραύμα, η ιονίζουσα ή ηλιακή ακτινοβολία, η θερμότητα και η κληρονομικότητα. Οι ορμόνες ρυθμίζουν εν μέρει την κατανομή και την παραγωγή της χρωστικής ουσίας. Η παραγωγή της χρωστικής μπορεί να μειωθεί ή να αυξηθεί όταν αλλάξει οποιοσδήποτε από αυτούς τους παράγοντες [9].

Οι αλλαγές στη χρώση που προκαλούν δυσχρωμία μπορεί να είναι είτε μόνιμες είτε προσωρινές. Οι αλλαγές αυτές μπορεί να είναι μια ξεχωριστή ή μια πρωτοπαθής διαταραχή. Ο βαθμός μελάγχρωσης του δέρματος κάθε ατόμου καθορίζει την ευαισθησία του σε δερματικές παθήσεις. Τα άτομα με πιο ανοιχτόχρωμο δέρμα έχουν μεγαλύτερη ευαισθησία στη βλάβη από τον ήλιο λόγω της συχνής έκθεσης. Ακόμη και τα άτομα με πιο σκούρο τόνο δέρματος μπορούν να υποστούν βλάβες από την υπερβολική έκθεση στον ήλιο. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι αλλαγές στη χρωστική ουσία είναι αισθητικές και δεν επηρεάζουν τη σωματική υγεία του ατόμου. Ορισμένες αλλαγές μπορεί να προκαλέσουν ψυχολογικό στρες, ενώ άλλες αυξάνουν τον κίνδυνο για πολυάριθμες διαταραχές [9].

2.4 Κυτταρίτιδα

Κυτταρίτιδα ονομάζονται οι συγκεντρώσεις λίπους που πιέζουν τον συνδετικό ιστό κάτω από το δέρμα. Εμφανίζεται συχνά στους μηρούς, το στομάχι και τους γλουτούς. Η κυτταρίτιδα κάνει την επιφάνεια του δέρματος να μοιάζει εξογκωμένη και πτυχωτή ή να εμφανίζεται με λακκάκια [10].

Μια κλίμακα σοβαρότητας κυτταρίτιδας, που δημοσιεύθηκε το 2009, κατατάσσει την κατάσταση χρησιμοποιώντας τρεις βαθμούς[10]:

- Βαθμός 1 ή ήπιος: Υπάρχουν 1 έως 4 επιφανειακές κοιλότητες και μια ελαφριά χαλάρωση του δέρματος.

- Βαθμός 2 ή μέτριος: Υπάρχουν πέντε έως εννέα μεσαίου βάθους κοιλότητες και το δέρμα φαίνεται με ήπια χαλάρωση.
- Βαθμός 3 ή σοβαρός: Υπάρχουν 10 ή περισσότερες βαθιές κοιλότητες, και το δέρμα φαίνεται έντονα χαλαρό.

2.5 Δερματική χαλάρωση

Το δέρμα χαλαρώνει καθώς περνούν τα χρόνια, λόγω διαφόρων αλλαγών στα μόρια τα οποία διατηρούν την ελαστικότητα του. Για τους πιο πολλούς ανθρώπους, η χαλάρωση στο δέρμα αρχίζει μεταξύ 35 και 40 ετών. Η χαλάρωση αυτή η οποία εμφανίζεται οφείλεται κατά κύριο λόγο στην απώλεια κολλαγόνου, ινών ελαστίνης και υαλουρονικού οξέος. Η απώλεια βάρους και η εγκυμοσύνη μπορούν να χαλαρώσουν επίσης το δέρμα. Διάφοροι άλλοι παράγοντες μπορούν επίσης να συμβάλουν στη χαλάρωση στο δέρμα, όπως: εμμηνόπαυση, βλάβη από υπερϊώδη ακτινοβολία (UV), τεχνητό μαύρισμα, ορισμένα φάρμακα, όπως στεροειδή και κορτικοστεροειδή, προϊόντα δέρματος ή απορρυπαντικά με δυνατές χημικές ουσίες, κάπνισμα, κατανάλωση αλκοόλ [11].

2.6 Τοπικό πάχος

Το τοπικό βάρος, το οποίο συσσωρεύεται επιλεκτικά σε συγκεκριμένα σημεία, αποτελείται από υπερβολικό αριθμό λιποκυττάρων, ο όγκος των οποίων έχει αυξηθεί έως και 60 φορές, προκαλώντας και κατακρατώντας υγρά και εμποδίζοντας την αποβολή των άχρηστων ουσιών από το σώμα. Δυστυχώς, το τοπικό βάρος δεν βελτιώνεται με τη διατροφή ή ακόμη και με την έντονη άσκηση. Το λίπος αυτό εμφανίζεται στις γυναίκες κυρίως στους μηρούς / γλουτούς, στην κοιλιά και στους άνδρες κυρίως στην κοιλιά [11].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΜΕΣΟΘΕΡΑΠΕΙΑ

3.1 Μεσοθεραπευτικές ουσίες

Οι σημαντικότερες, ευρέως χρησιμοποιούμενες ουσίες είναι οι **βιταμίνες (C, E, A, B, K και D)**: η βιταμίνη E είναι ένα πολύ ισχυρό αντιοξειδωτικό, που δρα κατά των ελεύθερων ριζών, οι βιταμίνες του συμπλέγματος B: οι βιταμίνες αυτές δρουν στο μεταβολισμό των βασικών λιπαρών οξέων, συμβάλλοντας στην υγιή λειτουργία των κυττάρων, η βιταμίνη A είναι ίσως μία από τις λίγες ουσίες με αποδεδειγμένη αντιρυτιδική δράση, μειώνοντας το ανώμαλο πάχος της επιδερμίδας, αυξάνοντας την ελαστικότητα του δέρματος και ρυθμίζοντας την επούλωση των πληγών και τον σχηματισμό κερατίνης, η βιταμίνη C είναι ένα πολύ ισχυρό αντιοξειδωτικό, που παίζει σημαντικό ρόλο στο σχηματισμό κολλαγόνου, στη μείωση των ελεύθερων ριζών και στη ρύθμιση της τοπικής παραγωγής μελανίνης.

Επίσης, το **υαλουρονικό οξύ** είναι μια ουσία που απαντάται φυσικά στο δέρμα μας, η οποία βασικά προσελκύει το νερό, οδηγώντας σε βαθιά ενυδάτωση του δέρματος. Πρόσφατα έχει αποδειχθεί ότι το υαλουρονικό οξύ προάγει τον σχηματισμό κολλαγόνου, τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων του δέρματος και την αγγειογένεση (σχηματισμός νέων αιμοφόρων αγγείων) [12].

Άλλες ουσίες είναι: η καφεΐνη, τα πεπτίδια, το γλυκολικό οξύ, η καρνιτίνη, τα αμινοξέα τα οποία προάγουν το σχηματισμό πρωτεϊνών (συμπεριλαμβανομένου του κολλαγόνου και της ελαστίνης) από τους ινοβλάστες (έχει αναφερθεί αύξηση έως και 250% στο σχηματισμό κολλαγόνου σε 72 ώρες). Τα μέταλλα και τα ιχνοστοιχεία είναι απαραίτητες ουσίες σε εκατοντάδες ενζυματικές διεργασίες και στις περισσότερες βασικές λειτουργίες των κυττάρων.

Τέλος, τα συνένζυμα τα οποία δρουν ως καταλύτες στις πιο σημαντικές βιοχημικές διεργασίες του σώματός μας, μειώνοντας τις ενεργειακές δαπάνες και βελτιώνοντας διάφορες βιολογικές διεργασίες, τα νουκλεϊκά οξέα τα οποία προάγουν την κυτταρική επικοινωνία για τη ρύθμιση και τον έλεγχο της παραγωγής πρωτεϊνών και τα αντιοξειδωτικά (όπως οι βιταμίνες C και E) που εξουδετερώνουν τις επιβλαβείς επιδράσεις των ελεύθερων ριζών [12].

3.2 Είδη Μεσοθεραπείας

Η μεσοθεραπεία εφαρμόζεται κυρίως στο πρόσωπο αλλά και στο σώμα ή τα μαλλιά. Στο πρόσωπο εγχύνετε το προϊόν στο δέρμα με roller ή microneedling. Το προϊόν περιέχει ένα σύμπλεγμα από υαλουρονικό οξύ, ιχνοστοιχεία, αμινοξέα και βιταμίνες. Το πρόσωπο μετά τη

θεραπεία, συσφίγγει, αποκτά λάμψη ενώ εξαφανίζονται οι λεπτές γραμμές και οι δυσχρωμίες του δέρματος [13]. Στο σώμα, το ειδικό προϊόν εγχύνετε στα σημεία που παρουσιάζουν τοπικό πάχος. Το προϊόν μπορεί να περιέχει καφεΐνη, φωσφατιδυλοχολίνη, υαλουρονικό και δεοξυχολικό οξύ. Μετά τη θεραπεία, το δέρμα λειαίνει, το τοπικό λίπος μειώνεται, η κυτταρίτιδα ελαττώνεται και το σώμα στην περιοχή της κοιλιάς και των ποδιών γίνεται πιο συμμετρικό και αρμονικό [14].

Στο τριχωτό της κεφαλής η μεσοθεραπεία χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση της αραίωσης, της ξηρότητας και της τριχόπτωσης. Τα αποτελέσματα είναι καλύτερα όταν η θεραπεία ξεκινά στην αρχή του προβλήματος. Τα μαλλιά αποκτούν λάμψη, γίνονται πιο γερά και η αλλαγή είναι εμφανής μετά την πρώτη επίσκεψη [15].

3.2.1 Μεσοθεραπεία με βελόνα (Needle mesotherapy)

Συγκεκριμένα, περιλαμβάνει χρήση βελόνας για εναπόθεση του φαρμάκου. Η ενδοδερμική μικροαπόθεση βοηθά στην επιβράδυνση της απορρόφησης. Εφαρμόζεται με επιτυχία όσον αφορά την θεραπεία διαφόρων μορφών από τοπικά σύνδρομα πόνου καθώς και σε άλλες κλινικές περιπτώσεις [16]. Το 2019, η μελέτη των Paolucci, et al., κατέδειξε ότι μεσοθεραπεία έχει καλή επίδραση στη μείωση των χρόνιων μυοσκελετικών πόνων. Η μελέτη των Costantino, et. al., που διεξήχθη το 2011 επιβεβαιώνει ότι ο συνδυασμός κορτικοστεροειδών με ενέσιμη μεσοθεραπεία δρα αποτελεσματικά στη διαχείριση του πόνου της μέσης, σε σχέση με τα σκευάσματα που λαμβάνονται από το στόμα.

Μία άλλη μελέτη που αξιολόγησε την αποτελεσματικότητα της μεσοθεραπείας με βάση το υαλουρονικό οξύ για την αναζωογόνηση προσώπου, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η ακριβής τοποθέτηση του υαλουρονικού οξέος στο επίπεδο του χορίου, βελτιώνει τις δερματικές ανωμαλίες. Επιπλέον, η θεραπεία θα πρέπει να επαναλαμβάνεται σε λίγους μήνες, προκειμένου να παραμένουν ορατά τα αποτελέσματα [17]. Η Εικόνα 3 που ακολουθεί, δείχνει τα οφέλη της μεσοθεραπείας στο δέρμα.

3.2.2 Μεσοθεραπεία Χωρίς Βελόνα (No-needle mesotherapy)

Η ηλεκτροδιάχυση, επίσης γνωστή ως μεσοθεραπεία χωρίς βελόνα, επιτρέπει στα προϊόντα να εισέλθουν στα βαθύτερα στρώματα του δέρματος χωρίς πόνο και χρονική καθυστέρηση. Η ηλεκτροδιάχυση, ή αλλιώς μεσοθεραπεία χωρίς βελόνα, χρησιμοποιεί έναν ηλεκτρικό παλμό για να διαταράξει στιγμιαία τις κυτταρικές μεμβράνες, επιτρέποντας στα προϊόντα να εισέλθουν στα

βαθύτερα στρώματα του δέρματος, ενισχύοντας τα αποτελέσματα των δραστικών συστατικών στον ιστό. Η μεμβράνη επιστρέφει στην αρχική της κατάσταση όταν τελειώσει η ηλεκτρική διέγερση [18].

Ο άλλος τρόπος με τον οποίο επιτυγχάνεται παρόμοιο αποτέλεσμα είναι οι ενέσεις, όπως η μεσοθεραπεία. Ωστόσο, ενώ επιτυγχάνονται καλά αποτελέσματα, η μεσοθεραπεία μπορεί να είναι επώδυνη και ενέχει τον κίνδυνο παρενεργειών όπως πρήξιμο, ερύθημα, λοιμώξεις ή μώλωπες. Η μεσοθεραπεία χωρίς βελόνες είναι μια εντελώς ανώδυνη διαδικασία [18].

Η μεσοθεραπεία χωρίς βελόνα γίνεται από μία συσκευή που προκαλεί ηλεκτροφόρηση και χρησιμοποιεί ηλεκτροπόρωση και ηλεκτροσμόση. Είναι αποτελεσματική θεραπεία βοηθά τη σύσπαση των μυών, διεγείρει τη ροή των λεμφαδένων, τονώνει τον μεταβολισμό, τη λεμφική κυκλοφορία και την κυκλοφορία του αίματος, με απώτερο στόχο τη μείωση των ρυτίδων και τη διατήρηση της ενυδάτωσης του δέρματος. Βοηθά επίσης τη μείωση της κυτταρίτιδας, επιταχύνει την κατανομή του λίπους και της απώλειας βάρους. Έτσι ώστε να μειωθούν οι ρυτίδες, να ελαφρυνθεί το δέρμα και να διατηρηθεί ενυδατωμένο, να μειωθεί η κυτταρίτιδα, να επιταχύνει την κατανομή του λίπους και η απώλεια βάρους[19].

Με τη βοήθεια της συσκευής που χρησιμοποιεί ηλεκτροπόρωση και ηλεκτροσμόση, ανοίγουν εύκολα οι ακοπορίνες του δέρματος και έτσι, μεταφέρονται τα ενεργά συστατικά μέσα στον ιστό του δέρματος. Η απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών γίνεται αποτελεσματικά, τονώνεται ο μεταβολισμός του δέρματος με συνέπεια το δέρμα να διατηρεί την υγρασία του και την πλαστικότητά του [19].

Εφαρμογές της ηλεκτροδιάλυσης του δέρματος

Στην ηλεκτροχημειοθεραπεία, κύριο στόχο αποτελεί η μεγιστοποίηση της διαφορικής επίδρασης των διαφόρων χημειοθεραπευτικών φαρμάκων. Οι δερματικοί αλλά και οι υποδόριοι όγκοι αντιμετωπίζονται με τη χρήση ηλεκτρικών παλμών καθώς επίσης και χημειοθεραπευτικών φαρμάκων, ενώ παράλληλα οι υπερτροφικές ουλές αντιμετωπίζονται με ενδοθηλιακή έγχυση από λευκομυκίνη [20].

Συσκευές ηλεκτροδιάλυσης στην αισθητική χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις ακμής, λείανσης ουλών, για τη συστολή διευρυμένων πόρων κ.α. καθώς διεγείρουν τη μεταβολική διαδικασία του δέρματος, βελτιώνουν την τονικότητά του και ενεργοποιούν το κολλαγόνο.

Μοντέλα ηλεκτροδιάλυσης του δέρματος

Τα μοντέλα της ηλεκτροδιάλυσης του δέρματος θα μπορούσαν να συμβάλουν στη σύγκριση των αποτελεσμάτων, διευκολύνοντας τη μετάβαση στις κλινικές, καθώς και στη μείωση του αριθμού των απαιτούμενων πειραμάτων [20].

Κατά τον σχεδιασμό της θεραπείας ιατρικών θεραπειών με ηλεκτροδιάλυση, έχουν χρησιμοποιηθεί μοντέλα για τον υπολογισμό του ηλεκτρικού πεδίου και της θερμικής βλάβης στους δερματικούς/υποδόριους όγκους και στους περιβάλλοντες ιστούς, αν και για τα τυπικά ηλεκτρόδια και τους παλμούς, τα τυπικά πρωτόκολλα λειτουργίας καθιστούν περιττή την ανάγκη υπολογισμού κάθε περίπτωσης ξεχωριστά. Τα ηλεκτρικά ή/και θερμικά μοντέλα μπορούν περαιτέρω να συνδεθούν με μοντέλα μεταφοράς μέσω της διάχυσης και της ηλεκτροφόρησης μέσω των LTR, του μοντέλου διπλού πορώδους, διαμερισματικών μοντέλων ή/και μοντέλων παλινδρόμησης [20].

Στην περίπτωση της μεταφοράς DNA, ελήφθησαν υπόψη οι ηλεκτρικές ιδιότητες του εγγυόμενου πλασμιδιακού DNA, η αποτελεσματικότητα της ηλεκτρομεταφοράς γονιδίων αξιολογήθηκε σύμφωνα με την προβλεπόμενη συγκέντρωση πλασμιδιακού DNA εντός του αντιστρεπτά ηλεκτρομεταφερόμενου ιστού, καθώς και λαμβάνοντας υπόψη τη θερμική καταπόνηση και τη βλάβη των ιστών κατά την ηλεκτρομεταφορά γονιδίων, λόγω της παλμοδότησης [20].

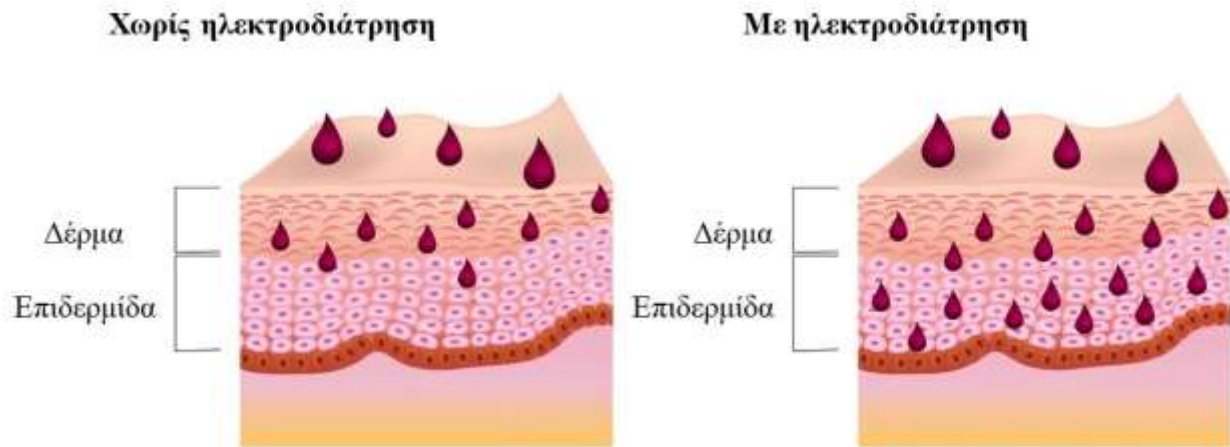
Τα περισσότερα από τα μοντέλα αντιμετωπίζουν το δέρμα ως έναν ιστό όγκου από μερικά στρώματα διαφορετικών διηλεκτρικών ιδιοτήτων ή ως ισοδύναμο κύκλωμα, ωστόσο υπάρχει και μοντέλο πολλαπλής κλίμακας, δηλαδή μοντέλο που λαμβάνει υπόψη τη μικροδομή του δέρματος [20].

Η μέθοδος της ηλεκτρόλυσης στην αισθητική, χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση της ανεπιθύμητης τριχοφυΐας σε πρόσωπο και σώμα. Κατά τη διαδικασία, εισάγεται ένας λεπτός αποστειρωμένος καθετήρας στον θύλακα της τρίχας όπου και εφαρμόζεται μικρή ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος. Στόχος είναι η καταστροφή του ωθυλακίου που παρέχει όλα τα ενεργά συστατικά για την ανάπτυξη της τρίχας [21].

Ηλεκτροδιάτρηση

Πρόκειται για μία μέθοδο μεσοθεραπείας χωρίς βελόνες. Δημιουργείται ένα παλμικό κύμα που μεταβάλλει την κυτταρική μεμβράνη, καθιστώντας τη πιο διαπερατή. Αυτή η μέθοδος επιτρέπει στο ενεργό διάλυμα να περάσει στο εσωτερικό του χορίου και να μεταφέρει εκεί τα θρεπτικά

συστατικά. Η θεραπεία καθίσταται γρήγορη και αποτελεσματική. Είναι ανώδυνη, μη θερμική και δεν έχουν παρατηρηθεί παρενέργειες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε μέρος του σώματος [22].



Εικόνα 3 – Επίδραση ηλεκτροδιάτρησης στο δέρμα (<https://bit.ly/4aBC6CI>)

Ιοντοφόρηση

Ο μηχανισμός δράσης της ιοντοφόρησης περιλαμβάνει τη διάχυση ρεύματος χαμηλής έντασης στο δέρμα και βασίζεται στην αρχή ότι δύο όμοια φορτία απωθούνται. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι το ηλεκτρικό ρεύμα υποβοηθά φορτισμένα ιόντα να εισέλθουν στον ιστό. Ο τρόπος που αυτά κινούνται, αποτελεί τη βάση της ιοντοφόρησης. Η ουσία που χορηγείται στο δέρμα μεταφέρεται από την ενεργό μεταφορά ιόντων μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργείται. Η κυκλοφορία του φαρμακευτικού σκευάσματος εισχωρεί στην περιοχή που πάσχει και τα αποτελέσματα είναι άμεσα ορατά [23].

Φωνοφόρηση

Η φωνοφόρηση βασίζεται στη χρήση υπερήχων με σκοπό την αύξηση της απορρόφησης ενός φαρμάκου μέσου του δέρματος. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται όλο και συχνότερα από τη δεκαετία του '60 και μετά. Συνολικά η αυξημένη διαπερατότητα που παρουσιάζει το δέρμα λόγω της αυξημένης ρευστότητας των διαφόρων μεσοκυττάρων λιπιδίων κυρίως λόγω θέρμανσης ή και μηχανικής καταπόνησης αλλά και εξαιτίας της διεύρυνσης στο μεσοκυττάριο χώρο, ή ακόμη και λόγω της δημιουργίας μόνιμων ή και παροδικών ανοιγμάτων μέσω κερατινοκυττάρων ως συνέπεια

μεταφοράς του φαρμάκου μέσω του δέρματος. Αυτή η αύξηση στην διαπερατότητα του δέρματος ως προς τα φάρμακα μπορεί να μην διατηρηθεί και μετά το τέλος του ηχοβολισμού [24].

Με τη διαδικασία της φωνοφόρησης οδηγούνται τα σκευάσματα της μεσοθεραπείας στους ιστούς και επέρχεται μυϊκή χαλάρωση και αναλγησία. Ενισχύεται η εισχώρηση του σκευάσματος στην πάσχουσα περιοχή με αποτέλεσμα τη βελτίωση της εσωτερικής κυκλοφορίας του σκευάσματος και την άμεση απορρόφησή του από το δέρμα, επιταχύνοντας με αυτό τον τρόπο την επούλωση των ιστών. Καταπολεμά τις ρυτίδες, τις ουλές, κυτταρίτιδα, ραγάδες. Χάρη στις δονήσεις των υπερηχητικών κυμάτων διεγείρεται η λέμφος βελτιώνοντας τη σύνθεση των ελαστικών ινών του δέρματος.

Επιπλέον, λόγω της ταχύτατης και αποτελεσματικής επίδρασης των καλλυντικών, εξαλείφει τους σμηγματογόνους αδένες και απαλύνει τις ουλές. Λόγω της διέγερσης του ιστού, βελτιώνεται η ροή του αίματος και παρατηρείται αυξημένη παραγωγή κολλαγόνου, επιταχύνοντας την ανανέωση των κυττάρων [25].

Θερμοθεραπεία

Διαφορετικά φαινόμενα διευκρινίζουν την αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας του δέρματος καθώς και του εσωτερικού του δέρματος που αποκαλύπτεται στους υπερήχους. Όταν ένα κύμα υπερήχων διασχίζει το δέρμα, το κύμα αυτό μειώνεται συνεχώς εν μέσω μετάδοσης. Αυτή η επίδραση συρρίκνωσης διευκρινίζεται από τρεις συνιστώσες, συγκεκριμένα την αφομοίωση, την ανάκλαση και τη διάχυση, και εξαρτάται από την επανάληψη του κύματος υπερήχων και από το πάχος και την ετερογένεια της δομής. Η συστολή του δέρματος είναι τέσσερις φορές υψηλότερη από εκείνη των μαλακών ιστών και συνήθως οφείλεται στην ετερογένεια του δέρματος. Για να μειωθεί η άνοδος της θερμοκρασίας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί τρόπος λειτουργίας υπερήχων παλμών ή κύμα υπερήχων μικρότερης συχνότητας [24].

Χωρίς αμφιβολία, η υπερηχογραφία μπορεί να ενισχύσει σημαντικά τη διαδερμική απορρόφηση. Οι πρόσφατες έρευνες είναι πολλά υποσχόμενες, ιδίως στην περίπτωση του διαβήτη. Εκτός από τη μέτρηση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα στους ανθρώπους, είναι εφικτή η μείωση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα στα ζώα με τη χρήση μιας μη επεμβατικής συσκευής. Αν και η συνεχής χορήγηση καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας θα μπορούσε θεωρητικά να επιτρέψει μια ημερήσια δόση, η κανονική ημερήσια δόση ινσουλίνης που απαιτείται για τη θεραπεία ενός ενήλικου διαβητικού ασθενούς είναι περίπου 30 έως 60 IU, και η ποσότητα που παρέχεται είναι περίπου 0,5 έως 1 IU για ένα σύντομο χρονικό διάστημα [24].

Η θερμοθεραπεία είναι πολύ δημοφιλής στις θεραπείες αισθητικής χάρη στην εφαρμογή της θερμότητας τους ιστούς για θεραπευτικούς σκοπούς. Παράγει αγγειοδιαστολή, αναλγησία στην περιοχή που πονά, μυϊκή χαλάρωση, αυξάνει τον κυτταρικό μεταβολισμό και επιφέρει αναπλαστική δράση. Η εφαρμογή της θερμοθεραπείας για την κυτταρίτιδα, διεγείρει την κυκλοφορία του αίματος και τη μεταβολική δραστηριότητα των κυττάρων, με άμεση συνέπεια την κινητοποίηση του λίπους. Διεγείρει επιπλέον την παραγωγή κολλαγόνου και ελαστίνης, βελτιώνοντας τη σφριγηλότητα του δέρματος. Ακόμα, ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα και ιδιαίτερα τα λεμφοκύτταρα T και NK, τα οποία παρέχουν προστασία από κύτταρα όγκων και διάφορες λοιμώξεις [26].

3.3 Αποτελέσματα

Η μεσοθεραπεία χρησιμοποιείται από το 1952 και τις πρώτες ανακαλύψεις του Ιταλού ιατρού Achille Mario Dogliotti, ο οποίος θεωρείται ο πατέρας της μεσοθεραπείας, για την αντιμετώπιση του πόνου που σχετίζεται με οδοντιατρικές επεμβάσεις, αθλητικούς τραυματισμούς, ουρική αρθρίτιδα, πονοκεφάλους, νευραλγία και πόνο στην πλάτη. Η διαδικασία περιλαμβάνει αρκετές ενέσεις μικρού όγκου ενός αναλγητικού, όπως η κετορολόκη ή η πιροξικάμη, γύρω από την επώδυνη θέση, όπως ένας ερεθισμένος τένοντας. Συνήθως γίνεται συγχορήγηση μυοχαλαρωτικών όπως η βακλοφαίνη ή η διαζεπάμη. Η καλσιτονίνη (sCT), η οποία χρησιμοποιείται ήδη στην ιατρική ως αναλγητικό για επώδυνες ασθένειες των οστών, όπως η οστεοπόρωση, είναι ένα άλλο φάρμακο που χρησιμοποιείται συνήθως σε αρκετά ευρωπαϊκά έθνη για προβλήματα χρόνιου πόνου [27].

Οι περισσότερες μέθοδοι μεσοθεραπείας ελαχιστοποιούν τον πόνο χρησιμοποιώντας είτε 1% λιδοκαΐνη για οξείες διαταραχές είτε 1% προκαΐνη για χρόνιες καταστάσεις, χωρίς τη χρήση επινεφρίνης. Η πεντοξυφυλλίνη και η μπουφλομεντίλη, δύο φάρμακα που πιστεύεται ότι βελτιώνουν την τοπική μικροκυκλοφορία των ιστών και βοηθούν στην απομάκρυνση των μεταβολικών αποβλήτων, χρησιμοποιούνται επίσης ευρέως σε αρκετά ευρωπαϊκά έθνη. Η πεντοξυφυλλίνη έχει επίσης αποδειχθεί ότι έχει αντιπεραλγητική δράση σε πειράματα σε ζώα. Επιπλέον, ο μελίλωτος, η αγκινάρα και το ginkgo biloba χρησιμοποιούνται ως βότανα για την ενίσχυση της τοπικής κυκλοφορίας [27].

Στο χώρο της αισθητικής και κοσμητολογίας, η μεσοθεραπεία γίνεται σήμερα όλο και πιο δημοφιλής για μη χειρουργικές αισθητικές εφαρμογές, όπως η μείωση της κυτταρίτιδας ή της τοπικής λιποδυστροφίας στα χέρια, στα πόδια, στους μηρούς, στους γλουτούς, καθώς και στο

πρόσωπο, συμπεριλαμβανομένων των ματιών. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την αναζωογόνηση του δέρματος, τη μείωση των ρυτίδων, τη σύσφιξη του χαλαρού δέρματος, τη διαμόρφωση του περιγράμματος του σώματος, τις ουλές, την ακμή και την αλωπεκία. [27].

Η φωσφατιδυλοχολίνη (PC), η L-καρνιτίνη, η αμινοφυλλίνη, η υαλουρονιδάση, η κολλαγενάση, το γλυκολικό οξύ, το ρετινοϊκό οξύ, οι πολυβιταμίνες (A, D, E, K), τα ιχνοστοιχεία (ελάχιστες ποσότητες ψευδαργύρου, σεληνίου, χρωμίου και μαγγανίου), ένα ανάλογο της ακετυλοχολίνης, η διμεθυλαμινοαιθανόλη (DMAE), η λιδοκαΐνη κ.λπ. είναι μεταξύ των φαρμάκων που έχουν βρεθεί ότι είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά στην αφαίρεση των ανεπιθύμητων εναποθέσεων λίπους και στην αναζωογόνηση του δέρματος.

Με τη διαδικασία της μεσοθεραπείας ενισχύεται η αποτελεσματικότητα ως προς τη διάσπαση των λιποκυττάρων και τη διάλυση του λίπους, με την προσθήκη μέτριων δόσεων δεοξυχολικού νατρίου. Η απελευθέρωση ινσουλίνης θεωρείται ότι διεγείρεται από τα παρασκευάσματα θυρεοειδούς, την αμινοφυλλίνη και την ισοπροτερενόλη, η οποία βοηθά στη διάσπαση των λιποκυττάρων.

Οι ζώνες ινώδους ιστού που αναπτύσσονται μεταξύ των λοβών λίπους στην κυτταρίτιδα διασπώνται από τα ένζυμα υαλουρονιδάση και κολλαγενάση. Το δέρμα απολεπίζεται (peeling) με τη χρήση γλυκολικού οξέος. Η βιταμίνη A ελέγχει την κερατινοποίηση και τον κύκλο των κυττάρων του δέρματος. Επειδή εμποδίζει τη δημιουργία μελανίνης, η βιταμίνη C προάγει τη σύνθεση του κολλαγόνου και μειώνει τις υπερμελάγχρωση. Η αντιοξειδωτική βιταμίνη E βοηθά στην πρόληψη της γήρανσης του δέρματος, ενώ η βιταμίνη K επηρεάζει τους μηχανισμούς πήξης και ελέγχει τη μικροκυκλοφορία του δέρματος. Το DMAE συσφίγγει τα μυοϊνίδια και λειαίνει το χαλαρό δέρμα. Τα ιχνοστοιχεία είναι ζωτικής σημασίας για τον έλεγχο του κύκλου εργασιών και την επιδιόρθωση των κυττάρων του δέρματος [27].

Το bodycontouring ή sculpting είναι ένα είδος "ανανέωσης της εμφάνισης", βοηθά το σώμα να μειώσει το λίπος, ενώ αυξάνει μέτρια τους μύες, επαναδιαμορφώνοντας για μια αδύνατη και γυμνασμένη εμφάνιση. Η μεσοθεραπεία θεωρείται ως μη χειρουργική εναλλακτική της λιποαναρρόφησης, αν και δεν είναι δυνατή η αφαίρεση μεγάλων όγκων λίπους. Περαιτέρω, το άτομο πρέπει επίσης να φροντίζει για την πρόσληψη λίπους και την άσκηση. Ενδέχεται να χρειαστούν έως και δέκα ή περισσότερες συνεδρίες [27].

3.4 Παρενέργειες μεσοθεραπείας

Η εφαρμογή της μεσοθεραπείας έχει κάποιες παρενέργειες, όπως και κάθε ιατρική διαδικασία. Οι παρενέργειες που εμφανίζονται μετά την εφαρμογή μεσοθεραπείας συνήθως δεν διαρκούν πολύ. Η εμφάνιση παρενεργειών διαφέρει από άτομο σε άτομο. Ορισμένοι θεραπευόμενοι δεν εμφανίζουν καμία παρενέργεια. Ορισμένα φάρμακα που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της μεσοθεραπείας μπορεί να προκαλέσουν αλλεργικές αντιδράσεις στους ανθρώπους. Προκειμένου να αποφευχθούν οι αλλεργικές αντιδράσεις, οι δερματικές αντιδράσεις θα πρέπει να παρακολουθούνται με την εφαρμογή φαρμάκων σε ένα μικρό τμήμα της επιφάνειας του δέρματος ακριβώς 24 ώρες πριν από τη μεσοθεραπεία. Οι παρενέργειες που μπορεί να παρατηρηθούν μετά τη διαδικασία της μεσοθεραπείας είναι οι ακόλουθες: ναυτία, εμετός, διάρροια, οίδημα του δέρματος, ευαισθησία του δέρματος, κνησμός και αίσθημα καύσου στο δέρμα, εξάνθημα στην επιφάνεια του δέρματος και μώλωπες στην επιφάνεια του δέρματος [28].

Η μεσοθεραπεία ως εναλλακτική θεραπευτική μέθοδος, καθίσταται αποτελεσματική και αξιόπιστη σε πολλές θεραπείες. Η μικροαπόθεση του φαρμακευτικού σκευάσματος στους περιβαλλοντικούς ιστούς παρατείνει την επίδραση στην πληγείσα περιοχή [29]. Έχουν αναφερθεί ελάχιστες ανεπιθύμητες ενέργειες, πολλές από τις οποίες προκαλούνται από εσφαλμένη διαδικασία και εφαρμογή του σκευάσματος από μη ειδικευμένο προσωπικό ή έλλειψη τεχνικών γνώσεων της θεραπείας [30].

Οι Yang, et al., (2018), ανέφεραν ως ανεπιθύμητες ενέργειες, τη ναυτία, την κόπωση, το μούδιασμα, την εφίδρωση, τον πονοκέφαλο και την εκχύμωση.

Οι Costantino, Marangio & Coruzzi (2011) ανέφεραν κάποιες περιπτώσεις τοπικής και προσωρινής αιμορραγίας και παρουσία φλεγμονών στα σημεία που έλαβε χώρα η ένεση, τα οποία υποχώρησαν μέσα σε λίγες ημέρες. Η μεσοθεραπεία είναι καλά ανεκτική μέθοδος και δεν παρατηρούνται τοπικές ή αλλεργικές αντιδράσεις.

Οι Moretti, et al., (2005) στη μελέτη τους παρατήρησαν ότι οι 7 θεραπευόμενοι στους 40 που έλαβαν μέρος στις κλινικές δοκιμές μεσοθεραπείας, ανέφεραν πόνο στο σημείο της ένεσης, αλλεργική αντίδραση ή επανεμφάνιση του πόνου λίγες ώρες μετά τη θεραπεία. Άλλες παρενέργειες δεν αναφέρθηκαν.

Πρόσφατα, αναφέρθηκαν αρκετές περιπτώσεις μη φυματιώδους μυκοβακτηριδιακής δερματικής λοίμωξης που εκδηλώθηκαν ως οζίδια και αποστραγγιστικά αποστήματα λόγω κακών μέτρων αντισηψίας εντός 1 και 12 εβδομάδων από τη διαδικασία. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ο κίνδυνος μετάδοσης λοιμώξεων (AIDS, HBV, HBC κ.λπ.) που ισχύει για κάθε διαδικασία που

εισβάλλει στο ακέραιο δέρμα, εκτός από τις άγνωστες μέχρι σήμερα μακροχρόνιες τοπικές και συστηματικές επιπτώσεις. Αντιδράσεις όπως κνησμός, μπορεί να παρατηρηθούν σε άτομα με πολύ ευαίσθητο δέρμα. Ενδέχεται να υπάρξουν σημάδια υπερμελάγχρωσης στην περιοχή εφαρμογής της μεσοθεραπείας [28].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΥΠΕΡΗΧΟΙ

4.1 Φυσική υπερήχων

Η μη επεμβατική απεικόνιση των δομών των ιστών καθίσταται δυνατή με τη χρήση της υπερηχογραφίας. Οι ολοκληρωμένες εικόνες που παράγονται από την αντανάκλαση των επιφανειών των οργάνων και εντός των ετερογενών ιστών είναι γνωστές ως απεικόνιση με υπερήχους σε πραγματικό χρόνο. Ο θεραπευόμενος, ο εξοπλισμός υπερήχων και ο χειριστής αλληλεπιδρούν κατά τη διάρκεια μιας υπερηχογραφικής εξέτασης. Η κλινική εφαρμογή των υπερήχων είναι σημαντικά απλούστερη, παρά την κάπως περίπλοκη φυσική που διέπει τη δημιουργία, τη διάδοση, την ανίχνευση και τη μετατροπή τους σε χρήσιμες πληροφορίες [31].

Τα υπερηχητικά κύματα αποτελούν κύματα συχνότητας που ξεπερνούν τις ακουστικές συχνότητες του ανθρώπινου αυτιού. Στην ιατρική διάγνωση χρησιμοποιούνται συχνότητες υπερήχων μεταξύ 3 και 10 MHz[31].

Οι σημαντικότερες παράμετροι που περιγράφουν το κύμα είναι το μήκος κύματος, η συχνότητα, η ταχύτητα και η ένταση.

4.1.1 Ιδιότητες υπερήχων

Οι βασικότερες ιδιότητες των υπερηχητικών κυμάτων, στις οποίες βασίζεται η ευρεία εφαρμογή τους σε διάφορους τομείς είναι [32]:

- 1) Στο κενό, τα υπερηχητικά κύματα είναι ακίνητα.
- 2) Τα ηχητικά κύματα με μικρό μήκος κύματος και υψηλή συχνότητα ονομάζονται υπερηχητικά κύματα.
- 3) Σε ένα συγκεκριμένο μέσο, τα κύματα αυτά κινούνται με την ίδια ταχύτητα με τον ήχο.
- 4) Η ταχύτητά τους δεν αλλάζει σε κανένα ομοιογενές υλικό.

4.1.2 Τεχνικές εφαρμογής

Γενικότερα, η χρήση υπερήχων εντοπίζεται σε πληθώρα επιστημονικών κλάδων, με ευρεία χρήση και αποτελεσματικότητα στην ιατρική και τις παραϊατρικές επιστήμες. Τα κύματα υπερήχων εμφανίζουν ορισμένες βασικές κατηγορίες αλληλεπίδρασης με τους διάφορους τύπους ανθρώπινου ιστού [32].

Το υπερηχητικό κύμα αλληλεπιδρά με τους ιστούς με διαφορετικούς τρόπους καθώς τους διαπερνά. Τα ακόλουθα χαρακτηριστικά είναι τα πιο κρίσιμα: Οι ακόλουθοι είναι οι τρόποι με τους οποίους αλληλεπιδρούν οι δύο αλληλεπιδράσεις: ανάκλαση, σκέδαση, και απορρόφηση.

4.2 HIFU (High Intensity Focused Ultrasound - Επικεντρωμένος υπέρηχος υψηλής έντασης)

4.2.1 Εφαρμογές στο τομέα της αισθητικής

Η τεχνολογία HIFU χρησιμοποιεί κύματα υπερήχων τα οποία μπορούν να εστιαστούν σε ένα μόνο σημείο του ιστού αυξάνοντας τοπικά τη θερμοκρασία του στους 50-60 °C, με αποτέλεσμα την τοπική απόπτωση των κυττάρων χωρίς να καταστρέφονται οι παρακείμενοι ιστοί που παρεμβάλλονται. Μετά από εφαρμογή στο λιπώδη ιστό σε βάθος 7mm και 13 mm, επιτυγχάνεται τριπλό αποτέλεσμα: μειώνεται το τοπικό λίπος, αντιμετωπίζεται με επιτυχία η χαλάρωση του δέρματος και η κυτταρίτιδα. Με τις εστιασμένες βολές των υπερήχων στην περιοχή της θεραπείας και με την αυξημένη θερμοκρασία στα σημεία εστίασης, προκαλείται νέκρωση των λιποκυττάρων, χωρίς να επηρεάζονται οι παρακείμενοι ιστοί.

Το λεμφικό και το κυκλοφορικό σύστημα διασπών τα αποπτωτικά λιποκύτταρα καθ' όλη τη διάρκεια των θεραπειών διάρκειας μίας έως μιάμισης ώρας. Τα καλύτερα αποτελέσματα εμφανίζονται τρεις μήνες μετά τη θεραπεία, ενώ τα αρχικά αποτελέσματα μπορούν να παρατηρηθούν ήδη από δύο εβδομάδες. Ακόμα και αν μια μόνο θεραπεία μπορεί να έχει αποτελέσματα, συνήθως συνιστώνται οι επόμενες, καθώς μπορούν να οδηγήσουν σε ακόμα μεγαλύτερη μείωση του λίπους [33].

Οι θερμικοί υπέρηχοι είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται στην εγκεκριμένη από τον FDA συσκευή LipoSonix (Medicis Technologies Corporation, Bothell, Washington, ΗΠΑ) για την αφαίρεση του κοιλιακού λίπους. Κατά τη θέρμανση των λιποκυττάρων για τη θεραπεία, τα υπερηχητικά κύματα των 2 MHz μπορούν να κατευθυνθούν από 1,1 έως 1,8 cm μέσα στον ιστό. Η αποτελεσματικότητά του έχει αναφερθεί εκτενώς στη βιβλιογραφία, επιτυγχάνοντας μέση μείωση

της περιφέρειας μέσης κατά 4,7 cm 3 μήνες μετά από μία μόνο θεραπεία. Ένα άλλο εγκεκριμένο από τον FDA σύστημα που λειτουργεί στα 2 MHz είναι το σύστημα LIPOcel (Jeisys Medical, Σεούλ, Νότια Κορέα). Έχει το πρόσθετο πλεονέκτημα μιας συσκευής ψύξης που προφυλάσσει από τυχόν παρενέργειες που σχετίζονται με το δέρμα. Αξιοποιώντας τα θερμικά αποτελέσματα των θεραπευτικών υπερήχων, η συσκευή διασπά τα λιποκύτταρα. Ένα μήνα μετά τη θεραπεία, παρατηρήθηκε μείωση της περιφέρειας της μέσης κατά 2-5,5 cm. Η περιοχή-στόχος θερμαίνεται χρησιμοποιώντας παλμούς HIFU 2 MHz στο πιο πρόσφατο σύστημα Scizer (Classys Inc., Σεούλ, Κορέα). Έχει αποδειχθεί ότι αυτή η συσκευή, η οποία περιλαμβάνει δύο μετατροπείς που επιτρέπουν την εστίαση είτε στα 0,9 είτε στα 1,3 cm, μπορεί να μειώσει την περίμετρο της μέσης έως και 3,4 cm [33].

Όπως όλα δείχνουν, οι μη επεμβατικές μέθοδοι μείωσης του λίπους γίνονται όλο και πιο δημοφιλείς λόγω της αποδεδειγμένης αποτελεσματικότητάς τους και των ελάχιστων ανεπιθύμητων ενεργειών τους. Η χρήση νέων τεχνολογιών για την εξάλειψη του υποδόριου λίπους και της μυϊκής χαλάρωσης, καθίστανται ως καλές μη επεμβατικές θεραπείες, στον τομέα της αισθητικής[33].

4.2.2 Μηχανισμός δράσης HIFU

Τα μηχανικά κύματα που είναι υψηλότερα από το ανθρώπινο κατώφλι ακοής (> 16 kHz) αναφέρονται ως υπέρηχοι. Το συνηθισμένο εύρος συχνοτήτων για τα διαγνωστικά όργανα υπερήχων είναι 1 έως 20 MHz. Συγκριτικά, η εκπομπή HIFU χρησιμοποιεί συνήθως συχνότητες μεταξύ 0,8 και 3,5 MHz. Σε σύγκριση με τους διαγνωστικούς υπερήχους, τα επίπεδα ενέργειας των συσκευών HIFU είναι αρκετά υψηλότερα. Με την εστίαση αυτών των υπερηχητικών κυμάτων σε έναν στόχο, μπορούν να αφαιρεθούν ιστοί, όπως όγκοι, με μικρή έως καθόλου βλάβη στους παρακείμενους ιστούς [34].

Η μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε θερμότητα και η σπηλαιώση είναι οι δύο κύριες διεργασίες που προκαλούν τραυματισμό των ιστών. Η θερμοκρασία της εστίασης μπορεί να αυξηθεί γρήγορα κατά τη διάρκεια της θεραπείας HIFU και να ξεπεράσει για λίγο τους 80°C, γεγονός που θα μπορούσε να προκαλέσει την πήξη και τη νέκρωση του ιστού -στόχου. Σύμφωνα με τους Hoogenboom, et al., (2015), η διάρκεια της έκθεσης και η θερμοκρασία που επιτυγχάνεται επηρεάζουν και οι δύο το μέγεθος της θερμικής βλάβης που προκαλείται στα κύτταρα.

Η ακουστική σπηλαιώση, η οποία προκαλεί τοπική καταστροφή των ιστών λόγω των υψηλών πιέσεων και θερμοκρασιών που προκαλούνται, είναι ο σημαντικότερος μη θερμικός μηχανισμός διάσπασης των ιστών με τη χρήση υπερήχων υψηλής πίεσης (HIFU).

4.2.3 Τρόπος εφαρμογής

Για την αναζωογόνηση προσώπου με εφαρμογή συσκευής HIFU καθαρίζεται η επιλεγμένη περιοχή του προσώπου και εφαρμόζεται το ειδικό τζελ. Κάθε συνεδρία διαρκεί συνήθως 30-90 λεπτά [34].

Ενώ ορισμένα άτομα έχουν μικρές ενοχλήσεις κατά τη διάρκεια της θεραπείας, άλλοι αναφέρουν ότι βιώνουν πόνο και μετά το πέρας της εφαρμογής, συνήθως στη περιοχή του λαιμού και κοντά σε οστέινες περιοχές. Μετά τη θεραπεία με HIFU, δεν υπάρχει περίοδος ανάρρωσης και το άτομο μπορεί να επιστρέψει στις καθημερινές του δραστηριότητες [34].

4.2.4 Εφαρμογές HIFU στην ιατρική

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες, ο εστιασμένος υπέρηχος υψηλής έντασης (HIFU) άνοιξε νέους δρόμους στη θεραπεία πολλών παθολογικών καταστάσεων. Η θεραπευτική δυνατότητα του HIFU βασίζεται στη συνθήκη ότι επιτρέπεται η τοπική εναπόθεση δόσεων υψηλής ενέργειας, βαθιά μέσα στη θεραπευόμενη περιοχή, χωρίς να βλάπτει τον περιβάλλοντα ιστό. Ο συνδυασμός διαγνωστικού υπερήχου και ειδικότερα της μαγνητικής τομογραφίας με HIFU επιτρέπει την αποτελεσματική παρακολούθηση και διαχείριση της θεραπευτικής διαδικασίας. Οι εφαρμογές του HIFU είναι πολλές, από τη θεραπεία καλοήθων και κακοήθων βλαβών με θερμοθεραπεία, τη στοχευμένη χορήγηση φαρμάκων στην πάσχουσα περιοχή, έως τη θεραπεία θρόμβων (ηχοθρομβόλυση). Ειδικότερα, για τη θεραπεία του καρκίνου του προστάτη και την αφαίρεση καλοηθών ινομυωμάτων της μήτρας, είναι οι νούμερο ένα θεραπευτικές επιλογές διεθνώς [35].

Η αφαίρεση του καρκίνου του προστάτη είναι η πιο κοινή και παραδοσιακή κλινική χρήση της HIFU. Η αφαίρεση με εφαρμογή συσκευής HIFU πραγματοποιείται συχνά μέσω του πρωκτικού τοιχώματος, το οποίο καλύπτει ολόκληρο το όργανο. Αυτή η διαδικασία μπορεί να είναι σε θέση να διατηρήσει όργανα που κινδυνεύουν, όπως η νευροαγγειακή δέσμη.

Τα ινομώματα της μήτρας, τα οποία συχνά αναφέρονται ως λειομώματα ή μυώματα, είναι οι πιο διαδεδομένοι πυελικοί όγκοι στις γυναίκες. Για τη θεραπεία με HIFU, το θεραπευτικό πεδίο υπερήχων κατευθύνεται μέσω του πρόσθιου κοιλιακού τοιχώματος, αποφεύγοντας τις δερματικές ουλές και τους εντερικούς βρόχους στην πορεία της ηχοβολιστικής κεφαλής. Ο πρωταρχικός στόχος είναι η συρρίκνωση των ινομυωμάτων με την πρόκληση μεγάλων μη διηθημένων ζωνών στους όγκους και τη μείωση της μάζας των ινομυωμάτων μέσω θερμικής εκτομής. Η μαγνητική τομογραφία ή το διαγνωστικό υπερηχογράφημα χρησιμοποιούνται για την καθοδήγηση της θεραπείας [35].

Η εκτομή των οστικών μεταστάσεων, της πιο συχνής πηγής πόνου σε θεραπευόμενη με προχωρημένη μεταστατική νόσο, αποτελεί μια ενδιαφέρουσα θεραπευτική στρατηγική. Εδώ, ο απώτερος στόχος της θεραπείας είναι να γίνουν αυτοί οι όγκοι ανώδυνοι. Ο συντονισμός HIFU θερμαίνει γρήγορα τον στοχευόμενο οστικό φλοιό, ακολουθούμενος από το περίοστεο και τον ιστό του όγκου που τον περιβάλλει, επειδή το οστό έχει υψηλό συντελεστή απορρόφησης των υπερήχων και χαμηλότερη θερμική αγωγιμότητα από τους μαλακούς ιστούς. Επιπλέον, εμφανίζεται περιορισμένο αποτέλεσμα στο εσωτερικό της εστιασμένης δέσμης υπερήχων λόγω της χαμηλής αγωγιμότητας και της σημαντικής απορρόφησης του οστίτη ιστού [35].

4.2.5 Πλεονεκτήματα HIFU

Τα οφέλη της HIFU έγκεινται στην ικανότητά της να διεισδύει βαθιά στο δέρμα, στοχεύοντας σε συγκεκριμένα στρώματα με ακρίβεια. Διεγείρει την παραγωγή κολλαγόνου, κάτι που είναι σαν να δίνει στο δέρμα σας ξανά μια νεανική αναζωογόνηση. Καθώς αυξάνονται τα επίπεδα κολλαγόνου, οι λεπτές γραμμές, οι ρυτίδες και η χαλάρωση του δέρματος παραμερίζονται, αποκαλύπτοντας μια πιο νεανική και ανανεωμένη εκδοχή του δέρματος [36].

Ορισμένα από τα πιο άμεσα, και σημαντικότερα οφέλη της μεθόδου αποτελούν τα παρακάτω:

- μη επεμβατική, επαναλαμβανόμενη, σύντομη παραμονή στο νοσοκομείο ή πιθανή θεραπεία σε εξωτερικά ιατρεία,
- χειρουργική επέμβαση διάσωσης οργάνων, άριστη προστασία των υγιών ιστών (σε περιπτώσεις εφαρμογής σε τομείς εκτός της αισθητικής, όπως η ιατρική αντιμετώπιση καρκινικών κυττάρων),
- απεικόνιση ανατομικού υποβάθρου σε πραγματικό χρόνο,
- δεν υπάρχει ειδική αντίσταση του όγκου στην κατάλυση με HIFU,
- απουσία ιονίζουσας ακτινοβολία,
- χαμηλότερο προφίλ παρενεργειών,
- συνήθως δεν υπάρχουν ουλές,
- δεν υπάρχει διασπορά των καρκινικών κυττάρων, δεν υπάρχει τραυματισμός των αγγείων, δεν υπάρχει κίνδυνος αιμορραγίας λόγω παρακέντησης,

- ακριβής τοπική κατάλυση σε συνδυασμό με άλλες θεραπείες για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας,
- ευρεία περιοχή εφαρμογής.

4.2.6 Αποτελέσματα HIFU

Η χρήση της HIFU έχει αυξηθεί σε δημοτικότητα πρόσφατα ως μια βιώσιμη και αποδεδειγμένη θεραπευτική επιλογή σε ορισμένες περιπτώσεις, αντικαθιστώντας τη χειρουργική εκτομή και άλλες μεθόδους. Οι μεγάλες δυνατότητες της HIFU εντοπίζονται στην ικανότητά της να αφαιρεί με ακρίβεια ιστό από το βάθος του σώματος με μη επεμβατικό τρόπο. Σύμφωνα με τους DeSenneville, Moonen & Ries (2016), για τους θεραπευόμενους αυτό σημαίνει μια πολύ λιγότερο τραυματική θεραπεία- για τους κλινικούς γιατρούς, τους γιατρούς και τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης, τα πιθανά αποτελέσματα περιλαμβάνουν μικρότερη παραμονή στο νοσοκομείο, λιγότερα προβλήματα και, τελικά, μικρότερη οικονομική επιβάρυνση.

Ο FDA έχει εγκρίνει τη μαγνητική τομογραφία υπό την καθοδήγηση εστιασμένων υπερήχων ως θεραπεία για τα ινομύωμα της μήτρας. Με εξαίρεση τις ΗΠΑ, οι κλινικές δοκιμές για τη θεραπεία καταστολής του καρκίνου του προστάτη με HIFU καθοδηγούμενη από τις ΗΠΑ διεξάγονται σε όλη την Ευρώπη, την Ασία και την Αμερική. Όσον αφορά τα άλλα όργανα-στόχους (εγκέφαλος, ήπαρ, οστά και μαστός), η HIFU βρίσκεται ακόμη σε προκλινικές ή κλινικές δοκιμές. Η HIFU βρίσκεται σε αρχικό στάδιο, ιδίως για τις θεραπείες που αφορούν την κοιλιά, οι οποίες είναι περίπλοκες λόγω της κινητικότητας του οργάνου. Εκτός από τα εμπόδια που περιγράφηκαν προηγουμένως, η νέα θεραπεία HIFU αντιμετωπίζει τον ανταγωνισμό της ακτινοθεραπείας και άλλων ελάχιστα επεμβατικών μεθόδων, όπως η διάμεση θερμοθεραπεία με λέιζερ (LITT) ή η εκτομή RF. Σύμφωνα με τους DeSenneville, Moonen & Ries (2016), η LITT είναι πολύ πιο απλή στην εκτέλεση υπό μαγνητική καθοδήγηση από ότι η HIFU, ιδίως από τεχνολογικής άποψης.

Για τον χειρισμό της κίνησης του οργάνου απαιτείται τόσο ο σχεδιασμός με βάση την εικόνα όσο και η υποστήριξη από υπολογιστή. Αφενός, ο σχεδιασμός της θεραπείας μπορεί να βελτιωθεί με τη χρήση μαθηματικών προσομοιώσεων για την πρόβλεψη της θερμοκρασίας και της διάδοσης του ακουστικού πεδίου. Ωστόσο, είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν μοντέλα για τον τρόπο με τον οποίο κινούνται τα κοιλιακά όργανα. Τα μοντέλα αυτά θα πρέπει να παραμετροποιούνται με τη χρήση ταχείας απεικόνισης, όπως η μαγνητική τομογραφία ή ο υπέρηχος. Η διόρθωση της κίνησης και οι προσαρμογές της εστίασης ή του gating της HIFU καθίστανται δυνατές με τον συνδυασμό της προσομοίωσης της HIFU [36].

Ωστόσο, το μεγαλύτερο εμπόδιο για την αποτελεσματικότητα της HIFU θα είναι η μείωση των μακρών περιόδων θεραπείας, οι οποίες θα παραταθούν περαιτέρω με την ενεργοποίηση ή την ενεργοποίηση [36].

Συνοψίζοντας, για μια σειρά παθολογικών αιτιών, η HIFU είναι μια πολλά υποσχόμενη και εξαιρετικά δυναμική μη επεμβατική θεραπευτική μέθοδος. Η διαθεσιμότητα εγκεκριμένου υλικού, η προσπάθεια, ο χρόνος, το κόστος και το κλινικό αποτέλεσμα θα διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στο μέλλον της HIFU, καθώς και στην έγκριση και καθιέρωσή της για νέους σκοπούς [36].

4.2.7 Εφαρμογές HIFU στην αισθητική

Η θεραπεία με HIFU είναι μία ασφαλής, αποτελεσματική και μη επεμβατική διαδικασία που χρησιμοποιείται για τη λείανση των γραμμών του προσώπου (ρυτίδες) και της χαλάρωσης του δέρματος. Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική στη βελτίωση της γραμμής της γνάθου, στα μάγουλα και τις περιοχές γύρω από το στόμα [37].

Ο εστιασμένος υπέρηχος υψηλής έντασης (HIFU) πήρε το 2008 την έγκριση από τον Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων για την αναζωογόνηση του προσώπου, το lifting, τη σύσφιξη και το περίγραμμα σώματος [38]. Η αρχή λειτουργίας του HIFU είναι να προκαλεί κυτταρική βλάβη και μείωση όγκου της θεραπευόμενης περιοχής, δημιουργώντας μικροθερμικές βλάβες χωρίς καμία βλάβη στον παρακείμενο ιστό [39].



Εικόνα 4 – Αποτελέσματα θεραπείας HIFU πριν (μπλε βέλος) και μετά από 3 μήνες (πορτοκαλί βέλος) από 1 εφαρμογή συσκευής HIFU – Αρχειακό υλικό Δρ. Φ. Μπισκανάκη, 2022.

4.2.8 Επιπλοκές –περιορισμοί

Ασφάλεια και παρενέργειες

Η HIFU θεωρείται μια εξαιρετικά χαμηλού κινδύνου επέμβαση. Ωστόσο, η αφαίρεση με HIFU συμπτωματικών ινομυωμάτων και αδеноμύωσης εγείρει σημαντικές ανησυχίες όσον αφορά την ασφάλεια, επειδή η μήτρα βρίσκεται κοντά σε όργανα όπως η ουροδόχος κύστη, το παχύ έντερο και το οσφυϊκό πλέγμα. Η εστίαση της δέσμης συνήθως διατηρείται τουλάχιστον 1 εκατοστό μακριά από την άκρη του όγκου για την αποφυγή θερμικής βλάβης σε αυτές τις δομές. Ένα μπαλόνι που περιέχει αφυδατωμένο νερό τοποθετείται μεταξύ του πρόσθιου κοιλιακού τοιχώματος για την προστασία και τη μετατόπιση του παχέος εντέρου. Ο θεραπευόμενος μπορεί να περιγράψει τυχόν δυσφορία ή ασυνήθιστα συναισθήματα όταν η αφαίρεση με HIFU γίνεται υπό συνειδητή νάρκωση [40].

Για να μειωθεί η πιθανότητα νευρικής βλάβης, η προσοχή πρέπει να μετατοπιστεί μακριά από το σημείο-στόχο, ειδικά αν ο πόνος γίνεται αισθητός στο πόδι ή στον οπίσθιο μηρό. Ένας πιθανός κίνδυνος της θεραπείας με HIFU είναι ο μη αναστρέψιμος θερμικός τραυματισμός του ενδομητρίου, ο οποίος θα μπορούσε να οδηγήσει σε αμηνόρροια. Σύμφωνα με τους Celicanin, et al., (2018), αυτό μπορεί επίσης να αποφευχθεί με επιτυχία με την προσεκτική διαχείριση της περιοχής εστίασης και τη διατήρηση ενός κενού ασφαλείας 1 cm.

Οι θεραπευόμενοι έχουν συνήθως περιεγχειρητικές κράμπες μετά την εκτομή των συμπτωματικών ινομυωμάτων της μήτρας με HIFU- αυτές μπορούν να αντιμετωπιστούν καλά με αναλγητικά από το στόμα. Οι θεραπευόμενοι μπορούν συνήθως να πάρουν εξιτήριο την ίδια ημέρα. Μετά την HIFU, έχουν αναφερθεί πυρετός, ουρολοίμωξη, αιματουρία και πόνος στην πλάτη. Συνήθως, η δυσφορία είναι μέτρια, παροδική και προσωρινή [40].

Στη μελέτη τους οι Lio, Chang, Chuang, Tsai & Che (2022), κατέδειξαν ότι η θεραπεία με HIFU κατέστη αποτελεσματική, καθώς βελτίωσε και αναζωογόνησε το άνω μέρος του προσώπου, μόλις μετά από μία συνεδρία. Πόνος και ήπιο ερύθημα στην περιοχή θεραπείας σημειώθηκε σε 6 από τους δώδεκα συμμετέχοντες, κατά τη διάρκεια της θεραπείας, τα οποία και υποχώρησαν σε σύντομο χρονικό διάστημα και δε διήρκεσαν πάνω από 2 ημέρες. Επιπλέον, δεν αναφέρθηκαν σοβαρές παρενέργειες κατά τη διάρκεια της μελέτης. [41].

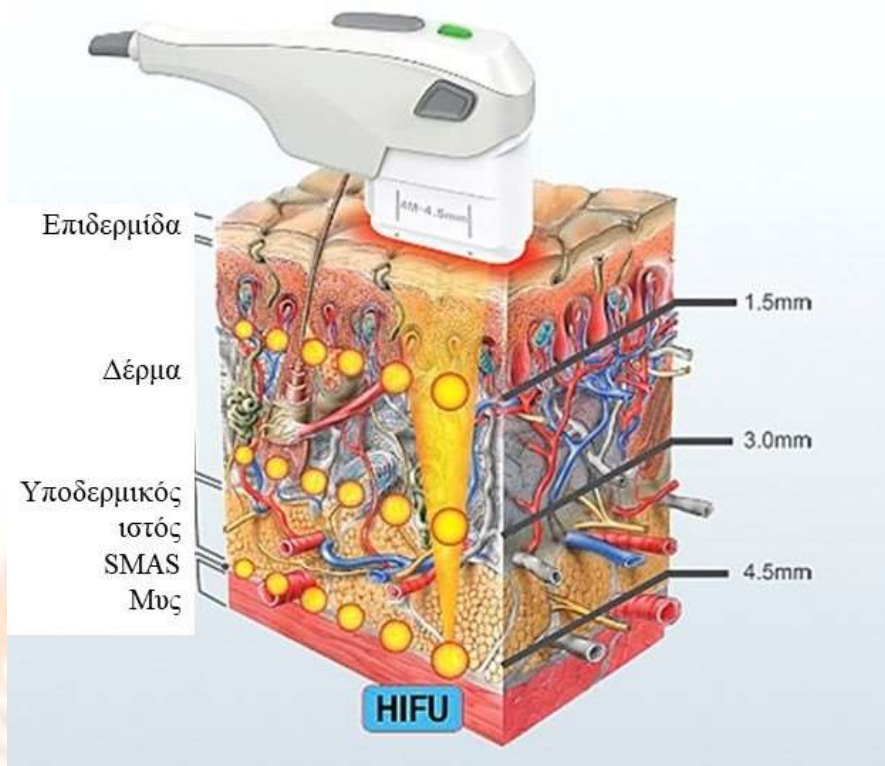
Το HIFU έχει την ιδιότητα να εισχωρεί βαθιά στα στρώματα που συγκρατούν το δέρμα, τους μύες και τους δομικούς ιστούς, όπως αποτυπώνεται στην Εικόνα 5 που ακολουθεί, προκαλώντας μία σειρά αντιδράσεων στο δέρμα που αντιστοιχούν σε ανόρθωση και σφριγηλότητα, καθώς προκαλεί τη φυσική παραγωγή κολλαγόνου.

Η θεραπεία με HIFU είναι ευρέως διαδεδομένη στην αισθητική, καθώς προκαλεί τη φυσική παραγωγή κολλαγόνου, είναι μη επεμβατική, έχει μηδενικό χρόνο αποθεραπείας, με άμεσα αποτελέσματα που διαρκούν. Μετά από ένα χρόνο, μπορεί να επαναληφθεί.

Γυναίκες και άνδρες μετά τα 35 μπορούν να ξεκινήσουν τη θεραπεία, ανάλογα με τις ανάγκες του δέρματος. Οι γυναίκες 40-50 ετών, είναι πιο δεκτικές στη θεραπεία, ενώ μετά τα 65 έτη, τα αποτελέσματα είναι πιο ορατά. Η θεραπεία θεωρείται ως η καλύτερη λύση για εκείνους που δεν επιθυμούν το χειρουργικό facelift.

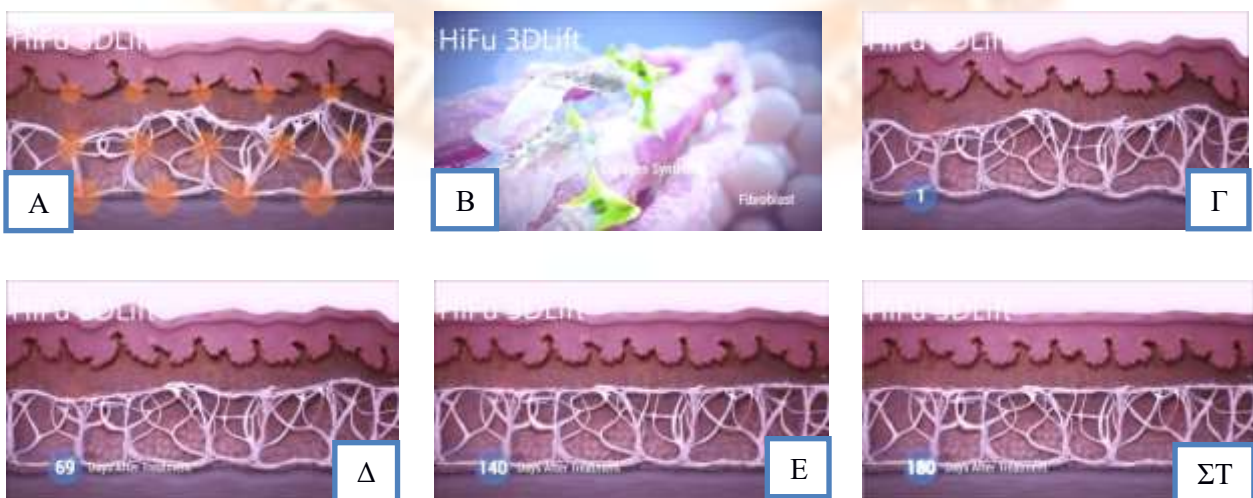
Οι περιοχές που εφαρμόζεται η θεραπεία HIFU είναι: μέτωπο, μάτια (στη περιοφθαλμική περιοχή), παρειές, λαιμός και ντεκολτέ. Τα αποτελέσματα είναι: λείανση ρυτίδων, ανύψωση βλεφάρων, μείωση των ρυτίδων που ξεκινούν από τη μύτη μέχρι τις γωνίες του στόματος, λάμψη, σύσφιξη και αναζωογόνηση του προσώπου και ενυδατώνει το δέρμα και το δερματικό ιστό.

Τα αποτελέσματα γίνονται αμέσως αντιληπτά αλλά το τελικό αποτέλεσμα διαφαίνεται μετά από 2-3 μήνες καθώς το κολλαγόνο χρειάζεται λίγο καιρό μέχρι να παραχθεί και να αντικαταστήσει το παλιό κολλαγόνο, όπως φαίνεται στην Εικόνα 5 παρακάτω. Σε πιο νεανικά δέρματα η νεοκολλαγνογένεση μπορεί να διαρκέσει και 6 μήνες [42].



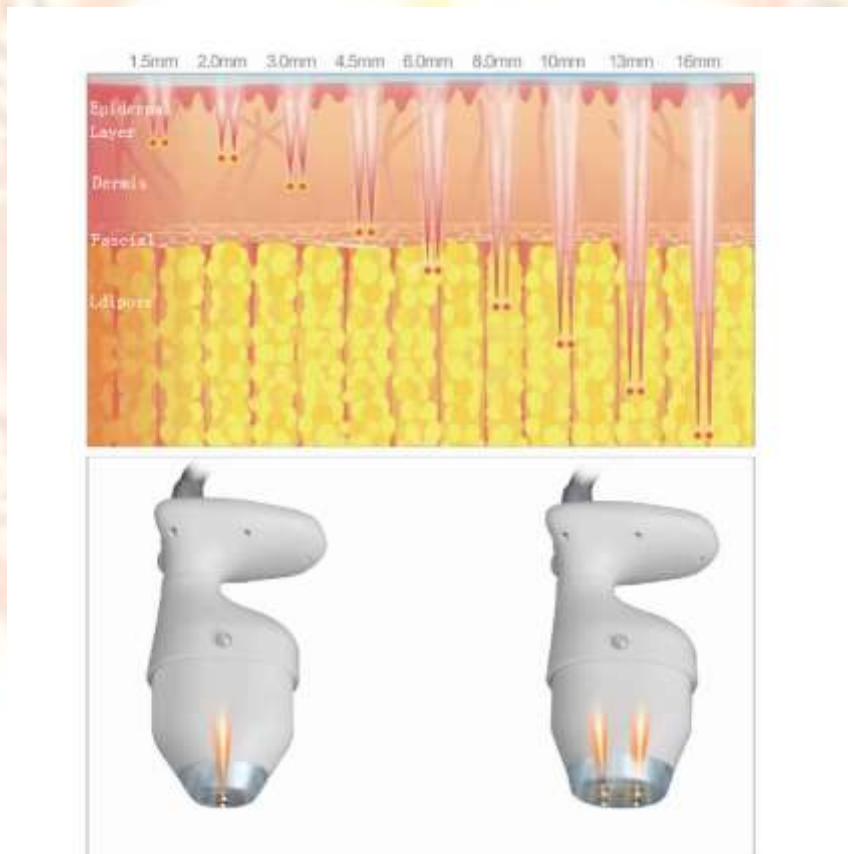
Εικόνα 4 – Υψηλής έντασης εστιασμένη υπερήχων (HIFU) στο δέρμα (<https://bit.ly/43MLvoB>)

Ο εστιασμένος υπέρηχος της συσκευής HIFU εστιάζει σε τρία στρώματα της πάσχουσας περιοχής, στην επιδερμίδα, το δέρμα και τον υποδερμικό ιστό. Αμέσως ξεκινά η παραγωγή του κολλαγόνου. Οι επόμενες Εικόνες αποτυπώνουν τα στάδια παραγωγής κολλαγόνου, μέχρι το τελικό αποτέλεσμα την 180^η μέρα μετά τη θεραπεία:



Εικόνα 5 – Διαδικασία εφαρμογής θεραπείας HIFU (A) και παραγωγής κολλαγόνου (B) (Γ) μετά από μία ημέρα (Δ) μετά από 69 ημέρες (Ε) μετά από 140 ημέρες (ΣΤ) μετά από 180 ημέρες (<https://bit.ly/43MLvoB>)

Όσον αφορά τη θεραπεία HIFU σώματος, η εστιασμένη ενέργεια υπερήχων μπορεί να φτάσει σε μεγαλύτερο βάθος (ξεκινώντας από 1,5mm μέχρι και 16mm) για να ξεκινήσει η νεοκολλαγένεση, χωρίς να διαταράσσει την επιφάνεια του δέρματος, όπως φαίνεται στην επόμενη Εικόνα 7. Οι συσκευές HIFU νέας γενιάς διαθέτουν κεφαλή με περισσότερες από μία διόδους υπερήχων, που είναι ιδανικές για μεγαλύτερες επιφάνειες (σώμα) [43].



Εικόνα 6 – Εφαρμογή θεραπείας HIFU σώματος (<https://bit.ly/3VKqxFd>)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ HIFU ΚΑΙ ΜΕΣΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

5.1 Μεσοθεραπεία με βελόνα και HIFU

Ο συνδυασμός HIFU και μεσοθεραπείας λειτουργεί συνεργιστικά για να προσφέρει βέλτιστα αποτελέσματα. Το HIFU διεγείρει την παραγωγή κολλαγόνου και ελαστίνης βαθιά στο δέρμα, ενώ η μεσοθεραπεία χορηγεί θρεπτικά συστατικά που ενισχύουν την υγεία και την όψη του δέρματος. Τα αποτελέσματα επικεντρώνονται στην ανάπλαση της επιδερμίδας, τη λείανση των ρυτίδων, την αποτελεσματική αντιμετώπιση των δυσχρωμιών και των μαύρων κύκλων, ενώ παράλληλα προσδίδει λάμψη και σφριγηλότητα, ενισχύει το κολλαγόνο και την ελαστίνη της επιδερμίδας και βελτιώνουν γενικά, τη συνολική εικόνα του δέρματος [44].

5.2 Μεσοθεραπεία χωρίς βελόνα και HIFU

Επειδή η μεσοθεραπεία χωρίς βελόνα είναι μια διακριτική, εντελώς μη τοξική εναλλακτική λύση σε σχέση με τις παρεμβατικές, χημικές θεραπείες, τα τελευταία χρόνια γίνεται όλο και πιο δημοφιλής. Μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους σε όλους τους τύπους δέρματος και είναι φυσική και ανώδυνη. Τα φυσικά συστατικά της μεσοθεραπείας εγχέονται απαλά στο δέρμα με τη χρήση τεχνολογίας υπερήχων, ως εναλλακτική λύση στις ενέσεις, στη μεσοθεραπεία χωρίς βελόνες. Οι κυτταρικές μεμβράνες του δέρματος μπορούν να είναι στιγμιαία διαπερατές χάρη στην τεχνολογία υπερήχων, η οποία βελτιώνει την ικανότητα των κυττάρων να απορροφούν τις ευεργετικές βιταμίνες, τα μέταλλα και τα αμινοξέα που βρίσκονται στα προϊόντα μεσοθεραπείας [45].

Πρόκειται για μια νέα τροποποίηση μεσοθεραπείας που επιτρέπει την παροχή ουδέτερων και ιονισμένων φαρμάκων στο χόριο και τον υποδόριο ιστό. Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει την προεπεξεργασία της επιλεγμένης θέσης με φως λέιζερ διπλού μήκους κύματος πριν από την προσθήκη των ακόλουθων τεσσάρων στοιχείων: Τρεις μέθοδοι για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι οι εξής: 1) η ηλεκτροδιάτρηση, κατά την οποία τρεις διαφορετικές συχνότητες ηλεκτρικών κυμάτων σχηματίζουν ηλεκτροπόρους στο δέρμα που κυμαίνονται από 40 έως 250 μm , 2) το ενεργό ρεύμα, το οποίο αυξάνει την αγγείωση και εγγυάται ότι επαρκής ποσότητα προϊόντος φτάνει στο προβλεπόμενο σημείο, 3) η υδροφορία, κατά την οποία ουσίες διαλυτές στο νερό διαπερνούν το δέρμα και 4) η κρυοφόρηση, κατά την οποία ουσίες κλειδώνονται στα κύτταρα του δέρματος με θερμοκρασίες ψύξης[45].

Η θεραπεία της κυτταρίτιδας, η αναζωογόνηση του δέρματος, η υπερμελάγχρωση που προκαλείται από τη φωτογήρανση και η σύσφιξη και ανόρθωση του δέρματος είναι οι πρωταρχικοί στόχοι της τεχνικής. Προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με τη μεσοθεραπεία με βελόνες, όπως το ότι είναι εντελώς ανώδυνη, δεν αφήνει πίσω της ερύθημα, οίδημα ή μώλωπες, μπορεί να διεισδύσει βαθύτερα, ανταποκρίνεται γρήγορα και είναι πιο προσιτή. Ο αναίτιος πόνος περιορίζεται σε μια αίσθηση μυρμηγκιάσματος που μοιάζει με καρφίτσες και βελόνες κατά τη διάρκεια της μεσοθεραπείας χωρίς βελόνες, σε αντίθεση με τις παρεμβατικές διαδικασίες που απαιτούν πολλές ενέσεις [45].

Αυτό το είδος θεραπείας δεν ενέχει κινδύνους ή δυσμενείς συνέπειες. Είναι ασφαλής για όλους τους τύπους δέρματος και χρησιμοποιεί φυσικά υλικά, αλλά επειδή η τεχνολογία των υπερήχων περιλαμβάνει ηλεκτρική έξοδο, δεν συνιστάται για όσους είναι έγκυοι, έχουν βηματοδότη, έχουν επιληψία ή έχουν οποιοδήποτε άλλο σοβαρό ιατρικό ή ψυχιατρικό πρόβλημα [45].

5.3 Συνδυασμός υαλουρονικού και HIFU

Μετά από τη θεραπεία με HIFU, δύναται να ακολουθήσουν ενέσεις υαλουρονικού οξέος στις πάσχουσες περιοχές, προκειμένου να αποκατασταθούν. Η θεραπεία εφαρμόζεται στις βαθιές ρυτίδες, στα ζυγωματικά και στους ρινοπαραρρινοειδείς αύλακες.

Ο συνδυασμός των δύο θεραπειών είναι γενικώς ασφαλής και τα αποτελέσματα γίνονται αμέσως ορατά [46, 47]. Η χρονική αλληλεπίδραση μεταξύ εφαρμογής HIFU και εμφύτευσης υαλουρονικού οξέος (HA) απαιτεί προσεκτική αξιολόγηση, καθώς η ασφάλεια και η αποτελεσματικότητα της θεραπείας μπορεί να επηρεαστούν. Συνιστάται η αναμονή 2-4 εβδομάδων μετά την τοποθέτηση εμφυτεύματος υαλουρονικού οξέος πριν από την εφαρμογή HIFU. Αυτό οφείλεται σε διάφορους λόγους, όπως η σταθεροποίηση του εμφυτεύματος, καθώς το τελευταίο χρειάζεται χρόνο για να σταθεροποιηθεί και να ενσωματωθεί πλήρως στους ιστούς. Η πρόωρη εφαρμογή HIFU μπορεί να διαταράξει αυτή τη διαδικασία, μειώνοντας τη διάρκεια του αποτελέσματος ή αυξάνοντας τον κίνδυνο μετατόπισης του εμφυτεύματος. Επίσης, η θερμική ενέργεια από το HIFU μπορεί να επηρεάσει τη διανομή και την απορρόφηση του εμφυτεύματος, οδηγώντας σε άνιση κατανομή ή μειωμένη αποτελεσματικότητα. Τέλος, το HIFU προκαλεί μικρή φλεγμονή και θερμική βλάβη στους ιστούς. Η τοποθέτηση εμφυτεύματος πριν από την πλήρη επούλωση μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο φλεγμονής, αιμορραγίας ή άλλων επιπλοκών.

Επίσης, μπορεί να γίνει ο συνδυασμός με την αντίστροφη σειρά, δηλαδή να προηγηθεί η εφαρμογή HIFU και στη συνέχεια να γίνει η τοποθέτηση εμφυτεύματος υαλουρονικού, αλλά

απαιτεί προσεκτική εξατομίκευση και λήψη υπόψη διαφόρων παραγόντων. Συνήθως, συνιστάται αναμονή 4-6 εβδομάδων μετά την HIFU για να τοποθετηθεί το υαλουρονικό, ώστε να επιτραπεί στους ιστούς να επουλωθούν και να ενσωματώσουν τα αποτελέσματα. Η πρόωγη τοποθέτηση υαλουρονικού μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο φλεγμονής, αιμορραγίας ή άλλων επιπλοκών. Επιπλέον, η HIFU μπορεί να επηρεάσει τη διάρκεια του υαλουρονικού. Ο συνδυασμός αυτός δεν θεωρείται κατάλληλος για άτομα με φλεγμονώδεις καταστάσεις, εγκυμοσύνη ή θηλασμό, ή που κάνουν λήψη ορισμένων φαρμάκων.



Εικόνα 7 – Εφαρμογή υαλουρονικού οξέος (<https://bit.ly/3J63n4v>)

5.4 Συνδυασμός Botox και HIFU

Η ενέσιμη βοτουλινική τοξίνη ή *Botox* είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη αισθητική ιατρική πράξη στις Ηνωμένες Πολιτείες για τη θεραπεία των ρυτίδων του προσώπου. Ο Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ την έχει εγκρίνει για τη θεραπεία των οριζόντιων γραμμών του μετώπου, των ματιών και των ρυτίδων συνοφρύωσης. Έχει ελάχιστες παρενέργειες και υψηλό ποσοστό ικανοποίησης των ασθενών. Η ατροφία του δέρματος και η επαναλαμβανόμενη συστολή του υποκείμενου μυϊκού συστήματος του προσώπου έχουν ως αποτέλεσμα τον σχηματισμό ρυτίδων. Μια ισχυρή νευροτοξίνη που ονομάζεται βοτουλινική τοξίνη εμποδίζει την απελευθέρωση της ακετυλοχολίνης στη νευρομυϊκή συμβολή.

Οι μικροενέσεις βοτουλινικής τοξίνης σε συγκεκριμένους μύες που έχουν προσβληθεί έχουν ως αποτέλεσμα την τοπική μυϊκή χαλάρωση, η οποία εξομαλύνει το δέρμα επιφανειακά και ελαχιστοποιεί τις ρυτίδες. Η συνολική διάρκεια των αποτελεσμάτων της βοτουλινικής τοξίνης είναι δύο εβδομάδες και διαρκούν για τρεις έως τέσσερις μήνες. Οι στατικές ρυτίδες εμφανίζονται ενώ ο

μυς είναι σε ηρεμία, αλλά οι δυναμικές ρυτίδες εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της μυϊκής συστολής και έχουν πιο δραματικά αποτελέσματα.

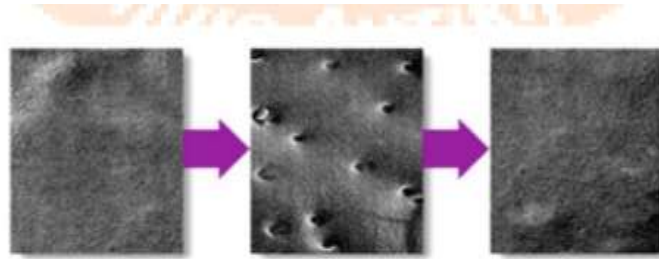
Άτομα με χηλοειδείς ουλές, νευρομυϊκές παθήσεις (όπως η βαριά μυασθένεια), αλλεργίες στα συστατικά των προϊόντων βοτουλινικής τοξίνης και δυσμορφική διαταραχή του σώματος δεν πρέπει να λαμβάνουν ενέσεις βοτουλινικής τοξίνης. Μια ένεση βοτουλινικής τοξίνης μπορεί να προκαλέσει μικρούς μώλωπες. Η πτώση των φρυδιών και των βλεφάρων είναι ασυνήθιστες παρενέργειες που ποικίλλουν ανάλογα με τη διαδικασία.

Ο συνδυασμός των δύο θεραπειών επιτυγχάνει μεγαλύτερη αναζωογόνηση της επιδερμίδας και στοχεύει περισσότερο στη χαλάρωση και στις βαθιές ρυτίδες. Επιπλέον, τα αποτελέσματα αυτής της συνδυαστικής θεραπείας, διατηρούνται για αρκετούς μήνες. Αυτή η συνδυαστική θεραπεία, ενδείκνυται για την ανύψωση των φρυδιών και τη βελτίωση των ρυτίδων του λαιμού [48].

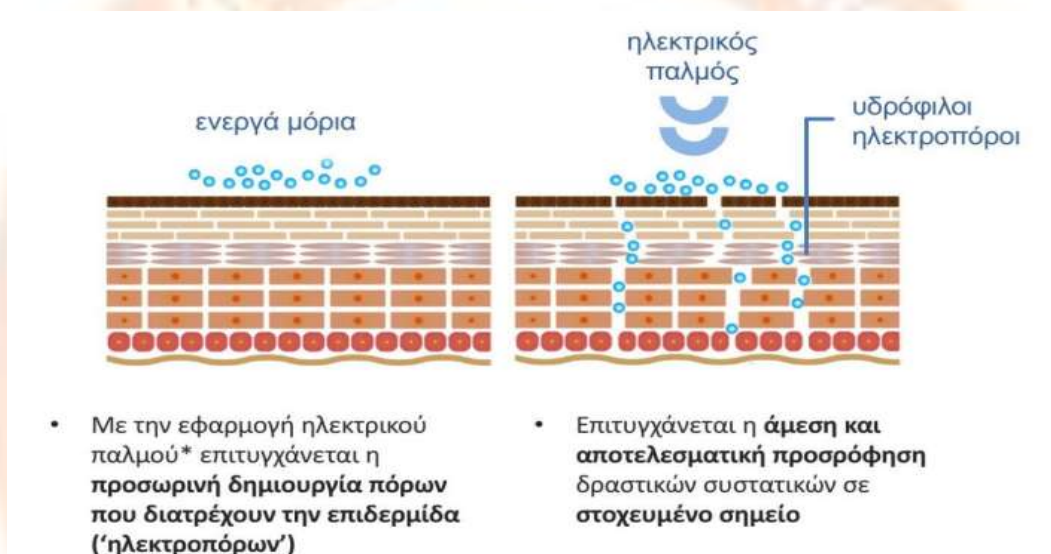
5.5 Συνδυασμός Ηλεκτροπόρωσης και HIFU

Η μέθοδος της ηλεκτροπόρωσης έχει σαν βάση την διαδερμική μεταφορά ενεργών συστατικών στα βαθύτερα στρώματα του δέρματος. Η ηλεκτροπόρωση είναι μια σημαντική επιστημονική εξέλιξη στον χώρο της αισθητικής. Όταν εφαρμόζεται, επιτρέπει στις ενεργές ουσίες να διοχετευτούν διαδερμικά στους ιστούς αποφεύγοντας τον πόνο και τις μεταβολές του δέρματος. Η ηλεκτροπόρωση θεωρείται η μέθοδος αντιστρεπτής αύξησης της διαπερατότητας της λιπιδικής διπλοστιβάδας, διαμέσου της δημιουργίας προσωρινών υδρόφιλων πόρων, (υδάτινων διαδρομών ή ηλεκτροπόρων), με αφορμή την εφαρμογή ενός ηλεκτρικού παλμού από ένα εναλλασσόμενο ημιτονοειδές παλμικό ρεύμα μεταβαλλόμενης συχνότητας και έντασης [49].

Μια παροδική σειρά υδρόφιλων μικροκαναλιών, γνωστών ως ηλεκτροπόροι, σχηματίζεται όταν η δομική οργάνωση της λιπιδικής διπλοστιβάδας αναδιοργανώνεται από τον ηλεκτρικό παλμό που παράγεται από τη συσκευή ηλεκτροδιάλυσης. Η διάρκεια παραμονής των ηλεκτροπόρων κυμαίνεται από 15-20 δευτερόλεπτα έως αρκετά λεπτά και σχετίζεται άμεσα με το μήκος κύματος του παλμού. Τυπικά, το μέγεθός τους κυμαίνεται μεταξύ 40 και 250 μικρομέτρων. Οι μεγάλες υδρόφιλες δραστικές ουσίες έχουν την ικανότητα να διαπερνούν τον φραγμό της κεράτινης στιβάδας και να φτάνουν στο απαιτούμενο βάθος του δέρματος για τυχόν βασικές θεραπείες μέσω αυτών των καναλιών. Το ημιτονοειδές παλμικό ρεύμα της συσκευής, η έντασή του και η διάρκεια της θεραπείας επηρεάζουν το βάθος [49].



Εικόνα 8 - Η ταυτόχρονη δημιουργία ηλεκτροφόρων πόρων ως αποτέλεσμα της διέγερσης με ηλεκτρικό παλμό είναι γνωστή ως φαινόμενο της ηλεκτροπόρωσης [49, p. 28]



Εικόνα 9 - Αρχή της ηλεκτρολυτικής στίλβωσης[49, p. 29]

Για τη διαδικασία, χρειάζεται ένα μηχάνημα ηλεκτροδιάλυσης και μερικά εξειδικευμένα προϊόντα. Σε τεχνικούς όρους, μια συσκευή ηλεκτροδιάλυσης αποτελείται συνήθως από ένα επίθεμα δέρματος (αρνητικός πόλος), μια κεφαλή εφαρμογής (θετικός πόλος) και ένα πρόγραμμα ρύθμισης που επιτρέπει τη ρύθμιση της έντασης λειτουργίας [49].

Όταν η κεφαλή έρχεται σε επαφή με το δέρμα (πρόσωπο ή σώμα), μεταδίδει ρεύμα υψηλής τάσης ≥ 100 V. Σε λίγα χιλιοστά του δευτερολέπτου, τα ηλεκτρικά κύματα προκαλούν προσωρινό άνοιγμα των πόρων της επιφάνειας του δέρματος, επιτρέποντας τη διασπορά των συστατικών των προϊόντων που έχουμε επιλέξει. Προκειμένου να δημιουργηθεί ένα κλειστό κύκλωμα, το επίθεμα δέρματος (αρνητικός πόλος) εφαρμόζεται σε απόσταση περίπου 20 cm από την κεφαλή εφαρμογής και το σημείο εφαρμογής του προϊόντος. Το βάθος διείσδυσης κυμαίνεται από 2-3 mm έως μερικά

εκατοστά και εξαρτάται από το ημιτονοειδές παλμικό ρεύμα της συσκευής, την έντασή του, την κατάσταση του δέρματος και τη διάρκεια της θεραπείας [49].

Επιπλέον, υπάρχουν μηχανήματα ηλεκτροδιάλυσης με διάφορες κεφαλές που λειτουργούν πάντα με την ίδια αρχή. Παρ' όλα αυτά, μπορούν να διαφέρουν, να παρέχουν βαθύτερο επίπεδο διείσδυσης και χρησιμοποιούνται συνήθως από επαγγελματίες του ιατρικού τομέα. Τελικά, η αποτελεσματικότητα της συσκευής, η οικονομική αποδοτικότητα, η ευκολία χρήσης και η ασφάλεια είναι οι πρωταρχικοί παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη [49].



Εικόνα 10 - Εισαγωγή της ηλεκτροδιάλυσης

(Α) Συσκευή για την ηλεκτροπορεία

(Β) Τα μοναδικά ρεύματα διεγείρουν τα κύτταρα του δέρματος, κατευθύνοντας τα ισχυρά συστατικά των προϊόντων περιποίησης του δέρματος κατευθείαν στο δέρμα και δεκαπλασιάζοντας την απορρόφηση από το δέρμα

[49, p. 31]

Οι χρήσεις της ηλεκτρολυτικής λαμβάνουν χώρα [49]:

1. για το πρόσωπο:

- ρυτίδες (εκφρασμένες, ενδογενείς και φωτογήρανση)
- αποχρωματισμοί, ατέλειες, κηλίδες, ουλές, σημάδια από ακμή
- ανάπαυση του δέρματος
- οίδημα
- απώλεια του τόνου του σώματος, της ελαστικότητας και της ενυδάτωσης
- οιδηματώδης, λιπώδης, ινοσκληρωτική κυτταρίτιδα

2. σε περιοχές (κοιλιά, χέρια, μηροί, γλουτοί) με αυξημένη τοπική εναπόθεση λίπους:
 - τοπική λιποδυστροφία
 - επιδερμική χαλάρωση
 - ραγάδες.

Κάθε επαγγελματική εταιρεία συσκευών ηλεκτροδιάλυσης και καλλυντικών προσαρμόζει τα προϊόντα της σύμφωνα με συγκεκριμένα θεραπευτικά σχήματα. Αυτές οι συγκεκριμένες διαδικασίες προσαρμόζονται με βάση τις μοναδικές απαιτήσεις κάθε τύπου δέρματος, τη συσκευή και το καλλυντικό υλικό που θα χρησιμοποιηθεί και την ανάλυση του προβλήματος που πρέπει να επιλυθεί. Συνήθως, ανήκουν σε μία από τις ακόλουθες ομάδες [49]:

- θεραπείες που αφορούν τη φωτογήρανση
- φωτοαπολέπιση και την αντιοξειδωτική δράση
- θεραπείες ανάπλασης του δέρματος
- θεραπείες κατά της γήρανσης
- θεραπείες χαλάρωσης
- θεραπείες ανύψωσης
- θεραπείες διάλυσης λιπιδίων

5.6 Συνδυασμός νήματα και HIFU

Η διαδικασία της γήρανσης επιφέρει χαρακτηριστικές αλλαγές στο δερματικό σκελετό του δέρματος του προσώπου και στο λιπώδες συστατικό του. Ο συνδετικός ιστός του δέρματος αρχίζει να φθείρεται και οι ελαστικές ίνες υφίστανται κατάρρευση, προκαλώντας αξιοσημείωτη εξασθένηση σε εμφανείς περιοχές του προσώπου, όπως τα μάγουλα, τα φρύδια, η περιοχή της κάτω γνάθου και ο λαιμός. Η δερματοχάλαση των μαλακών ιστών του προσώπου και του λαιμού, συμπεριλαμβανομένου του επιφανειακού μυϊκού απονευρωτικού συστήματος (SMAS) και του μυϊκού ιστού, είναι υπαίτια για τα διακριτά σημάδια γήρανσης του προσώπου [50].

Από όλα τα σημάδια γήρανσης του προσώπου, έμφαση μπορεί να δοθεί στα εξής: Το προφίλ του περιθωρίου της κάτω γνάθου (το οποίο στερείται προηγούμενης σαφήνειας) με αποτέλεσμα την προς τα κάτω γήρανση της γραμμής του σαγονιού - Η παρουσία οριζόντιων ρυτίδων στο μέτωπο στις οποίες προστίθενται κάθετες στην περιοχή της φατνιακής περιοχής - Παρατηρείται μια προς τα

κάτω ολίσθηση της ζυγωματικής περιοχής (μεσαίο πρόσωπο) - Η εμφάνιση της δακρυϊκής αύλακας και η εμβάθυνση των περιοχής της κάτω γνάθου - Η παραγωγή λιπώδους φυσαλίδας με αποτέλεσμα το δέρμα των βλεφάρων να γίνεται κρεμασμένο και να προεξέχει σε συσχέτιση με το κάτω βλέφαρο - Το πλασματικό δέρμα και η δερματική πλαδαρότητα να εξαφανίζονται από την περιοχή του λαιμού [50].

Το παραδοσιακό λήφτινγκ προσώπου που χρησιμοποιείται για τη διόρθωση της γήρανσης του προσώπου ήταν μέχρι σήμερα μια περίπλοκη και πολύπλοκη διαδικασία που συνδέεται με μια μακρά περίοδο ανάρρωσης. Η πρόσφατη εμφάνιση των απορροφήσιμων αγκυλωτών ραμμάτων άνοιξε το δρόμο για μια μη επεμβατική εναλλακτική τεχνική που έχει ως αποτέλεσμα μια δράση ανόρθωσης που αντιμετωπίζει τα σημάδια γήρανσης του προσώπου. Οι αγκυλώσεις που υπάρχουν στην επιφάνεια των νημάτων επιτρέπουν τη χρήση τους σε συνδυασμό με πρόσθετες μη χειρουργικές διαδικασίες αναζωογόνησης, όπως η βοτουλινική τοξίνη (η οποία παράγει προσωρινό αποτέλεσμα έξι μηνών) και ουσίες που διαθέτουν παροδικές και ογκομετρικές ιδιότητες πληρωτικού υλικού [50].

Οι συμπληρωματικές μη χειρουργικές διαδικασίες περιλαμβάνουν τη ραδιοσυχνότητα, η οποία περιορίζεται στην αντιμετώπιση μόνο των πολύ επιφανειακών ρυτίδων, και τη μεσοθεραπεία, οι αρχές της οποίας υποδηλώνουν ότι οι λεγόμενες χρήσιμες χημικές ουσίες εναποτίθενται κάτω από το δέρμα για να αυξήσουν την αποτελεσματικότητά τους στην αναζωογόνηση του δέρματος και να βελτιώσουν τον τόνο. Οι ακίδες που βρίσκονται κατά μήκος της πορείας του νήματος λειτουργούν ως "άγκιστρα" για την ανύψωση και τη στήριξη των μαλακών ιστών του προσώπου, σχηματίζοντας μια υποστηρικτική δομή που ανυψώνει το χαλαρό δέρμα [50].

Πρόκειται για μια νέα προσέγγιση, η οποία συμβάλλει στην επίτευξη ασφαλούς και ήπιας μείωσης των σημείων γήρανσης του προσώπου. Τα νήματα κατηγοριοποιούνται ως μη απορροφήσιμα ή απορροφήσιμα ανάλογα με το υλικό από το οποίο αποτελούνται [50].

Ελεύθερα αιωρούμενα νήματα : Αυτά τα αμφίδρομα νήματα χρησιμοποιήθηκαν για την περιοχή του ζυγωματικού. Χρησιμοποιήθηκε ένα μείγμα νημάτων μήκους 12 cm και 23 cm (διαμέτρου 2,0 usp). Τα ελεύθερα πλωτά νήματα εισήχθησαν στο υποδόριο δέρμα με τη βοήθεια κάνουλας (μήκος 9/15 cm, διαμέτρημα 21).

Νήματα διπλής βελόνας : Τα νήματα διπλής βελόνας χρησιμοποιήθηκαν για τη γραμμή του σαγονιού και την υπογναθική περιοχή. Πρόκειται για συγκλίνοντα αμφίδρομα νήματα μήκους 12 cm ή 23 cm (διαμέτρημα 2,0 usp), μια ευθεία βελόνα 24G μήκους 9 cm ή 15 cm προσαρτάται σε κάθε άκρο του νήματος [50].

Οι καινοτομίες στις χειρουργικές τεχνικές συμβάλλουν γενικά σε βελτιωμένα αποτελέσματα, μεγαλύτερη ικανοποίηση των ασθενών και μειωμένη χειρουργική νοσηρότητα. Ο μηχανισμός δράσης του νήματος προκαλεί άμεση ανύψωση του ιστού λόγω των μηχανικών ιδιοτήτων του, αντιμετωπίζοντας έτσι άμεσα τις πεσμένες περιοχές του δέρματος που υποβάλλονται σε θεραπεία. Είναι ο προσανατολισμός των αγκυλών των νημάτων, στρατηγικά τοποθετημένων σε δύο κατευθύνσεις (αποκλίνουσες και αντίθετες) που επιτρέπει αυτό το επιθυμητό αποτέλεσμα, σε σύγκριση με το μεσαίο σημείο του νήματος. Η αντιδραστική δύναμη που δημιουργείται και από τις δύο πλευρές του επιτρέπει τη σύνδεση του ιστού σε κάθε αγκίστρι, δημιουργώντας τη λειτουργία "γάντζου" των αγκιστριών, και ταυτόχρονα αποτρέπει την ανεπιθύμητη ολίσθηση και κίνηση του νήματος προς τις δύο αντίθετες κατευθύνσεις. Συνεπώς, δεν απαιτούνται σημεία αγκύρωσης στο άνω και κάτω μέρος της ανατομικής περιοχής του προσώπου για την παροχή ανόρθωσης λόγω των ειδικών γεωμετρικών ιδιοτήτων των νημάτων [50].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - ΣΩΜΑ ΚΑΙ HIFU

Παρόλο που η λιποαναρρόφηση είναι μια αναντικατάστατη επιλογή για την απαλλαγή από το επιπλέον λίπος, εξακολουθεί να είναι μια παρεμβατική διαδικασία με χειρουργικούς κινδύνους. Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί νέες τεχνολογίες που εξαλείφουν επιλεκτικά το λίπος για τη βελτίωση της γλυπτικής του σώματος από μια λιγότερο επεμβατική προοπτική. Οι συσκευές υπερήχων υψηλής συχνότητας, ακτινοβολίας ραδιοσυχνότητας και λέιζερ έχουν τη δυνατότητα να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα, να μειώσουν τις παρενέργειες και να επιταχύνουν την περίοδο επούλωσης μετά τη χειρουργική επέμβαση (Καρύδη, 2022).

Το τελικό αποτέλεσμα είναι η μείωση του αριθμού των λιποκυττάρων, η οποία προκαλεί μια ανιχνεύσιμη μείωση του λίπους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω θερμικής καταστροφής, σπηλκίωσης ή του σχηματισμού ενός παροδικού πόρου στην κυτταρική μεμβράνη των λιποκυττάρων. Οι πιο δημοφιλείς μη επεμβατικές θεραπείες δεν αποσκοπούν στην εξάλειψη σημαντικών ποσοτήτων λίπους - αντίθετα, χρησιμοποιούν λέιζερ, ραδιοσυχνότητες, υπερήχους, υπέρυθρη ακτινοβολία χαμηλού επιπέδου και συσκευές ενδοδερμικού μασάζ. Αυτές οι τεχνολογίες είναι ευεργετικές σε ατομική βάση, αλλά επειδή χρειάζονται πολλές θεραπείες και έχουν λιγότερο θεαματικά και προβλέψιμα αποτελέσματα, δεν είναι σαφές πόσο πολύτιμες θα είναι μακροπρόθεσμα [51].

6.1 Συσκευές HIFU

Από την εισαγωγή τους για θεραπευτική χρήση το 1942, οι συσκευές HIFU έχουν χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία λίθων στα νεφρά, ινομυμάτων της μήτρας και όγκων οργάνων για πάνω από 50 χρόνια. Οι συσκευές HIFU έχουν χρησιμοποιηθεί για τη μείωση του λιπώδους ιστού πιο πρόσφατα. Η ενέργεια HIFU απομονώνει τον στοχευόμενο λιπώδη ιστό χωρίς να βλάπτει τους περιβάλλοντες ιστούς μέσω ενός εξωτερικού μετατροπέα. Η βλάβη του ιστού περιορίζεται σε μια μικρή περιοχή εστίασης λόγω της υψηλής σύγκλισης της υπερηχητικής ενέργειας σε υψηλές συχνότητες. Ο στοχευμένος ιστός θερμαίνεται πάνω από τους 56°C λόγω των μοριακών δονήσεων της υπερηχητικής ενέργειας, οι οποίες προκαλούν επίσης πήξη και νέκρωση των λιποκυττάρων [52].

Η θερμική επίδραση των συσκευών HIFU έχει αποδειχθεί ότι είναι αποτελεσματική στη μείωση του λίπους και αυξάνει τις τοπικές θερμοκρασίες, γεγονός που προκαλεί την πήξη και τη νέκρωση των λιποκυττάρων. Η απομάκρυνση των λιπιδίων διευκολύνεται από τη ρήξη των

λιποκυττάρων που προκαλείται από το μη θερμικό αποτέλεσμα. Και τα δύο αποτελέσματα λαμβάνουν χώρα χωρίς να τίθενται σε κίνδυνο οι κοντινοί ιστοί. Ο όγκος των περιοχών που αντιμετωπίζονται με λιπώδη ιστό μειώνεται συνολικά ως αποτέλεσμα την απομάκρυνση της πλειονότητας των λιπιδίων και των κυτταρικών υπολειμμάτων εντός 12 εβδομάδων μετά την επέμβαση και του 95% αυτών εντός 18 εβδομάδων [52].

Καθώς οι ακτίνες υπερήχων υψηλής συχνότητας στοχεύουν σε μια συγκεκριμένη περιοχή ιστού κάτω από την επιφάνεια του δέρματος, δεν προκαλείται βλάβη στις εξωτερικές στιβάδες του δέρματος ή στα περιβάλλοντα ζητήματα. Όμως δεν είναι όλοι κατάλληλοι για την HIFU. Αν και η ερυθρότητα είναι μια κοινή παρενέργεια των θεραπειών HIFU, αντιμετωπίζεται εύκολα με μια καταπραϋντική λοσιόν και διαρκεί μόνο προσωρινά [52].

Μετά την εφαρμογή της συσκευής HIFU, τα άτομα με ευαίσθητο δέρμα μπορεί να αισθανθούν οίδημα και ήπιους μώλωπες, αυτό είναι συχνό και θα πρέπει να υποχωρήσει σε λίγες ημέρες. Λίγοι άνθρωποι έχουν πόνο την επομένη της θεραπείας τους. Μια σύντομη απώλεια αίσθησης στις περιοχές που έχουν υποστεί θεραπεία με HIFU είναι μια άλλη πιθανή ανεπιθύμητη ενέργεια. Αυτό οφείλεται στην πιθανότητα νευρικής δυσφορίας που προκαλείται από τη μικροθερμική βλάβη που δημιουργείται στον ιστό του δέρματος. Το μούδιασμα θα εξαφανιστεί μόλις επουλωθεί το νεύρο. Αυτές οι αισθήσεις μπορεί να διαρκέσουν έως και τέσσερις εβδομάδες, αλλά όταν το σώμα δημιουργεί περισσότερο κολλαγόνο, τα συμπτώματα είναι γνωστό ότι υποχωρούν από μόνα τους [52].

Συμπεράσματα

Τα τελευταία χρόνια υπάρχουν καινοτόμες θεραπευτικές προσεγγίσεις για διάφορα αισθητικά προβλήματα, όπως είναι η δερματική γήρανση, η κυτταρίτιδα, η τοπική εναπόθεση λίπους. Μια νέα μη επεμβατική θεραπευτική επιλογή για μια σειρά ιατρικών και αισθητικών παθήσεων παρέχεται από τη τεχνολογία HIFU. Πολυάριθμες κλινικές μελέτες έχουν αποδείξει ότι η HIFU μπορεί να αφαιρέσει αποτελεσματικά ιστούς, όπως καρκίνους, με ελάχιστες και προσωρινές παρενέργειες. Σύμφωνα με τους Al-Bataineh, et. al., (2012), η πιο εκτεταμένη εμπειρία μέχρι στιγμής αφορά τη θεραπεία των ινομυωμάτων της μήτρας, με πάνω από μερικές χιλιάδες θεραπευόμενοι να λαμβάνουν αποτελεσματική θεραπεία.

Η μεσοθεραπεία εφαρμόζεται στο πρόσωπο, στο σώμα και στο τριχωτό της κεφαλής. Στο πρόσωπο εγχύνετε το προϊόν στο δέρμα με roller ή microneedling. Το προϊόν περιέχει ένα σύμπλεγμα από υαλουρονικό οξύ, ιχνοστοιχεία, αμινοξέα και βιταμίνες (C, E, A, B, K και D). Το πρόσωπο μετά τη θεραπεία, συσφίγγει, αποκτά λάμψη ενώ εξαφανίζονται οι λεπτές γραμμές και οι δυσχρωμίες του δέρματος [13].

Στο σώμα, το ειδικό προϊόν εγχύνετε στα σημεία που παρουσιάζουν τοπικό πάχος. Το προϊόν μπορεί να περιέχει καφεΐνη, φωσφατιδυλοχολίνη, υαλουρονικό και δεοξυχολικό οξύ. Μετά τη θεραπεία, το δέρμα λειαίνει, το τοπικό λίπος μειώνεται, η κυτταρίτιδα ελαττώνεται και το σώμα στην περιοχή της κοιλιάς και των ποδιών γίνεται πιο συμμετρικό και αρμονικό [14].

Στο τριχωτό της κεφαλής η μεσοθεραπεία χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση της αραίωσης, της ξηρότητας και της τριχόπτωσης. Τα αποτελέσματα είναι καλύτερα όταν η θεραπεία ξεκινά στην αρχή του προβλήματος. Τα μαλλιά αποκτούν λάμψη, γίνονται πιο γερά και η αλλαγή είναι εμφανής μετά την πρώτη επίσκεψη [15].

Η μεσοθεραπεία μπορεί να εφαρμοστεί με βελόνα για την εναπόθεση του σκευάσματος στις θεραπευόμενες περιοχές. Ακόμα, αρκετές μελέτες κατέδειξαν τα οφέλη της θεραπείας στη μείωση των χρόνιων μυοσκελετικών πόνων [36] και έχει τονιστεί η αποτελεσματικότητά της στη διαχείριση του πόνου της μέσης [16].

Η μεσοθεραπεία χωρίς βελόνα εφαρμόζεται με διάφορες συσκευές που προκαλούν ηλεκτροδιάχυση στις υπό θεραπεία περιοχές. Χρησιμοποιείται ένας ηλεκτρικός παλμός για να διαταράξει στιγμιαία τις κυτταρικές μεμβράνες ούτως ώστε, τα προϊόντα να εισαχθούν στα βαθύτερα στρώματα του δέρματος χωρίς πόνο και χρονική καθυστέρηση. Η μεμβράνη επιστρέφει στην αρχική της κατάσταση όταν τελειώσει η ηλεκτρική διέγερση [18].

Η μεσοθεραπεία χωρίς βελόνες είναι μια εντελώς ανώδυνη διαδικασία [18], ενώ η ενέσιμη, παρόλο που προκαλεί τα ίδια αποτελέσματα, ενέχει κινδύνους, όπως πόνος, πρήξιμο, ερύθημα, λοιμώξεις ή μώλωπες [16]. Τα συμπτώματα από τη θεραπεία υποχωρούν μέσα σε λίγες μέρες.

Η τεχνολογία HIFU εφαρμόζεται αποτελεσματικά στην αισθητική, σε πρόσωπο και σώμα. Είναι μη επεμβατική μονοθεραπεία για το πρόσωπο και το σώμα. Χρησιμοποιεί εστιασμένους υπέρηχους υψηλής συχνότητας για διείσδυση βαθιά στο δέρμα, διεγείροντας την παραγωγή κολλαγόνου και ενισχύει τη φυσική ικανότητα του οργανισμού να αναπλάθει το δέρμα. Επιπλέον συσφίγγει και τονώνει το χαλαρό δέρμα. Δεν αναφέρθηκαν παρενέργειες και δεν δημιουργεί ουλές.

Είναι αντιγηραντική μέθοδος, ασφαλής, που λειαίνει τις ρυτίδες και τη χαλάρωση του δέρματος. Χρησιμοποιείται αποτελεσματικά στη βελτίωση της γραμμής της γνάθου, στα μάγουλα και τις περιοχές γύρω από το στόμα [37]. Τα αποτελέσματα γίνονται αμέσως αντιληπτά αλλά το τελικό αποτέλεσμα διαφαίνεται μετά από 2-3 μήνες καθώς το κολλαγόνο χρειάζεται λίγο καιρό μέχρι να παραχθεί και να αντικαταστήσει το παλαιό κολλαγόνο. Σε πιο νεανικά δέρματα η νεοκολλαγονογένεση μπορεί να διαρκέσει και 6 μήνες [42].

Σε θεραπείες σώματος, η εστιασμένη ενέργεια υπέρηχων μπορεί να φτάσει σε μεγαλύτερο βάθος (ξεκινώντας από 1,5mm μέχρι και 16mm) για να ξεκινήσει η νεοκολλαγένεση, χωρίς να διαταράσσει την επιφάνεια του δέρματος [43].

Σε πολλές μελέτες, δεν αναφέρθηκαν αντιδράσεις και παρενέργειες στο δέρμα, ίσως λίγος πόνος και ήπιο ερύθημα στη θεραπευόμενη περιοχή, τα οποία εξαφανίζονται έπειτα από δύο ημέρες [41].

Για θεραπείες προσώπου, το HIFU συνδυάζεται, δίνοντας άριστα αποτελέσματα και με άλλες θεραπείες όπως, το υαλουρονικό [46, 47], Botox [48], η ηλεκτροπόρωση [49] και τα νήματα [50].

Στις θεραπείες σώματος, το HIFU συνδυάζεται και με συσκευές ακτινοβολίας ραδιοσυχνότητας, υπέρυθη ακτινοβολία χαμηλού επιπέδου, λέιζερ και συσκευές ενδοδερμικού μασάζ για καλύτερα αποτελέσματα, μειώνοντας τον αριθμό των λιποκυττάρων και βελτιώνοντας τη γλυπτική του σώματος [34].

Συμπερασματικά, η μεσοθεραπεία και η θεραπεία με HIFU, είναι δύο μη επεμβατικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στην ιατρική και την αισθητική. Δίνουν αποτελέσματα ικανοποιητικά που διαρκούν αρκετούς μήνες.

Βιβλιογραφία

- [1] T. J. Mason, E. Riera, A. Verce και P. L. Buesa, «Application of ultrasound,» σε *Emerging Technologies for Food Processing*, London, Elsevier Ltd, 2005, p. 323–332.
- [2] S. Knoedler, L. Knoedler, M. Kauke-Navarro, Y. Rinkevich, G. Hundeshagen, L. Harhaus, U. Kneser, B. Pomahac, D. P. Orgill και A. C. Panayi, «Regulatory T cells in skin regeneration and wound healing,» 2023.
- [3] N. V. Reddy, M. Jyothi, P. Venkatesh, D. H. Kalarini και R. Prema, «Mesotherapy in Face,» σε *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*, 2(10), 2019, pp. : 2581-5792.
- [4] S. H. Park, D. W. Kim, M. A. Lee, S. C. Yoo, S. C. Rhee, S. H. Koo, G. H. Seol και E. Y. Cho, «Effectiveness of Mesotherapy on Body Contouring,» σε *Journal of the American society of Plastic Surgeons*, 121(4), 2008, pp. 179-185.
- [5] Z. Tang, Y. Hu, J. Wang, Z. Fan, Q. Qu και Y. Miao, «Current application of mesotherapy in pattern hair loss: A systematic review,» σε *Journal of Cosmetic Dermatology*, 21(10), 2022, pp. 4184-4193.
- [6] B. Iranmanesh, M. Khalili, S. Mohammadi, R. Amiri και M. Aflatoonian, «Employing hyaluronic acid-based mesotherapy for facial rejuvenation,» σε *Journal of Cosmetic Dermatology*, 21(12), 2022, pp. 6605-6618.
- [7] G. Leibaschoff, «No-Needle Mesotherapy,» σε *Cellulite Pathophysiology and Treatment*, 2 επιμ., 2010.
- [8] L. Hu, K. Zhao και W. M. Song, «Effect of mesotherapy with nanochip in the treatment of facial rejuvenation,» σε *Journal of Cosmetic and Laser Therapy*, 22(2), 2020, pp. 84-89.
- [9] Z. Sheikh, «Electrolysis for Hair Removal,» WebMD, 2023. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.webmd.com/beauty/cosmetic-procedures-electrolysis>. [Πρόσβαση 2024].
- [10] Z. Zhou και S. Samizadeh, «Mesotherapy,» σε *Non-Surgical Rejuvenation of Asian Faces*, 2022, pp. 147-159.
- [11] A. Liatsopoulou, A. Varvaresou, F. Mellou και E. Protopapa, «Iontophoresis in dermal delivery: A review of applications in dermato-cosmetic and aesthetic sciences,» σε *International Journal of Cosmetic Science*, 45(2), 2022, pp. 117-132.
- [12] H. N. Ashem, A. Draz και A. Abdel-aziem, «Caffeine phonophoresis versus shock wave therapy for adult women with cellulite: a randomized controlled trial,» σε *Bulletin of Faculty of Physical Therapy*, 24(2), 2019, p. 66.
- [13] S. Ay, S. K. Doğan, D. Evcik και O. C. Başer, «Comparison the efficacy of phonophoresis and ultrasound therapy in myofascial pain syndrome,» σε *Pneumatology international*, 31(9), 2010,

pp. 1203-1208.

- [14] Physiopedia, «Thermotherapy,» Arkansas Colleges of Health Education School of Physical Therapy Musculoskeletal 1 Project, n.d..
- [15] K. Chilicka-Hebel, A. Koznarska και L. Wesolowska, «The influence of hyaluronic acid-based no-needle mesotherapy on skin hydration in anti-aging prevention. A preliminary report,» σε *Higher School's Pulse*, 10(3), 2016, pp. 12-17.
- [16] C. Costantino, E. Marangio και G. Coruzzi, «Mesotherapy versus Systemic Therapy in the Treatment of Acute Low Back Pain: A Randomized Trial,» σε *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2011.
- [17] K.-M. Plachouri και S. Georgiou, «Mesotherapy: Safety profile and management of complications,» σε *Journal of Cosmetic Dermatology*, 18(6), 2019, pp. 1601-1605.
- [18] I. M. Verpalen, K. J. Anneveldt, I. M. Nijholt, J. M. Schutte, J. R. Dijkstra, A. Franx, L. W. Bartels, C. T. W. Moonen, M. A. Edens και M. F. Boomsma, «Magnetic resonance-high intensity focused ultrasound (MR-HIFU) therapy of symptomatic uterine fibroids with unrestrictive treatment protocols: A systematic review and meta-analysis,» σε *European Journal of Radiology*, 120, 2019.
- [19] D. I. Duncan, S. Chilukuri, D. Kent, K. Hoffmann και L. Tingsong, «Non-invasive Alternatives for Liposuction,» 2021.
- [20] M. Hoogenboom, M. J. Van Amerongen, D. C. Eikelenboom, M. Wassink, M. H. Den Brok, C. Hulsbergen-van de Kaa, E. Dumont, G. J. Adema, A. Heerschap και J. J. Fütterer , «Development of a high-field MR-guided HIFU setup for thermal and mechanical ablation methods in small animals,» σε *Journal of Therapeutic Ultrasound*, 14, 2015.
- [21] J. W. Jenne, T. Preusser και M. Günther, «High-intensity focused ultrasound: principles, therapy guidance, simulations and applications,» σε 22(4), 2012, pp. 311-322.
- [22] B. D. De Senneville, C. Moonen και M. Ries, «MRI-Guided HIFU Methods for the Ablation of Liver and Renal Cancers,» σε *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 880, 2016, pp. 43-63.
- [23] H. Park, E. Kim, J. Kim, Y. Ro και J. Ko, «High-Intensity Focused Ultrasound for the Treatment of Wrinkles and Skin Laxity in Seven Different Facial Areas,» σε *Annals of Dermatology*, 27(6), 2015, pp. 688-693.
- [24] R. W. Brobst, M. Ferguson και S. W. Perkins, «Ulthera: initial and six month results,» σε *Facial Plastic Surgery Clinics of North America*, 20(2), 2012, pp. 163-176.
- [25] Z. Celicanin, G. Manasseh, L. Petrusca, K. Scheffler, V. Auboiroux, L. A. Crowe, J.-N. Hyacinthe, Y. Natsuaki, F. Santini, C. D. Becker, S. Terraz, O. Bieri και R. Salomir, «Hybrid ultrasound-MR guided HIFU treatment method with 3D motion compensation,» σε *Magnetic Resonance in Medicine*, 79(5), 2017, pp. 2511-2523.

- [26] app.bitly.com, «Frozen Hifu Μηχάνημα ανόρθωσης προσώπου και σώματος,» n.d..
- [27] N. Celik, «HIFU, laser and micro HIFU research and reports in focused ultrasounds for face remodelling,» σε *Journal of Obesity & Weight Loss Therapy*, 6(4), OMICS International, 2016.
- [28] Σ. Παπαγεωργίου, «Η δυναμική της φυσαλίδας σπηλαίωσης σε μαλακούς ιστούς υπό διέγερση διπλής συχνότητας,» Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο, Πτυχιακή Εργασία, 2021.
- [29] V. Vachiramon, S. Rutnin, C. Patcharapojanart και N. Chittasirinuvat, «The effect of combined of hyaluronic acid dermal filler and microfocused ultrasound treatment: A clinicopathological study,» σε *Journal of Cosmetic Dermatology*, 22(3), 2023, pp. 792-797.
- [30] V. Vachiramon, A. Namasondhi, T. Anuntrangsee, C. Kositkuljorn και N. Jurairattanaporn, «A study of combined microfocused ultrasound and hyaluronic acid dermal filler in the treatment of enlarged facial pores in Asians,» σε *Journal of Cosmetic Dermatology*, 20(11), 2021, pp. 3467-3474.
- [31] S. G. Fabi, M. P. Goldman, D. C. Mills, W. P. Werschler, J. B. Green, J. Kaufman, R. A. Weiss και C. S. Hornfeldt, «Combining Microfocused Ultrasound With Botulinum Toxin and Temporary and Semi-Permanent Dermal Fillers: Safety and Current Use,» σε *Dermatologic Surgery*, 2, 2016, pp. S168-76.
- [32] Κ. Θεοδωροπούλου, «Νεότερες εξελίξεις στην αντιμετώπιση αισθητικών προβλημάτων με την ηλεκτροπόρωση,» Αθήνα, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Μεταπτυχιακή Εργασία, 2022.
- [33] K. Adameczyk, E. Rusyan και E. Franek, «Safety of Aesthetic Medicine Procedures in Patients with Autoimmune Thyroid Disease: A Literature Review,» σε *Medicina*, 58(1), 2021, p. 30.
- [34] Μ.-Ρ. Καρύδη, «Συγκριτική μελέτη συνδυαστικών θεραπειών βιοϊατρικής τεχνολογίας σε αισθητικά προβλήματα σώματος,» Αθήνα, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Μεταπτυχιακή Εργασία, 2022.
- [35] Α. Σαλβαρίδου, «Οι σύγχρονες εφαρμογές υπερήχου στην Αισθητική,» Αθήνα, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Πτυχιακή Εργασία, 2021.
- [36] M. Marinova, M. Rauch, H. H. Schild και H. M. Strunk, «Novel Non-invasive Treatment With High-intensity Focused Ultrasound (HIFU),» σε *Ultraschall in der Medizin (Stuttgart, Germany:1980)*, 37(1), 2016, pp. 46-55.
- [37] A. Carovac, F. Smajlovic και D. Junuzovic, «Application of ultrasound in medicine,» σε *Acta Informatica Medica: Journal of the Society for Medical Informatics of Bosnia & Herzegovina*, 19(3), 2011, pp. 168-171.
- [38] G. Sivagnanam, «Mesotherapy - The french connection,» σε *Journal of Pharmacology & Pharmacotherapeutics*, 1(1), 2010, pp. 4-8.
- [39] D.-W. Sun, «Emerging Technologies for Food Processing,» 2 επιμ., Academic Press, 2014.

- [40] H. Morris, I. Rivens, A. Shaw και G. Ter Haar, «Investigation of the viscous heating artefact arising from the use of thermocouples in a focused ultrasound field,» σε *Physics in Medicine and Biology*, 53(17), 2008, pp. 4759-4776.
- [41] J.-H. Park, J.-I. Kim, H. J. Park και W.-S. Kim, «Evaluation of safety and efficacy of noninvasive radiofrequency technology for submental rejuvenation,» σε *Lasers in Medical Science*, 31(8), 2016, pp. 1599-1605.
- [42] E. J. Ko, J. Y. Hong, T.-R. Kwon, E. J. Choi, Y.-J. Jang, S. Y. Choi, K. H. Yoo, S. Y. Kim και B. J. Kim, «Efficacy and safety of non-invasive body tightening with high-intensity focused ultrasound (HIFU),» σε *Skin Research and Technology*, 23(4), 2017, pp. 558-562.
- [43] A. S. Sehmbi, S. Froghi, M. O. De Andrade, N. Saffari, B. Fuller, A. Quaglia και B. Davidson, «Systematic review of the role of high intensity focused ultrasound (HIFU) in treating malignant lesions of the hepatobiliary system,» σε *HPB: The Official Journal of the International Hepato Pancreato Biliary Association*, 23(2), 2021, pp. 187-196.
- [44] E. Maloney και J. H. Hwang, «Emerging HIFU applications in cancer therapy,» σε *International Journal of Hyperthermia: The Official Journal of European Society for Hyperthermic Oncology, North American Hyperthermia Group*, 31(3), 2015, pp. 302-309.
- [45] M. Zasada, A. Markiewicz, Z. Drożdż, P. Mosińska, A. Erkiert-Polguj και E. Budzisz, «Preliminary randomized controlled trial of antiaging effects of l-ascorbic acid applied in combination with no-needle and microneedle mesotherapy,» σε *Journal of Cosmetic Dermatology*, 18(3), 2019, pp. 843-849.
- [46] G. Ilieva, R. Traikova, M. Stancheva, I. Bakardzhiev, D. Gesheva, D. Dimitrova και S. Laskova, «Needle mesotherapy».
- [47] T. Paolucci, R. G. Bellomo, M. A. Centra, N. Giannandrea, L. Pezzi και R. Saggini, «Mesotherapy in the treatment of musculoskeletal pain in rehabilitation: the state of the art,» σε *Journal of Pain Research*, 12, 2019, pp. 2391-2401.
- [48] J. Dermol-Černe, E. Pirc και D. Miklavčič, «Mechanistic view of skin electroporation - models and dosimetry for successful applications: an expert review,» σε *Expert Opinion on Drug Delivery*, 17(5), 2020, pp. 689-704.
- [49] M. El-Domyati, T. S. El-Ammawi, O. Moawad, H. El-Fakahany, W. Medhat, M. G. Mahoney και J. Uitto, «Efficacy of mesotherapy in facial rejuvenation: a histological and immunohistochemical evaluation,» σε *International Journal of Dermatology*, 51(8), 2012, pp. 913-919.
- [50] J. Gehl, «Electroporation: theory and methods, perspectives for drug delivery, gene therapy and research,» σε *Acta Psychologica Scandinavica*, 177(4), 2003, pp. 437-447.
- [51] X.-N. Yang, Z.-S. Geng, X.-L. Zhang, Y.-H. Zhang, X.-L. Wang, X.-B. Zhang και J.-Z. Cui, «Single intracutaneous injection of local anesthetics and steroids alleviates acute nonspecific neck pain,» σε *Medicine*, 97(28), 2018, p. e11285.

- [52] B. Moretti, R. Lanzisera, G. L. Sisti, L. Moretti, S. Patella και V. Patella, «O2-O3 therapy in tendinopathies and entrapment syndromes,» σε *Rivista Italiana di Ossigeno-Ozonoterapia*, 4, 2005, pp. 20-29.
- [53] Y. Zhou, B. W. Cunitz, B. Dunmire, Y.-N. Wang, S. G. Karl, C. Warren, S. Mitchell και J. H. Hwang, «Characterization and Ex Vivo evaluation of an extracorporeal high-intensity focused ultrasound (HIFU) system,» σε *Journal of Applied Clinical Medical Physics*, 22(9), 2021, pp. 345-359.
- [54] M. Alam, L. E. White, N. Martin, J. Witherspoon, S. Yoo και D. P. West, «Ultrasound tightening of facial and neck skin: A rater-blinded prospective cohort study,» σε *Journal of the American Academy of Dermatology*,, 2008.
- [55] M.-L. Lio, C.-C. Chang, A. D.-C. Chuang, L.-C. Tsai και C.-C. Chen, «Quantified Facial Rejuvenation Utilizing High Intense Focus Ultrasound with Multiple Penetrative Depths,» σε *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, 15, 2022, pp. 489-496.
- [56] M. Baspeyras, C. Rouvrais, L. Liégard, A. Delalleau, S. Letellier, I. Bacle, L. Courrech, P. Murat, V. Mengeaud και A.-M. Schmitt, «Clinical and biometrological efficacy of a hyaluronic acid-based mesotherapy product: a randomised controlled study,» σε *Archives of Dermatological Research*, 305(8), 2013, pp. 673-682.
- [57] O. Al-Bataineh, J. Jürgen και P. Huber, «Clinical and future applications of high intensity focused ultrasound in cancer,» σε *Cancer Treatment Reviews*, 38(5), 2012, pp. 346-353.