



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

«Συγκριτική μελέτη συνδυαστικών θεραπειών βιοϊατρικής τεχνολογίας σε αισθητικά προβλήματα σώματος»

Της

ΚΑΡΥΔΗ ΜΑΡΙΑΣ ΡΑΦΑΕΛΑΣ

A.M. 202118

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

του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής

Επιβλέπων: Φωτεινή Μπισκανακη, Ακαδ.Υπότροφος ΠΑΔΑ

ΑΘΗΝΑ, 2022



**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

**"Comparative study of combined treatments of biomedical technology in aesthetic body
problems"**

By

Maria Rafaela Karydi

Registration Number of Student in the Program 202118

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: Foteini Biskanaki, Academic Scholar UNIWA

Athens, 2022

«Συγκριτική μελέτη συνδυαστικών θεραπειών βιοϊατρικής τεχνολογίας σε αισθητικά προβλήματα σώματος»

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

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

A/a	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΑΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
	Βασιλική Κεφαλά	Καθηγήτρια ΠΑ.Δ.Α Κοσμήτορας	
	Δημήτριος Χανιώτης	Καθηγητής ΠΑ.Δ.Α Πρόεδρος τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών	
	Φωτεινή Μπισκανάκη	Ακαδημαϊκή Υπότροφος ΠΑ.Δ.Α	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη **ΚΑΡΥΔΗ ΜΑΡΙΑ ΡΑΦΑΕΛΑ** του Αγησίλαου, με αριθμό μητρώου 202118 φοιτητής/τρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Προχωρημένη Αισθητική και Κοσμητολογία: Ανάπτυξη, Ποιοτικός Έλεγχος και Ασφάλεια νέων καλλυντικών προϊόντων του Τμήματος Τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών της Σχολής Σχολής Επιστημών και Υγείας 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».

Η Δηλούσα

Καρύδη Μαρία Ραφαέλα

Όνοματεπώνυμο /Ιδιότητα

Δρ. Φωτεινή Μπισκανάκη Ακαδημαϊκός Υπότροφος ΠΑΔΑ

**Foteini
Biskanaki**

Digitally signed by
Foteini Biskanaki
Date: 2022.09.20 20:33:44
+03'00'

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα

(Υπογραφή)

Πνευματική ιδιοκτησία © 2022 Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Όλα τα δικαιώματα διατηρούνται

Copyright © 2022 University of West Attica

All rights reserved

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

«Συγκριτική μελέτη συνδυαστικών θεραπειών βιοϊατρικής τεχνολογίας σε αισθητικά προβλήματα σώματος»

ΜΑΡΙΑ ΡΑΦΑΕΛΑ ΚΑΡΥΔΗ

Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, 2022

Σκοπός της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης ήταν η συγκριτική μελέτη των συνδυαστικών θεραπειών της βιοϊατρικής τεχνολογίας σε αισθητικά προβλήματα σώματος. Οι μη επεμβατικές συσκευές που μελετήθηκαν αφορούν την αντιμετώπιση των αισθητικών προβλημάτων του σώματος όπως είναι η κυτταρίτιδα, η παχυσαρκία, το τοπικό πάχος, η χαλάρωση του δέρματος και η μυϊκή αδυναμία. Οι συσκευές αυτές όπως οι υπέρηχοι (HIFU και Shock Wave), η κρυολιπόλυση και η κρυολιπόλυση αντίθεσης με τη χρήση θερμότητας και κρύου, οι συσκευές Laser (LLT, Laser Υψηλής ισχύος και Diode Laser 1060nm), ραδιοσυχνότητες (Accent Ultra, Θερμολιπόλυση EXILIS και RF και microneedling), φωτοθεραπείας με LED μεσοθεραπείας (no – needle mesotherapy) και με συσκευή HIFEM, αναλύθηκαν ως προς το μηχανισμό δράσης τους, τα πρωτόκολλα χρήσης, την αποτελεσματικότητα και τις ενδείξεις και αντενδείξεις τους. Πραγματοποιήθηκε συγκριτική μελέτη αυτών των συσκευών ως προς την ασφάλεια και αποτελεσματικότητά τους, και στις συσκευές μυϊκής ενδυνάμωσης, ενώ διερευνήθηκαν–συνδυαστικά πρωτόκολλα για αυτές τις συσκευές. Ολοκληρώνοντας αυτή τη μελέτη, διαπιστώθηκε το κενό που υπάρχει στη βιβλιογραφία σχετικά με τα συνδυαστικά πρωτοκόλλα, παρόλο που υπάρχει μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον στον τομέα αυτό. Υπάρχουν πολλές μελέτες με ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με τις συσκευές λιποδιάλυσης και αντιμετώπισης προβλημάτων δερματικής γήρανσης (λιποδιάλυση, μυϊκή ενδυνάμωση και σύσφιξη), ωστόσο είναι αναγκαία η διεξαγωγή νέων μελετών που όχι απλά θα συγκρίνουν το συνδυασμό θεραπειών, αλλά ταυτόχρονα να θα αξιολογούν διαφορετικά πρωτόκολλα.

Λέξεις-κλειδιά: διαμόρφωση περιγράμματος σώματος, κρυολιπόλυση, ραδιοσυχνότητες, υπέρηχος, laser.

ABSTRACT

"Comparative study of combined treatments of biomedical technology in aesthetic body problems"

MARIA RAFAELA KARYDI
Department of Biomedical
Sciences University of West Attica,
2022

The aim of the present literature review was the comparative study of the combined treatments of biomedical technology in aesthetic body problems. The non-invasive treatments studied concern the treatment of aesthetic problems of the body such as cellulite, obesity, localized fat, skin laxity and muscle weakness. The non-invasive treatments that the study focused on are performed with ultrasound devices (HIFU and Shock Wave), cryolipolysis and contrast using heat and cold, Laser devices (LLT, High Power Laser and Diode Laser 1060nm), radio frequency devices (Accent Ultra, Thermolipolysis EXILIS and RF and microneedling), phototherapy with LED and mesotherapy (no-needle mesotherapy) and with the device HIFEM. These devices were analyzed in terms of their mechanisms of action, usage protocols, effectiveness and indications and contraindications. Subsequently, the comparison of these devices was carried out in terms of their effectiveness, focusing on liposuction devices, skin tightening devices and muscle strengthening devices, while treatments and indicative protocols were investigated. According to what was studied, in some of these therapeutic approaches the literature and research were extensive and the findings documented, while in others a literature gap was observed, which does not allow conclusions to be drawn. Each device has a research background that supports its effectiveness in each focused treatment (lipolysis, muscle strengthening and tightening), however new studies are needed that will not only compare the combination of treatments, but simultaneously evaluate different protocols.

Key-words: body contouring, cryolipolysis, radiofrequency, ultrasound, laser.

Αφιέρωση

Αφιερώνω την διατριβή μου στην οικογένεια μου για την στήριξη και την υπομονή που κατέβαλλαν καθόλη την συγγραφή της μεταπτυχιακής εργασίας μου.

Ευχαριστίες

Με την παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώνονται οι σπουδές μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών Προχωρημένη Αισθητική και Κοσμητολογία: Ανάπτυξη, Ποιοτικός Έλεγχος και Ασφάλεια νέων καλλυντικών προϊόντων του Τμήματος Τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών της Σχολής Επιστημών και Υγείας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Στις σπουδές μου ήταν καθοριστική η συμβολή των καθηγητών μου στα γνωστικά αντικείμενα που παρακολούθησα, στους οποίους οφείλω να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες για τη συμβολή τους στην ολοκλήρωση των σπουδών μου. Ιδιαίτερα επιθυμώ να ευχαριστήσω την Καθηγήτρια και Διευθύντρια του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών Αθανασία Βαρβαρέσου που μου έδωσε την ευκαιρία να παρακολουθήσω το μεταπτυχιακό πρόγραμμα και να αναλάβω την συγγραφή της διπλωματικής εργασίας. Επιπροσθέτως θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια και Ακαδ. Υπότροφο Φωτεινή Μπισκανάκη για την επιστημονική και συμβουλευτική καθοδήγηση που μου προσέφερε σε όλα τα στάδια εκπόνησης της εργασίας με τις εύστοχες και πολύ εποικοδομητικές παρατηρήσεις της. Οφείλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου προς συναδέλφους μου, χωρίς τη βοήθεια των οποίων δε θα ήταν δυνατή η διεξαγωγή του μεταπτυχιακού και κατά συνεπεία της εργασίας. Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, για τη συμπαράσταση, την υπομονή και την στηριξή τους, καθώς και την συγγραφή της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας.

Βιβλιογραφικό CV

ΚΑΡΥΔΗ ΜΑΡΙΑ ΡΑΦΑΕΛΑ

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

Τίτλος:	«Συγκριτική μελέτη συνδυαστικών θεραπειών βιοϊατρικής τεχνολογίας σε αισθητικά προβλήματα σώματος»
Επιστημονικό Πεδίο:	Προχωρημένη Αισθητική Και Κοσμητολογία
Βιογραφικά Στοιχεία:	Αισθητικός και Κοσμητολόγος
Εκπαίδευση:	Πτυχίο Αισθητικής & Κοσμητολογίας Π.Α.Δ.Α.

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 Ιούνιο, 2022.

ΕΓΚΡΙΣΗ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΟΣ: **ΦΩΤΕΙΝΗ ΜΠΙΣΚΑΝΑΚΗ, ΑΚΑΔ. ΥΠΟΤΡΟΦΟΣ ΠΑΔΑ**

Πίνακας Περιεχομένων

Εισαγωγή	16
Κεφάλαιο 1°. Αισθητικά Προβλήματα Σώματος	18
Κυτταρίτιδα	18
Παχυσαρκία.....	20
Τοπικό πάχος.....	23
Χαλάρωση δέρματος.....	24
Μυϊκή αδυναμία	27
Κεφάλαιο 2ο. Σύγχρονες εφαρμογές θεραπειών βιοϊατρικής τεχνολογίας σε αισθητικά προβλήματα σώματος.....	29
Υπέρηχοι (Ultrasound μηχανήματα).....	29
Συσκευές Cavitation	30
Συσκευές H.I.F.U. (High-intensity focused ultrasound)	31
Κρουστικός υπέρηχος (Shock Wave)	33
Κρυολιπόλυση (cryolipolysis)	40
Κρυολιπόλυση αντίθεσης (hot and cold cryolipolysis).....	48
Laser	51
Low-Level Laser Therapy (LLLT).....	51
Laser Υψηλής ισχύος.....	61
Diode Laser 1060nm.....	62
Θερμολιπόλυση	66
Ραδιοσυχνότητες (RF)	67
Accent Ultra	68
RF και microneedling	68
Ραδιοσυχνότητες και Αναρρόφηση	70
Φωτοθεραπεία με LED	70

No-needle mesotherapy.....	72
High Intensity Focused Electro-Magnetic Technology (HIFEM).....	73
Κεφάλαιο 3°. Σύγκριση των συνδυαστικών θεραπειών βιοϊατρικής τεχνολογίας	76
3.1. Σύγκριση των συσκευών λιποδιάλυσης.....	77
3.2 Σύγκριση συσκευών σύσφιξης του δέρματος	80
3.3. Σύγκριση συσκευών μυϊκής ενδυνάμωσης	81
Κεφάλαιο 4°. Συνδυαστικές θεραπείες και ενδεικτικά πρωτόκολλα.....	83
Συμπεράσματα	90
Βιβλιογραφία	94
Παράρτημα	113

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Η αποτελεσματικότητα της κρυολιπόλυσης.....	47
Πίνακας 2: Η αποτελεσματικότητα της κρυολιπόλυσης με αντίθεση	50
Πίνακας 3: Η αποτελεσματικότητα των συνεδριών με συσκευές LLLT....	60

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.1.: Στάδια κυτταρίτιδας.....	113
Εικόνα 1.2.: Πριν (α) και μετά (b) από 1 εφαρμογή κρυολιπόλυσης και ραδιοσυχνότητων	114
Εικόνα 1.3.: Τοπική λιποδυστροφία-Παράδοξη υπερπλασία λιπώδους ιστού...115	
Εικόνα 1.4.: Πριν (α) και μετά (b) από την εφαρμογής ραδιοσυχνότητων στην περιοχή της κοιλιάς για 8 συνεδρίες (συχνότητα:1 φορά /βδομάδα)....	116
Εικόνα 1.5.: Πριν (α) και μετά (b) από 3 μήνες εφαρμογής τεχνολογίας HIFEM, η οποία φαίνεται να ενδυναμώνει τους μύες και να βοηθά στη μείωση του λιπώδους ιστού ..Οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε 4 θεραπείες, όπου κάθε μία διήρκεσε 30 λεπτά και οι μεταξύ τους συνεδρίες απείχαν μεταξύ τους 2-3 ημέρες.....	116

Εισαγωγή

Η εικόνα του ατόμου για το σώμα του είναι ένα σημαντικό ζήτημα που επηρεάζει τη γνωστική λειτουργία, τη ψυχική και τη σωματική υγεία. Η παροχή αισθητικών μη επεμβατικών παρεμβάσεων έχει στόχο τη διατήρηση, τροποποίηση και αναδιαμόρφωση της εικόνας του σώματος και προσώπου. Ως τομέας περιλαμβάνει την αισθητική, πλαστική χειρουργική, τη δερματολογία, την αισθητική οδοντιατρική, την αισθητική δερματολογική τεχνολογία, τις τεχνικές ιατρικής αισθητικής κ.ά. (1) Οι τεχνολογικές εξελίξεις στο τομέα αυτό, προσφέρουν πληθώρα σύγχρονων τεχνολογιών με στόχο τη βελτίωση της εικόνας του σώματός τους.

Τα τελευταία χρόνια, είναι διαθέσιμος μεγάλος αριθμός συσκευών που έχουν στόχο τη μη επεμβατική μείωση του λιπώδους ιστού, συμπεριλαμβανομένης της κρυολιπόλυσης, των ραδιοσυχνοτήτων, των Laser χαμηλής ισχύος και του εστιασμένου υπερήχου υψηλής ενέργειας (HIFU). Κάθε τεχνολογία βασίζεται σε διαφορετικό μηχανισμό δράσης για να προκαλέσει απόπτωση ή νέκρωση των στοχευμένων λιποκυττάρων. Τα μηχανήματα χρήσης υπερήχων, για παράδειγμα, παρέχουν εστιασμένη ακουστική ενέργεια σε συγκεκριμένα βάθη στον υποδόριο ιστό με αποτέλεσμα να διαταράσσονται οι κυτταρικές μεμβράνες και να προκληθεί κυτταρική απόπτωση. Σε συνδυασμό με τη χρήση ενός θερμικού μηχανισμού, τα λιποκύτταρα καταστρέφονται σε θερμοκρασίες άνω των 58°C προκαλώντας πηκτική νέκρωση σε μια μικρή στοχευόμενη περιοχή ενώ ο περιβάλλοντας ιστός παραμένει ως επί το πλείστον ανεπηρέαστος. Περαιτέρω, οι ραδιοσυχνότητες χρησιμοποιούνται παραδοσιακά για τη σύσφιξη της χαλάρωσης του δέρματος και τη μείωση των ρυτίδων, καθώς η θερμική βλάβη που προκύπτει οδηγεί σε συστολή του κολλαγόνου και στην παραγωγή νέου. (2)

Η θεραπεία με Laser χαμηλής ισχύος (LLL) είναι μια μέθοδος που δεν βασίζεται σε θερμική βλάβη των ιστών. Η αποτελεσματικότητά της είναι ακόμη υπό διερεύνηση, ωστόσο ένας από τους προτεινόμενους μηχανισμούς δράσης βασίζεται στην προώθηση της διαρροής των λιπιδίων. (3) Η κρυολιπόλυση στηρίζεται στην υπόθεση ότι τα λιποκύτταρα είναι πιο ευαίσθητα στην ψύξη εν συγκρίσει με άλλα κύτταρα του δέρματος. Η ακριβής εφαρμογή χαμηλών θερμοκρασιών πυροδοτεί τον θάνατο των λιποκυττάρων που στη συνέχεια πέπτονται από τα μακροφάγα. Δεν

παρατηρούνται αλλαγές στο υποδόριο λίπος αμέσως μετά τη θεραπεία, αλλά χρειάζονται 2 έως 3 μήνες για να ολοκληρωθεί η διαδικασία της αποβολής των λιποκυττάρων. (4)

Σκοπός της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι η συγκριτική μελέτη των συνδυαστικών θεραπειών της βιοϊατρικής τεχνολογίας σε αισθητικά προβλήματα σώματος, με συσκευές που μπορεί να εφαρμόσει ο αισθητικός. Οι μη επεμβατικές θεραπείες που θα μελετηθούν αφορούν την αντιμετώπιση των αισθητικών προβλημάτων του σώματος όπως είναι η κυτταρίτιδα, η παχυσαρκία, το τοπικό πάχος, η χαλάρωση του δέρματος και η μυϊκή αδυναμία. Αναλυτικότερα, ως προς τη δομή της παρούσας μελέτης, το πρώτο κεφάλαιο του θεωρητικού μέρους περιλαμβάνει την ανάλυση των αισθητικών προβλημάτων του σώματος, συμπεριλαμβανομένων της κυτταρίτιδας, της παχυσαρκίας, του τοπικού πάχους, της χαλάρωσης του δέρματος και της μυϊκής αδυναμίας.

Εν συνεχεία, το δεύτερο κεφάλαιο αφορά στην ανάλυση των σύγχρονων εφαρμογών των θεραπειών βιοϊατρικής τεχνολογίας σε αισθητικά προβλήματα του σώματος. Η ανάλυση συμπεριλαμβάνει τις σύγχρονες μη επεμβατικές θεραπείες με τη χρήση των συσκευών υπερήχων (High-Intensity Focused Ultrasound και Shock Wave), της κρυολιπόλυσης και της συσκευής κρυολιπόλυσης αντίθεσης με τη χρήση θερμότητας και κρύου, τη χρήση συσκευών Laser (Low-Level Laser Therapy, Laser Υψηλής ισχύος και Diode Laser 1060nm), τις συσκευές ραδιοσυχνότητας (Accent Ultra, Θερμολιπόλυση EXILIS και RF και microneedling), της συσκευής φωτοθεραπείας με LED και μεσοθεραπείας (no – needle mesotherapy) και τέλος της συσκευής ηλεκτρομαγνητικής τεχνολογίας εστίασης υψηλής έντασης (HIFEM). Το τρίτο κεφάλαιο εστιάζει στη σύγκριση των συσκευών αυτών ως προς την αποτελεσματικότητά τους. Πιο συγκεκριμένα, θα συγκριθούν οι συσκευές λιποδιάλυσης, οι συσκευές σύσφιξης του δέρματος και οι συσκευές μυϊκής ενδυνάμωσης. Στο τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας θα αναπτυχθούν οι συνδυαστικές θεραπείες και ενδεικτικά πρωτόκολλα, ενώ η μελέτη θα ολοκληρωθεί με τη διεξαγωγή συμπερασμάτων.

Κεφάλαιο 1^ο. Αισθητικά Προβλήματα Σώματος

Τα κύρια αισθητικά προβλήματα του σώματος που θα διερευνηθούν στην παρούσα μελέτη είναι η κυτταρίτιδα, το τοπικό πάχος, η χαλάρωση του δέρματος και η μυϊκή αδυναμία, τα οποία αντιμετωπίζονται μέσω των σύγχρονων θεραπειών που θα αναπτυχθούν.

Κυτταρίτιδα

Η κυτταρίτιδα, επίσης γνωστή στην καθομιλουμένη ως «φλοιός φλούδας πορτοκαλιού», θεωρείται ως αισθητικό πρόβλημα, ιδίως για το γυναικείο πληθυσμό. Η κυτταρίτιδα ορίζεται ως μια εντοπισμένη μεταβολική διαταραχή του υποδόριου ιστού που αλλάζει το τοπικό σχήμα του σώματος και αποτελεί μια τεράστια πρόκληση για τη σύγχρονη αισθητική αντιμετώπιση και η θεραπεία της είναι μακροχρόνια και ακριβή, ενώ η οριστική αποτελεσματικότητά της αμφίβολη. Μορφολογικά, θεωρείται ως εκφυλισμός του λιπώδους ιστού και μορφοποιείται μέσω του σχηματισμού ίνωσης και σκλήρυνσης που εκδηλώνονται κλινικά ως η κυματιστή πορεία της επιφάνειας του δέρματος με πολλαπλά ψηλαφητά οζίδια. Σε προχωρημένη μορφή τα οζίδια και οι σκληρωτικές βλάβες συνοδεύεται από πόνο, ξηρότητα και αραίωση του δέρματος που καλύπτει την περιοχή. Κατά βάση η εμφάνισή της παρουσιάζεται στον υποδόριο ιστό γύρω από τους μηρούς, τους γλουτούς και τους γοφούς καθώς οι περιοχές αυτές εναποθέτουν σε μεγαλύτερες ποσότητες λιπώδη ιστό στις γυναίκες. Παρότι η κυτταρίτιδα μπορεί να βρεθεί σε οποιαδήποτε περιοχή όπου εναποτίθεται περίσσεια λιπώδους ιστού, η παχυσαρκία δεν είναι απαραίτητη για την παρουσία του. Ο σχηματισμός της κυτταρίτιδας επιταχύνεται κατά την εφηβεία, την εγκυμοσύνη ή κατά την εμμηνόπαυση ενώ έχει εκτιμηθεί ότι μπορεί να επηρεάσει έως και το 85% των γυναικών άνω των 20 ετών. (5)

Η κυτταρίτιδα αποτελεί μια τεράστια πρόκληση για τη σύγχρονη αισθητική. Μορφολογικά, η κυτταρίτιδα θεωρείται ως λιποδυστροφία ή ως εκφυλισμός του λιπώδους ιστού. Οι αλλαγές που συμβαίνουν στην πορεία σχηματισμού της κυτταρίτιδας είναι η ίνωση και η σκλήρυνση και σε περιπτώσεις σημαντικής εξέλιξης οι όζοι και οι σκληρωτικές βλάβες συνοδεύονται από πόνο, ξηρότητα και λέπτυνση του δέρματος που καλύπτει την αλλαγμένη περιοχή. Η αιτιολογία της κυτταρίτιδας

είναι πολυπαραγοντική και ασαφής, αλλά είναι γνωστό ότι ενσωματώνει περιβαλλοντικούς, ορμονικούς και γενετικούς παράγοντες. Ο ακατάλληλος τρόπος ζωής είναι ένας σημαντικός επιταχυντής της κυτταρίτιδας, όπου η υπερβολική πρόσληψη τροφίμων πλούσιων σε λιπαρά, με υψηλή περιεκτικότητα σε αλάτι και συντηρητικά έχει συσχετιστεί με την ανάπτυξη διαφόρων μεταβολικών διαταραχών συμπεριλαμβανομένης της υπερινσουλιναϊμίας, μια κατάσταση που μπορεί να αυξήσει τη λιποδυστροφία. Ο καθιστικός τρόπος ζωής διαδραματίζει εξίσου παρόμοιο ρόλο, όπου η έλλειψη σωματικής δραστηριότητας αποδυναμώνει το μυϊκό στρώμα των αιμοφόρων αγγείων και προκαλεί τοπική αιμόσταση. Επιπλέον, η κατανάλωση αλκοόλ διεγείρει τη λιπογένεση και προκαλεί αφυδάτωση με αποτέλεσμα την υπερβολική και ακατάλληλη αποθήκευση λίπους. Το κάπνισμα έχει ως αποτέλεσμα σημαντικά μεγαλύτερες ποσότητες ελεύθερων ριζών στο σώμα και τη σύσπαση των μικρών αιμοφόρων αγγείων που ευθύνονται για τοπικές βλάβες της μικροκυκλοφορίας. (5)

Οι γυναικείες ορμόνες διαδραματίζουν εξίσου σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της λιποδυστροφίας και τα πρώτα συμπτώματα εμφανίζονται κατά την εφηβεία. Ορισμένοι ερευνητές προσδιορίζουν τα οιστρογόνα ως τον κύριο παράγοντα που προκαλεί την εμφάνιση της κυτταρίτιδας. Επιπλέον, η εξέλιξη των δερματικών βλαβών συσχετίζεται με τον υπεροιστρογονισμό που σχετίζεται με την εγκυμοσύνη ή τη χρήση αντισυλληπτικών χαπιών ή θεραπείας ορμονικής υποκατάστασης σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Η επίδραση των οιστρογόνων στο τοίχωμα των αιμοφόρων αγγείων εκδηλώνεται επίσης με αυξημένη διαπερατότητα του τοιχώματος, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε διόγκωση των περιβαλλόντων ιστών. Αυτό το οίδημα ασκεί πίεση στις μικρές φλέβες και στα αρτηρίδια, οδηγώντας σε ανώμαλη ροή του αίματος μέσα στο δέρμα και στον λιπώδη ιστό. Η διαδικασία επιδεινώνεται από έναν συνδυασμό της έλλειψης προγεστερόνης και του υπεροιστρογονισμού, με αποτέλεσμα τον ανώμαλο μεταβολισμό και τη μειωμένη λειτουργία των λιποκυττάρων. Αυτά τα φαινόμενα επιδεινώνουν την ίνωση και το σχηματισμό όζων στον υποδόριο ιστό που αναπόφευκτα οδηγούν στην εξέλιξη της κυτταρίτιδας. (5)

Ο κλινικός βαθμός της κυτταρίτιδας ταξινομείται σε μία κλίμακα τεσσάρων σταδίων. Στο πρώτο στάδιο δεν παρουσιάζεται αλλοίωση της τοπογραφίας του

δέρματος και το δέρμα της πληγείσας περιοχής είναι λείο όταν το άτομο στέκεται όρθιο ή είναι ξαπλωμένο, αλλά οι αλλοιώσεις της επιφάνειας του δέρματος μπορούν να φανούν τσιμπώντας το δέρμα ή με μυϊκή σύσπαση. Στο δεύτερο στάδιο το δέρμα γύρω από την πληγείσα περιοχή είναι λείο όταν το άτομο στέκεται όρθιο ή είναι ξαπλωμένο και οι αλλαγές μπορούν να φανούν κατά το τσίμπημα του δέρματος. Στο τρίτο στάδιο το δέρμα είναι λείο όταν το άτομο ξαπλώνει αλλά παρατηρούνται αλλοιώσεις όταν στέκεται όρθιο. Στο τέταρτο και τελευταίο στάδιο οι αλλοιώσεις είναι παρούσες μαζί με ανυψωμένες περιοχές και οξίδια και συνοδεύονται από πόνο. (5). Η εικόνα 1.1 παρουσιάζει τα στάδια της κυτταρίτιδας (βλ. Παράρτημα).

Η κυτταρίτιδα αποτελεί ένα σύνθετο πρόβλημα που αφορά το μικροκυκλοφορικό σύστημα και τα λεμφαγγεία, το εξωκυτταρικό πλέγμα και την παρουσία περίσσειας υποδόριου λίπους που διογκώνεται στο χόριο. Η απώλεια βάρους έχει αναφερθεί ότι βελτιώνει τη σοβαρότητα της κυτταρίτιδας, καθώς η ιστολογική εξέταση υποδηλώνει ότι τα σφαιρίδια λίπους αποσύρονται έξω από το χόριο. Η τακτική άσκηση και η κατάλληλη διαίτα μπορούν να βοηθήσουν στον έλεγχο του βάρους και κατά συνέπεια στην εμφάνιση της κυτταρίτιδας. Το εύρος των επαγγελματικών (χειρουργικών ή μη) προσεγγίσεων για τη θεραπεία της κυτταρίτιδας είναι εξαιρετικά μεγάλο και ποικίλλει από τις μη επεμβατικές τεχνικές που περιλαμβάνουν καλλυντικά προϊόντα, από του στόματος θεραπευτικά σχήματα, συμπληρώματα διατροφής και χειρωνακτικό ή μηχανικό μασάζ και επεμβατικές χειρουργικές πρακτικές όπως η λιποαναρρόφηση. (6)

Παχυσαρκία

Ως παχυσαρκία ορίζεται το υπερβολικό σωματικό βάρος και προκύπτει από την υπερβολική συσσώρευση λίπους στο σώμα με την πάροδο του χρόνου εξαιτίας είτε της υπερβολικής ενεργειακής πρόσληψης (υπερβολική κατανάλωση θερμίδων) είτε της έλλειψης ενεργειακής δαπάνης (έλλειψη κίνησης και άσκησης). Δεδομένου ότι συσχετίζεται με σημαντικά προβλήματα υγείας, έχει αναδειχθεί ως ένα σημαντικό πρόβλημα υγείας. Σήμερα, είναι πλέον ένα παγκόσμιο πρόβλημα με περίπου 39% των ενηλίκων ηλικίας 18 ετών και άνω να είναι υπέρβαροι κατά το 2016 και το 13% παχύσαρκοι. (7) Έχει εκτιμηθεί ότι μέχρι το 2030 το 57,8% του ενήλικου πληθυσμού θα μπορούσε να είναι είτε υπέρβαρο είτε παχύσαρκο. (8)

Πέρα από τις επιπλοκές του υψηλού Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) στην υγεία του ατόμου, που σχετίζονται με την εμφάνιση του σακχαρώδη διαβήτη, της στεφανιαίας νόσου, ορισμένων μορφών καρκίνου και των διαταραχές ύπνου και της αναπνοής, οι ψυχολογικές επιπλοκές είναι εξίσου δυσμενείς. Η ύπαρξη υπερβολικής ποσότητας σωματικού λίπους (λιπώδη ιστού) σε σχέση με την άλιπη μάζα σώματος σχετίζεται με διάφορους κινδύνους για την υγεία, όπως υπέρταση, καρδιαγγειακή νόσο, αναπνευστική δυσλειτουργία, νόσο της χοληδόχου κύστης, αρθρίτιδα, μειωμένη κινητικότητα και ορισμένες μορφές καρκίνου. Επιπλέον, μπορεί να υπάρχουν ψυχολογικά συμπτώματα όπως αμηχανία, κατάθλιψη και απώλεια αυτοεκτίμησης, ενώ τα παχύσαρκα άτομα μπορεί να υποφέρουν από διατροφικές διαταραχές, με στιγματισμό και διακρίσεις. (9)

Ο λιπώδης ιστός αρχικά θεωρήθηκε ως ένα όργανο αποθήκευσης για την τριακυλογλυκερόλη αλλά τα τελευταία χρόνια έχει σημειωθεί σημαντική συσσώρευση πειραματικών δεδομένων σχετικά με τη βιολογία και τη βιοχημεία του λιπώδους ιστού. Αυτός ο ιστός δεν θεωρείται πλέον αδρανής ιστός που αποθηκεύει απλώς λίπος αλλά συνιστά ένα μεταβολικά δυναμικό όργανο που αποτελεί την κύρια θέση αποθήκευσης περίσσειας ενέργειας και λειτουργεί ως ενδοκρινικό όργανο ικανό να συνθέτει έναν αριθμό βιολογικά ενεργών ενώσεων που ρυθμίζουν τη μεταβολική ομοιόσταση. Αυτός ο δυναμικός ιστός αποτελείται όχι μόνο από λιποκύτταρα, αλλά και από άλλους τύπους κυττάρων που ονομάζονται στρωματικό αγγειακό κλάσμα (SVF), που περιλαμβάνει κύτταρα αίματος, ενδοθηλιακά κύτταρα, περικύτταρα και πρόδρομα λιπώδη κύτταρα μεταξύ άλλων. (10)

Αρκετές μελέτες έχουν αποδείξει ότι ο λιπώδης ιστός δεν είναι ομοιόμορφος και ανάλογα με τη θέση στο σώμα, διαφέρουν ως προς την ικανότητά τους να εκκρίνουν λιποκυτταροκίνες, την κυτταρική σύνθεση με ποικίλο φαινότυπο, την ποσότητα και την αναλογία των λιποκυττάρων που το σχηματίζουν, τα στρωματικά κύτταρα των αιμοφόρων αγγείων και τα κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος. Συνεπώς, είναι πλέον αναγνωρισμένο ότι ο λιπώδης ιστός είναι ένα σημαντικό όργανο ενός πολύπλοκου δικτύου που συμμετέχει στη ρύθμιση μιας ποικιλίας διαφορετικών βιολογικών λειτουργιών. (11) Μέσα από την ανακάλυψη της ικανότητας έκκρισης ορμονών, έχει αποδοθεί μεγάλη σημασία στο ρόλο του λιπώδους ιστού. Ο λευκός λιπώδης ιστός μπορεί να αντιπροσωπεύει τον μεγαλύτερο

ενδοκρινικό ιστό του ανθρώπου, γεγονός που στηρίζεται στην ικανότητα των λιποκυττάρων να εκκρίνουν πολυάριθμες ορμόνες, αυξητικούς παράγοντες, ένζυμα, κυτοκίνες, παράγοντες συμπληρώματος και πρωτεΐνες μήτρας (matrix). Ο λιπώδης ιστός εμπλέκεται δυναμικά στη ρύθμιση της κυτταρικής λειτουργίας μέσω ενός πολύπλοκου δικτύου ενδοκρινών, παρακρινών και αυτοκρινών σημάτων που επηρεάζουν την απόκριση πολλών ιστών, συμπεριλαμβανομένου του υποθαλάμου, του παγκρέατος, του ήπατος, των σκελετικών μυών, των νεφρών, του ενδοθηλίου και του ανοσοποιητικού συστήματος, μεταξύ άλλων. Αυτή η εκκριτική φύση έχει προκαλέσει την άποψη του λευκού λιπώδους ιστού ως εξαιρετικά ενεργού ενδοκρινικού ιστού. (12)

Εμπειρικά στοιχεία αποκαλύπτουν ότι ο υψηλός ΔΜΣ είναι ένας σημαντικός παράγοντας στην ανάπτυξη της αρνητικής εικόνας του σώματος. Τα υπέρβαρα και παχύσαρκα άτομα τείνουν να εκδηλώνουν αρνητικά συναισθήματα προς το σώμα τους και είναι πιο πιθανό να αναφέρουν την αίσθηση του φόβου που σχετίζεται με τη δυσμενή αξιολόγηση. Η συσχέτιση μεταξύ του ΔΜΣ και της αρνητικής εικόνας του σώματος είναι υψηλότερη στις γυναίκες εν συγκρίσει με τους άνδρες. (13) Έχει τεκμηριωθεί ότι ο υψηλός ΔΜΣ επιδρά δυσμενώς και στην αυτοεκτίμηση του υπέρβαρου ή παχύσαρκου ατόμου. Η αυτοεκτίμηση έχει επίσης έμμεσο αντίκτυπο στη σχέση μεταξύ του στρες και του δυσάρεστου συναισθήματος προς το σώμα και στη σχέση μεταξύ της αρνητικής εικόνας του ατόμου. (14) Το βάρος έχει αποτελέσει βασικό παράγοντα για πιο θετική στάση απέναντι στην αισθητική χειρουργική, εξαιτίας του μεγαλύτερου φόβου για την αρνητική αξιολόγηση της εμφάνισης στις γυναίκες μέσης ηλικίας. (15)

Η επιθυμία των παχύσαρκων ατόμων για βελτίωση του περιγράμματος του σώματος επέτρεψαν τη δημιουργία πρόσθετων χειρουργικών επεμβάσεων όπως η λιποαναρρόφηση για την απομάκρυνση του υπερβολικού λιπώδους ιστού σε συγκεκριμένες περιοχές του σώματος. Αυτή η διαδικασία, μαζί με τροποποιήσεις (υποβοηθούμενη με υπερήχους και υποβοηθούμενη με λέιζερ λιποαναρρόφηση), έχει επιφέρει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Όμως η λιποαναρρόφηση είναι μια χειρουργική επέμβαση και έχει περιορισμούς και πιθανές επιπλοκές, ακόμη και θνησιμότητα. Επιπλοκές όπως αλλαγές στην αίσθηση, οίδημα, συμπίεση νεύρων, νέκρωση δέρματος, εγκαύματα, τοξικότητα από την αναισθησία, ανισορροπία υγρών,

ουλές και ανωμαλίες του περιγράμματος, έχουν καταγραφεί, ενώ το κόστος είναι συχνά απαγορευτικό. (16)

Ως εκ τούτου, τα παχύσαρκα άτομα πλέον αναζητούν εναλλακτικές μεθόδους για την αποτελεσματική μείωση των τοπικών περιοχών της εναπόθεσης λίπους χωρίς χειρουργική επέμβαση. Υπάρχουν πολλές διαφορετικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την παροχή μη χειρουργικής παρέμβασης στο λιπώδη ιστό, όπως η εστιασμένη θεραπεία με υπερήχους, μεσοθεραπεία και η κρυολιπόλυση. (17). Η εικόνα 1.2 αποτυπώνει το πριν και μετά από 1 εφαρμογή κρυολιπόλυσης και ραδιοσυχνότητας (18) (βλ. Παράρτημα).

Τοπικό πάχος

Το τοπικό πάχος χαρακτηρίζεται από την ανομοιόμορφη συσσώρευση λίπους σε διάφορες περιοχές του σώματος. Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα κατανομής σωματικού λίπους τόσο σε αδύνατους όσο και σε παχύσαρκους ενήλικες. Οι γνωστοί, κύριοι περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την κατανομή του σωματικού λίπους περιλαμβάνουν την πρόσληψη αλκοόλ, το κάπνισμα και το χρόνο εμφάνισης της παιδικής παχυσαρκίας. Επιπλέον, ισχυροί γενετικοί παράγοντες φαίνεται να παίζουν ρόλο στην αύξηση και στην απώλεια του τοπικού πάχους. Μια κατά κύριο λόγο κατανομή λίπους στο άνω μέρος του σώματος, που συνήθως σχετίζεται με αυξημένο σπλαχνικό λίπος, σχετίζεται με ένα μη φυσιολογικό μεταβολικό προφίλ σε ένα ευρύ φάσμα δεικτών μάζας σώματος. Οι διάφορες αποθήκες λίπους έχουν μοναδικά χαρακτηριστικά, όπου κυμαίνονται από τις μικρότερες, συγκεκριμένες αποθήκες που παρακολουθούν το σπλαχνικό λίπος όπως το περικαρδιακό και το στοματικό λίπος (μάγουλα) έως τις υποδιαιρέσεις μεγάλων αποθηκών όπως το επιφανειακό και το βαθύ κοιλιακό λίπος. (19). Η εικόνα 1.3 στο Παράρτημα παρουσιάζει την περίπτωση της τοπικής λιποδυστροφίας, με παράδοξη υπερπλασία λιπώδους ιστού.

Η λιποαναρρόφηση έχει αποτελέσει για δεκαετίες την επίσημη και πιο κοινή λύση για την αντιμετώπιση του τοπικού πάχους. Δεδομένων όμως των σημαντικών κινδύνων, του σημαντικού χρηματοοικονομικού κόστους και του παρατεταμένου χρόνου αποκατάστασης που σχετίζονται με τη χειρουργική επέμβαση, έχουν

επιδιωχθεί διεξοδικά οι τεχνολογικές εξελίξεις για μη επεμβατικές αισθητικές τεχνικές. Επιπλέον, οι μη επεμβατικές συσκευές που βελτιώνουν το περίγραμμα του σώματος έχουν γίνει ο ταχύτερα αναπτυσσόμενος τομέας της αισθητικής δερματολογίας. Τέτοιες μέθοδοι είναι ιδανικές για μη παχύσαρκα άτομα που αναζητούν ασφαλέστερες, πιο προσιτές μεθόδους για τη μείωση του τοπικού πάχους, τη βελτίωση της χαλάρωσης του δέρματος και βελτίωση της εμφάνισης του δέρματος, χωρίς τις σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις ή το μεγάλο χρόνο αποκατάστασης που σχετίζεται με τη χειρουργική επέμβαση. Αυτές οι μη παρεμβατικές τεχνολογίες είναι ελκυστικές και για τους ίδιους τους ιατρούς και επαγγελματίες υγείας καθώς επιτρέπουν κερδοφόρες διαδικασίες με ικανοποιητικά και αξιόπιστα αποτελέσματα και ελάχιστο κόστος αναλωσίμων. (20) Επί του παρόντος υπάρχουν τέσσερις κορυφαίες μη επεμβατικές τεχνικές μείωσης του εντοπισμένου τοπικού πάχους: η θεραπεία χαμηλού επιπέδου Laser (LLLT), η κρυολιπόλυση, οι ραδιοσυχνότητες (RF) και οι εστιασμένοι υπέρηχοι υψηλής έντασης (HIFU). (21)

Χαλάρωση δέρματος

Ένα κοινό παράπονο είναι η χαλάρωση της όψης του δέρματος ή η χαλάρωση του δέρματος, που αποτελούν έναν συνδυασμό τόσο της εσωτερικής όσο και της εξωτερικής διαδικασίας γήρανσης. Η γήρανση οδηγεί σε ρυτίδες του δέρματος, σε ατροφία και στην απώλεια του υποδόριου λίπους και στην οστική απορρόφηση. Εξωτερικά, το δέρμα επιβαρύνεται από την καταστροφική ακτινοβολία UV και τη ρύπανση ενώ και τροποποιήσιμοι παράγοντες, όπως το κάπνισμα, επιβαρύνουν περισσότερο. Το κολλαγόνο, κυρίως οι τύποι I και III, αντιπροσωπεύουν περίπου το 75% του ξηρού βάρους του χόριου και το 20% έως 30% του όγκου του. Οι ινοβλάστες δημιουργούν νέο κολλαγόνο, ενώ οι μεταλλοπρωτεϊνάσες μήτρας (MMPs) το υποβαθμίζουν, μαζί με την ελαστίνη. Η UV ακτινοβολία και άλλοι εγγενείς και εξωγενείς παράγοντες ενεργών ειδών οξυγόνου ρυθμίζουν προς τα πάνω την παραγωγή MMPs, με αποτέλεσμα την επιτάχυνση της γήρανσης του δέρματος. Η ελαστίνη αποτελεί το 4% του ξηρού βάρους του χόριου και δίνει στο δέρμα τη μηχανική του δύναμη και την ικανότητα αντίστασης στην παραμόρφωση ή την ελαστικότητα. (22)

Η ενδογενής γήρανση προκαλεί ατροφία των ινών ελαστίνης, ενώ η εξωτερική γήρανση, όπως η έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία προκαλεί μια αποδιοργάνωση στο δίκτυο ελαστικών ινών, με αποτέλεσμα στην ηλιακή ελάστωση. Ο ζωτικός ρόλος της ελαστίνης στη διατήρηση της δομής της εξωκυτταρικής μήτρας είναι επαρκώς τεκμηριωμένος: έστω και η παραμικρή μείωση του αριθμού των ινών ελαστίνης οδηγεί σε σημαντικές αλλαγές στην ελαστικότητα και στην αντοχή του δέρματος. (23).

Η χαλάρωση του δέρματος στο πρόσωπο εκδηλώνεται με την προοδευτική απώλεια της ελαστικότητας του δέρματος, τη χαλάρωση του πλαισίου του συνδετικού ιστού και την εμβάθυνση των πτυχών του δέρματος. Η χαλάρωση του δέρματος στο σώμα εμφανίζεται με τη φυσιολογική γήρανση στους βραχίονες, στους μηρούς και στα πόδια, και στο σώμα παρατηρείται συνήθως μετά από σημαντική και γρήγορη απώλεια βάρους. Επιπλέον, μπορεί να εμφανιστεί χαλάρωση του δέρματος της κοιλιάς μετά από μία εγκυμοσύνη. Οι ενδογενείς γενετικοί παράγοντες (ηλικία, άγχος, γενετική προδιάθεση) και οι εξωγενείς παράγοντες (έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία, περιβαλλοντικές τοξίνες και κάπνισμα) συμβάλλουν στη χαλάρωση του δέρματος. Αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν την παραγωγή και τη συντήρηση του κολλαγόνου και των ελαστικών πρωτεϊνών, που αποτελούν τα κύρια συστατικά που βοηθούν το δέρμα να παραμείνει σφριγηλό και λείο. Σε αντίθεση με τη φωτογήρανση, η χαλάρωση του δέρματος είναι ένα αισθητικό παράπονο που παρατηρείται σε όλους τους τύπους δέρματος. (24)

Παραδοσιακά, η χαλάρωση του δέρματος αντιμετωπιζόταν με επεμβατικές χειρουργικές επεμβάσεις δέρματος (π.χ. ρυτιδεκτομή), οι οποίες έχουν υψηλό οικονομικό κόστος, απαιτούν χειρουργική παρέμβαση, τη χρήση αναισθησίας και έχουν παρατεταμένο χρόνο αποθεραπείας με αξιοσημείωτη μετεγχειρητική φροντίδα και κίνδυνο ανεπιθύμητων ουλών. (25, 26) Η ελάχιστη και μη επεμβατική σύσφιξη του δέρματος έχει γίνει μια από τις πιο περιζήτητες αισθητικές επεμβάσεις. Η χαλάρωση του δέρματος είναι συχνά εμφανής σε περιοχές του προσώπου, του λαιμού, του σαγονιού, των χεριών, της κοιλιάς και των μηρών, με χαρακτηριστικά σημεία τις λεπτές γραμμές, τις ρυτίδες και την κυτταρίτιδα. Προκειμένου να καλυφθεί η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για την επίτευξη σημαντικής, μη επεμβατικής ανύψωσης και σύσφιξης του δέρματος, πολυάριθμες συσκευές που

χρησιμοποιούν μια σειρά ενεργειακών τεχνολογιών έχουν αναπτυχθεί πρόσφατα. (27). Η εικόνα 1.4 στο Παράρτημα δείχνει το πριν και το μετά από την εφαρμογή ραδιοσυχνοτήτων στην περιοχή της κοιλιάς για 8 συνεδρίες (συχνότητα: 1 φορά /βδομάδα).

Παρότι τα αποτελέσματα των μη παρεμβατικών τεχνολογιών είναι λιγότερο έντονα και απαιτούν περισσότερες θεραπείες, δεν διαθέτουν τους σχετικούς κινδύνους και τις δυσμενείς επιπτώσεις που έχουν καταγραφεί στις επεμβατικές χειρουργικές επεμβάσεις. Υπάρχουν πολλές τεχνολογίες που είναι επί του παρόντος χρησιμοποιούνται για την επίτευξη της μη επεμβατικής σύσφιξης του δέρματος, όπως η θεραπεία Laser, οι ραδιοσυχνότητες (RF), οι υπέρηχοι και το έντονο παλμικό φως. Οι συσκευές αυτές εστιάζουν στη διοχέτευση στοχευμένης ενέργειας για την αύξηση της θερμοκρασίας στα βαθύτερα στρώματα του δέρματος. Η αυξημένη θερμική ενέργεια προκαλεί μετουσίωση του κολλαγόνου με διατήρηση των θερμοσταθερών διαμοριακών διασυνδέσεων και η σύσφιξη του δέρματος επιτυγχάνεται μέσω της φυσικής βράχυνσης των ινών κολλαγόνου με τη διατήρηση των θερμοσταθερών διαμοριακών δεσμών υδρογόνου που οδηγεί σε αύξηση των ελαστικών ιδιοτήτων του πολυμερούς κολλαγόνου και στη διέγερση για το σχηματισμό νέου κολλαγόνου. Η θερμοκρασία στην οποία συμβαίνει αυτή η διαδικασία έχει αναφερθεί στους περίπου 65°C. (28)

Το χρυσό πρότυπο για τη διόρθωση της χαλάρωσης του δέρματος και για την επίτευξη σύσφιξης του είναι η χειρουργική διόρθωση, όπως η ρυτιδεκτομή. Αν και είναι σταθερά και ομοιόμορφα αποτελεσματικές, οι χειρουργικές επεμβάσεις μπορεί να είναι επεμβατικές, επικίνδυνες, δαπανηρές και ακατάλληλες για ορισμένους ενδιαφερόμενους. Ως εκ τούτου, η ζήτηση λιγότερο επεμβατικών μεθόδων θεραπείας έχει αυξηθεί μαζί με μια ταυτόχρονη άνθηση των ραδιοσυχνοτήτων (RF). Ένας κεντρικός μηχανισμός με τον οποίο η δερματική αναδιαμόρφωση και η σύσφιξη του δέρματος εμφανίζονται ως απόκριση στη θερμική ενέργεια είναι η προκύπτουσα δομική αλλαγή στο πολυμερές κολλαγόνου. Όταν μια ποσότητα θερμότητας παραδίδεται στο κολλαγόνο, το δομημένο κολλαγόνο τριπλής έλικας μετουσιώνεται σε ένα αποδιοργανωμένο σχέδιο πηνίου. Ορθοπεδικές μελέτες που αξιολογούν το κολλαγόνο των αρθρώσεων έχουν δείξει ότι υπάρχουν ιστολογικές επιδράσεις στο κολλαγόνο από τη θερμική ενέργεια. (29)

Πειράματα που εξετάζουν την επίδραση της θέρμανσης στον ιστό της άρθρωσης έδειξαν ότι η ιδανική θερμοκρασία για το κολλαγόνο είναι οι 65°C. Είναι προφανές ότι η συστολή του κολλαγόνου εξαρτάται και από τη θερμοκρασία και από τη διάρκεια της θέρμανσης, κατά την οποία οι δεσμοί υδρογόνου συνδέονται μεταξύ της λυσίνης και της υδροξυλυσίνης εντός του κολλαγόνου τριπλής έλικας και σπάνε, και έτσι η έλικα ξετυλίγεται σε ένα τυχαίο πηνίο. Το πηνίο διατηρεί το δικό του σχήμα, που οδηγεί σε αυξημένη ένταση εντός του κολλαγόνου καθώς η δομή συρρικνώνεται και πυκνώνει. Η θερμότητα φαίνεται να έχει αναζωογονητικά αποτελέσματα στο δέρμα. Τα στάδια της επούλωσης των πληγών περιλαμβάνουν τρεις φάσεις: τη φλεγμονή, τον πολλαπλασιασμό και την αναδιαμόρφωση. Κατά τη φάση της φλεγμονής που ξεκινά από τα ουδετερόφιλα και μακροφάγα, παρουσιάζεται πολλαπλασιασμό ινοβλαστών, τύπου III, παραγωγή κολλαγόνου και πολλαπλασιασμός των κερατινοκυττάρων. Τη δεύτερη εβδομάδα, κατά τη διάρκεια της πολλαπλασιαστικής φάσης, οι ινοβλάστες διαφοροποιούνται σε μυοϊνοβλάστες και προκαλούν συστολή ιστού έως και 40%. Τέλος, κατά την περίοδο της αναδιαμόρφωσης, μετά την τρίτη εβδομάδα, η συνολική περιεκτικότητα σε κολλαγόνο του χορίου αυξάνεται. Πάνω σε αυτό το μηχανισμό στηρίζεται η τεχνολογία των ραδιοσυχνοτήτων (RF). (30)

Μυϊκή αδυναμία

Η μυϊκή αδυναμία συνήθως οφείλεται σε έλλειψη άσκησης, στη γήρανση ή σε μυϊκό τραυματισμό. Μπορεί επίσης να εμφανιστεί σε μακροχρόνιες παθήσεις όπως ο διαβήτης ή οι καρδιακές παθήσεις. Οι μύες έχουν από καιρό παραμεληθεί στη βιομηχανία της αντιμετώπισης των αισθητικών προβλημάτων του σώματος, η οποία εστιάζει κυρίως στην αντιμετώπιση του περίσσιου λιπώδους ιστού. Ωστόσο, οι ισχυροί, ενδυναμωμένοι και σταθεροί μύες συμβάλλουν στη συνολική αισθητική εμφάνιση του ατόμου. Η αντιμετώπιση της μυϊκής αδυναμίας και η προώθηση της μυϊκής ενδυνάμωσης στηρίζεται στη σύγχρονη τεχνολογία της συσκευής ηλεκτρομαγνητικής τεχνολογίας εστίασης υψηλής έντασης (High Intensity Focused Electro-Magnetic Technology- HIFEM). Η συσκευή έχει εισαχθεί πρόσφατα στον τομέα της αισθητικής δερματολογίας ως ένα εργαλείο για την τόνωση των μυών και τη μυϊκή ενδυνάμωση πέρα από την αποτελεσματικότητα της φυσικής άσκησης. Η

τεχνολογία HIFEM στηρίζεται στα ευρήματα μελετών που έχουν αποδείξει ότι οι μη επεμβατικές συσκευές διαμόρφωσης σώματος που κάνουν χρήση της θερμότητας ή της ψύξης στο υποδόριο λιπώδες ιστό οδηγούν στην απόπτωση των λιποκυττάρων. (21). Στην εικόνα 1.5 στο Παράρτημα παρουσιάζεται το πριν και το μετά από 3 μήνες εφαρμογής τεχνολογίας HIFEM, η οποία φαίνεται να ενδυναμώνει τους μύες και να βοηθά στη μείωση του λιπώδους ιστού (31).

Ωστόσο η τεχνολογία HIFEM δεν παρέχει θέρμανση μέσω της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, καθώς χρησιμοποιεί μαγνητικά κύματα πολύ χαμηλών συχνοτήτων (3-5 kHz) που διαδίδονται μέσω του ιστού χωρίς να απορροφηθούν. Σε αυτή την περίπτωση, μια αλληλεπίδραση μεταξύ του κύματος και του ανθρώπινου ιστού εμφανίζεται σύμφωνα με την αρχή της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής, διεγείροντας άμεσα τους μυϊκούς κινητικούς νευρώνες, επιτρέποντας την πλήρη μυϊκή σύσπαση. Τα αποτελέσματα από δοκιμές σε ανθρώπους υποδηλώνουν ότι η τεχνολογία HIFEM μπορεί να είναι μία αποτελεσματική μέθοδος και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ευρέως στη διαμόρφωση του περιγράμματος του σώματος και την ταυτόχρονη μείωση λίπους και τη μυϊκή ενδυνάμωση. (32)

Κεφάλαιο 2ο. Σύγχρονες εφαρμογές θεραπειών βιοϊατρικής τεχνολογίας σε αισθητικά προβλήματα σώματος

Παρόλο που η λιποαναρρόφηση είναι μια αποτελεσματική θεραπευτική επιλογή για την αφαίρεση της περίσσειας του λιπώδους ιστού, παραμένει μια επεμβατική διαδικασία και εγκυμονεί κινδύνους που σχετίζονται με τη χειρουργική επέμβαση. Τα τελευταία χρόνια, έχουν αναπτυχθεί νέες τεχνολογίες για τη βελτίωση του περιγράμματος του σώματος από μια λιγότερο επεμβατική προοπτική, οι οποίες στην επιλεκτική καταστροφή του λίπους. Οι συσκευές που χρησιμοποιούν υπερήχους υψηλής συχνότητας, ενέργεια ραδιοσυχνοτήτων και λέιζερ έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα, να ελαχιστοποιήσουν τις αρνητικές συνέπειες και να συντομεύσουν το χρόνο της μετεγχειρητικής αποκατάστασης. Μέσω της θερμικής καταστροφής, του φαινομένου της σπηλαιώσης ή της δημιουργίας ενός προσωρινού πόρου στην κυτταρική μεμβράνη των λιποκυττάρων, το τελικό αποτέλεσμα είναι η μείωση αριθμός των λιποκυττάρων, κάτι που οδηγεί σε μετρήσιμη μείωση του λίπους. (33)

Οι πιο διαδομένες μη επεμβατικές θεραπείες βασίζονται σε συσκευές λέιζερ, ραδιοσυχνότητες, υπέρηχους, χαμηλού επιπέδου ενέργειας υπέρυθρου φωτός, συσκευές ενδοδερμικής μάλαξης και δεν προορίζονται για την αφαίρεση μεγαλύτερου όγκου λίπους. Αν και αυτά τα εργαλεία παράγουν ατομικά οφέλη, η μακροπρόθεσμη αξία τους παραμένει υπό αμφισβήτηση επειδή παρέχουν λιγότερο δραματικά και προβλέψιμα αποτελέσματα και απαιτούν πολλαπλές θεραπείες. (34)

Υπέρηχοι (Ultrasound μηχανήματα)

Για πολλά χρόνια τα μηχανήματα υπερήχων χρησιμοποιούνται για τη μείωση του λίπους. Ο Ιταλός χειρουργός Zocchi πρωτοστάτησε στις εσωτερικές συσκευές υπερήχων που έχουν χρησιμοποιηθεί στη λιποαναρρόφηση για την άμεση καταστροφή των λιποκυττάρων, αλλά υπάρχουν ορισμένες επιπλοκές που σχετίζονται με αυτό, όπως εγκαύματα και δερματικές ανωμαλίες. (35)

Συσκευές Cavitation

Οι συσκευές Cavitation (φαινόμενο σπηλαίωσης) είναι μη επεμβατικές συσκευές υπερήχων που μπορούν να επιφέρουν παρόμοια αποτελέσματα στη μείωση του λίπους και στη βελτίωση του σχήματος του σώματος συγκριτικά με αυτά που παράγονται από την επεμβατική λιποαναρρόφηση με υπερήχους που είναι σχετικά φθηνότερη, χαμηλή σε κίνδυνο παρενεργειών και πιο ασφαλής. (36) Η κατάλληλη παράμετρος του υπερήχου σπηλαίωσης είναι η ενέργεια υπερήχων 20-70 kHz που εκπέμπεται σε συγκεκριμένο βάθος με συγκλίνοντα τρόπο και εστιάζει σε ένα ορισμένο σημείο για να παράγει απεριόριστες μικρές φυσαλίδες κενού (fat bubbling). Αυτές οι φυσαλίδες συμπιέζονται για να σπάσουν τους δεσμούς μεταξύ των λιποκυττάρων και να καταστρέψουν τις μεμβράνες τους για να σχηματίσουν «σπηλαίωση» (οπές στο στρώμα λίπους) και στη συνέχεια να τις αποστραγγίσουν μέσω των λεμφικών αγγείων για να απεκκριθούν από το σώμα. Μελέτες έχουν αποδείξει ότι ο υπέρηχος σπηλαίωσης χαρακτηρίζεται ως ένας ασφαλής, μη επεμβατικός, αξιόπιστος και προβλέψιμος τρόπος για τη γλυπτική του σώματος. (37)

Η εκπομπή υπερήχων εφαρμόζεται εξωτερικά και μεταδίδεται μέσω του δέρματος στο υποδόριο λίπος για απορρόφηση. Αυτή η διαδικασία έχει αποδειχθεί ότι μειώνει σημαντικά την περιφέρεια των περιοχών που έχουν υποστεί θεραπεία. Μια από τις πιο σημαντικές πτυχές που διακρίνει τη σπηλαίωση με υπερήχους από την λιποαναρρόφηση είναι η έλλειψη μειονεκτημάτων που σχετίζονται με τις χειρουργικές επεμβάσεις. Πράγματι, μια ιδανική μη επεμβατική διαδικασία παροχής ενέργειας στο υποδόριο λίπος θα μείωνε την περιεγχειρητική νοσηρότητα όπως η λοίμωξη, οι ουλές και η αναισθησία που σχετίζονται με τις χειρουργικές διαδικασίες. (38)

Από κλινική άποψη και ως προς τη μηχανισμό δράσης, μέσω της δημιουργίας κύκλων συμπίεσης και αποσυμπίεσης στην κατάλληλη συχνότητα, προκαλούν φαινόμενα σπηλαίωσης στη διεπιφάνεια του κυτταροπλάσματος λίπους και τελικά ρήξη των λιποκυττάρων και απελευθέρωση των τριγλυκεριδίων. Η ενέργεια των υπερήχων μπορεί να παραδοθεί με εστιασμένα ή μη εστιασμένα κύματα. Με τη λειτουργία μη εστιασμένων κυμάτων, λόγω της εξασθένησης των υπερήχων σε βάθος, το επιφανειακό δέρμα εκτίθεται στη μέγιστη ενεργειακή ένταση. Αντίθετα, ο

εστιασμένος υπερήχος μπορεί να συγκεντρωθεί σε μια καθορισμένη υποδόρια περιοχή για την παραγωγή κλινικά σχετικής λύσης λίπους περιορίζοντας παράλληλα τη βλάβη στα αιμοφόρα αγγεία, τα νεύρα, τον συνδετικό ιστό και τα υποκείμενα όργανα. (39)

Η σπηλαίωση με υπερήχους μειώνει τις εναποθέσεις λίπους του σώματος και είναι ιδανική για τη μείωση της κυτταρίτιδας και του λιπώδους ιστού, οδηγώντας σε βελτίωση του σχήματος και του περιγράμματος και του σώματος και μείωση της περιφέρειας. Παρά την αναμφισβήτητη κλινική τους αποτελεσματικότητα, οι βιολογικοί μηχανισμοί που κρύβονται πίσω από τις παρατηρούμενες λιποαναγωγικές επιδράσεις δεν είναι πλήρως κατανοητοί. Έχει αποδειχθεί ότι η σπηλαίωση των λιπωδών κυττάρων μπορεί να προκαλέσει εστιακές αλλοιώσεις της πλασματικής μεμβράνης και κατ' επέκταση διαρροή λιπιδίων, αλλά λίγα είναι γνωστά για τις πιθανές επιβλαβείς επιδράσεις του υπερήχου στα λιποκύτταρα, σε άλλους τύπους κυττάρων του λιπώδους ιστού (αιμοφόρα αγγεία και μαστοκύτταρα) και στους γειτονικούς ιστούς που διασχίζονται από την δέσμη υπερήχων (επιδερμίδα και χόριο). (39) Αν και είναι μια διαδικασία χαμηλού κινδύνου, μπορεί να εμφανιστούν κάποιες ήπιες παρενέργειες που είναι προσωρινές, όπως ερυθρότητα ή μώλωπες, δίψα, ευαισθησία του δέρματος, δερματικές ανωμαλίες και πονοκέφαλοι.

Συσκευές H.I.F.U. (High-intensity focused ultrasound)

Η ιδέα της εφαρμογής των συσκευών H.I.F.U. για θεραπευτικούς σκοπούς εισήχθη το 1942 και για περισσότερα από 50 χρόνια χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία όγκων οργάνων, πετρών στα νεφρά και ινομώματα της μήτρας. (40) Πρόσφατα, οι συσκευές H.I.F.U. έχουν χρήση για τη μείωση του λιπώδους ιστού. (33) Με τη χρήση ενός εξωτερικού μετατροπέα, η ενέργεια H.I.F.U. αποκόπτει το στοχευμένο λιπώδη ιστό, χωρίς να έχει επίδραση στους περιβάλλοντες ιστούς. Λόγω της υψηλής σύγκλισης της ενέργειας των υπερήχων σε υψηλές συχνότητες, η βλάβη των ιστών περιορίζεται σε ένα μικρό εστιακό σημείο. Η ενέργεια των υπερήχων προκαλεί μοριακές δονήσεις στη ζώνη, που οδηγεί σε αύξηση της θερμοκρασίας σε στοχευόμενο ιστό πάνω από 56°C και την πηκτική νέκρωση των λιποκυττάρων. (41)

Οι συσκευές HIFU έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές στη μείωση του λίπους και το θερμικό αποτέλεσμα προκαλεί αυξημένη τοπική θερμοκρασία δημιουργώντας πήξη και νέκρωση των λιποκυττάρων. Το μη θερμικό αποτέλεσμα δημιουργεί τη ρήξη των λιποκυττάρων και προάγει την απομάκρυνση των λιπιδίων. Και οι δύο επιδράσεις συμβαίνουν χωρίς να προκαλέσουν βλάβη στους παρακείμενους ιστούς. Τα περισσότερα λιπίδια και τα κυτταρικά υπολείμματα αφαιρούνται εντός 12 εβδομάδων μετά τη διαδικασία με το 95% να αφαιρείται εντός 18 εβδομάδων, γεγονός που οδηγεί σε συνολική μείωση του όγκου των περιοχών που υποβάλλονται σε θεραπεία λιπώδους ιστού. (42)

Οι μελέτες σχετικά με την εφαρμογή των συσκευών HIFU είναι περιορισμένες, ωστόσο έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές στη βελτίωση του περιγράμματος του σώματος. Η μελέτη των Guth et al (43) αξιολόγησε την άμεση επίδραση και την ασφάλεια μίας συνεδρίας HIFU στο τοπικό λίπος και στην αναδόμηση σώματος. 24 συμμετέχοντες 18 έως 59 ετών με ΔΜΣ ≤ 30 kg/cm² και τουλάχιστον 2 cm κοιλιακού λίπους έλαβαν μία μόνο συνεδρία θεραπείας HIFU. Τα άτομα υποβλήθηκαν σε μετρήσεις στην περιοχή της κοιλιάς πριν και μετά τη διαδικασία. Επιπλέον, έγιναν βιοχημικές αναλύσεις δειγμάτων αίματος για την αξιολόγηση πιθανών φλεγμονωδών επιδράσεων ή πρόκλησης οξειδωτικού στρες από τη θεραπεία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η συνεδρία ήταν αποτελεσματική στη μείωση της εντοπισμένης παχυσαρκίας στην περιοχή της κοιλιάς. Οι εργαστηριακές παράμετροι δεν έδειξαν αξιολογικές αλλαγές, ωστόσο θεωρήθηκε ένα ένα αποτελεσματικό και ασφαλές εργαλείο για τη μείωση του τοπικού λίπους.

Δεδομένου ότι οι ακτίνες υπερήχων υψηλής συχνότητας εστιάζονται σε ένα συγκεκριμένο σημείο ιστού κάτω από την επιφάνεια του δέρματος, δεν υπάρχει βλάβη στα ανώτερα στρώματα του δέρματος και στα παρακείμενα προβλήματα. Το HIFU ωστόσο μπορεί να μην είναι κατάλληλο για όλους. Η ερυθρότητα είναι μια κοινή παρενέργεια των συνεδριών HIFU, αλλά είναι μια προσωρινή επίδραση και μπορεί εύκολα να αντιμετωπιστεί με μία καταπραυντική κρέμα. Τα άτομα με ευαίσθητο δέρμα μπορεί να εμφανίσουν πρήξιμο και ελαφρούς μώλωπες μετά τη θεραπεία HIFU, κάτι που είναι απολύτως φυσιολογικό και θα πρέπει να εξασθενίσει μέσα σε λίγες ημέρες. Μερικοί ασθενείς αισθάνονται επίσης πόνο την επόμενη μέρα μετά τη θεραπεία. Μια άλλη πιθανή παρενέργεια είναι το προσωρινό μούδιασμα στις

περιοχές που έχουν υποβληθεί σε θεραπεία με HIFU. Αυτό συμβαίνει επειδή η μικροθερμική βλάβη που παράγεται στον ιστό του δέρματος μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό των νεύρων. Καθώς το νεύρο επουλώνεται, η αίσθηση μούδιασματος θα εξαφανιστεί επίσης. Αυτά τα συμπτώματα μπορεί να παραμείνουν για έως και τέσσερις εβδομάδες, ωστόσο τα συμπτώματα είναι γνωστό ότι υποχωρούν από μόνα τους καθώς το σώμα παράγει περισσότερο κολλαγόνο. (43)

Κρουστικός υπέρηχος (Shock Wave)

Τα κρουστικά κύματα είναι μια ακολουθία μηχανικών παλμών που χαρακτηρίζονται από υψηλή πίεση αιχμής (100 MPa), γρήγορη άνοδο (<10ns) και σύντομο κύκλο ζωής (10ms). Τα κρουστικά κύματα είναι μηχανικοί παλμοί που χαρακτηρίζονται από εξαιρετικά υψηλό πλάτος με μικρό χρόνο ανόδου, ακολουθούμενο από μεγάλα αρνητικά κύματα χαμηλού μεγέθους. Τα κρουστικά κύματα υψηλής ενέργειας αναπτύχθηκαν για την αντιμετώπιση της λιθοτριψίας και αργότερα, η θεραπεία κρουστικών κυμάτων χαμηλής ενέργειας έχει αποδειχθεί ότι είναι ευεργετική για πολλές ιατρικές παθήσεις, συμπεριλαμβανομένων των ορθοπεδικών ασθενειών. (44)

Έχει προταθεί ότι η θεραπεία με κρουστικά κύματα ESWT δρα στους ιστούς της κυτταρίτιδας μέσω της παροχής ενός, ηλεκτρομαγνητικού επαγόμενου ακτινικού κρουστικού κύματος. Δεν παρέχεται ηλεκτρομαγνητική ενέργεια, απλώς μια σειρά πολύ σύντομων παλμών οσμωτικής ενέργειας με στόχο να μεταβάλει προσωρινά τη διαπερατότητα των μεμβρανών των λιποκυττάρων, να ενισχύσει την παροχή αίματος και να επιταχύνει την απομάκρυνση των υπολειμμάτων από τα μακροφάγα. (45) Μη τυχαιοποιημένα κλινικά δεδομένα υποδηλώνουν ότι η θεραπεία κρουστικών κυμάτων (ESWT) είναι ευεργετική όσον αφορά τη βελτίωση της ελαστικότητας του δέρματος και την αναζωογόνηση του χορίου στην κυτταρίτιδα. (46, 47)

Δεδομένου ότι οι διαθέσιμες δοκιμές είχαν μικρό μέγεθος δείγματος και μεγάλα διαστήματα εμπιστοσύνης, δεν υπάρχουν στοιχεία υψηλού επιπέδου για την υποστήριξη της χρήσης της ESWT για τη μη επεμβατική διαμόρφωση περιγράμματος σώματος στην κυτταρίτιδα. Ως εκ τούτου, οι Knobloch & Kraemer (48) αξιολόγησαν τα δημοσιευμένα στοιχεία για την επίδραση της ESWT στην κυτταρίτιδα με βάση μια

συστηματική μετα-ανάλυση. Οι συγγραφείς επεδίωξαν να αναλύσουν τον τύπο της ESWT (ακτινικό και/ή εστιασμένο ESWT), τον τύπο των συσκευών, των πυκνοτήτων και των πιέσεων ροής ενέργειας, των συχνοτήτων, του αριθμού των συνεδριών, των παραμέτρων αποτελέσματος που χρησιμοποιήθηκαν και της διάρκειας της παρακολούθησης. Οι συγγραφείς πρότειναν ότι η ESWT θα μπορούσε να βελτιώσει τα αποτελέσματα άλλων μη επεμβατικών τρόπων μέσω των ευεργετικών επιδράσεων της στην παροχή αίματος και στις αλλοιώσεις στην διαπερατότητα της μεμβράνης των λιποκυττάρων. Επιπλέον, θεώρησαν ότι είναι επίσης ευεργετική στην αφαίρεση του κοιλιακού λίπους επικουρικά στις επιδράσεις της RF, αν και το κοιλιακό λίπος δεν έχει τα ίδια ανατομικά χαρακτηριστικά με την κυτταρίτιδα.

Αναλυτικότερα, η μετα-ανάλυση των Knobloch & Kraemer (48) συμπεριέλαβε συνολικά 11 κλινικές δοκιμές σχετικά με τις επιδράσεις της ESWT στην κυτταρίτιδα με συνολικά 297 γυναίκες. Μεταξύ των 11 κλινικών δοκιμών, υπήρχαν 5 τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές για την επίδραση της ESWT στην κυτταρίτιδα με ένα συνολικό αριθμό 123 γυναικών. Δεδομένης της πολύ σύντομης μέχρι σήμερα χρήσης της ESWT στην κυτταρίτιδα, με την πρώτη cohort μελέτη που δημοσιεύτηκε το 2005, το 2015 έχουμε σημαντικές αποδείξεις ότι η ESWT μπορεί να βελτιώσει την κυτταρίτιδα στις γυναίκες που έχουν προσβληθεί. Φυσικά, οι δημοσιευμένες κλινικές δοκιμές ποικίλλουν σημαντικά ως προς τους όρους των συσκευών που χρησιμοποιούνται, τον τύπο ESWT (ακτινικό ή εστιασμένο), τις παραμέτρους της συσκευής (πυκνότητες ενεργειακής ροής, ωθήσεις, πιέσεις) καθώς και στον αριθμό και στο χρόνο της συνεδρίας και στην περίοδο παρακολούθησης.

Σύμφωνα με τους συγγραφείς, από την άποψη του μηχανισμού λειτουργίας, η εστιασμένη ESWT έχει επιφέρει διατάραξη των συστατικών του λίπους ή των διαφραγμάτων του ή και τα δύο, κάτι που μπορεί να οδηγήσει στη λείανση του προσβεβλημένου δέρματος. Η ενέργεια των κρουστικών κυμάτων μπορεί να έχει αποδυναμώσει τα ινώδη διαφράγματα και έτσι, λειαίνει το προσβεβλημένο δέρμα. Η μείωση του λεμφοιδήματος είναι ένας δεύτερος πιθανός υποκείμενος μηχανισμός. Δυνητικά, μια άμεση επίδραση στο σχετικό λεμφοίδημα είναι μια πιθανή συνέπεια της εφαρμογής της ESWT στην κυτταρίτιδα. (48)

Βάσει της μετα-ανάλυσης των Knobloch & Kraemer (48) μπορούν να εξαχθούν τα εξής σχετικά με την αποτελεσματικότητα της ESWT:

- Έχουν βρεθεί αποτελεσματικές στη θεραπεία της κυτταρίτιδας μέχρι στιγμής τόσο οι εστιασμένες όσο και οι ακτινικές συσκευές ESWT.
- Συνήθως, μία ή δύο συνεδρίες την εβδομάδα και 6-8 συνεδρίες συνολικά μελετήθηκαν στις δημοσιευμένες κλινικές δοκιμές.
- Η παρακολούθηση κυμαινόταν συνήθως μεταξύ τριών και έξι μηνών.
- Συνολικά, οι παράμετροι έκβασης επικεντρώθηκαν κυρίως σε ψηφιακές τυποποιημένες φωτογραφίες, σε μετρήσεις περιφέρειας και σε ειδικές υπερηχογραφικές εξετάσεις
- Μόνο μία τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή μέχρι σήμερα χρησιμοποίησε ένα μη επικυρωμένο ερωτηματολόγιο συμμετεχόντων για την αυτο-αξιολόγηση της θεραπείας.

Οι Knobloch & Kraemer (48) αναφέρουν ότι όσον αφορά τις διαφορετικές τεχνικές για τη θετική επίδραση της κυτταρίτιδας, υπάρχουν εξελισσόμενα κλινικά δεδομένα ότι η θεραπεία με λέιζερ χαμηλού επιπέδου (LLLT) με μήκη κύματος 532 nm φαίνεται να βελτιώνει την κυτταρίτιδα σε μια διπλά τυφλή, ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο τυχαιοποιημένη δοκιμ. (49) Το λέιζερ Nd:YAG 1064nm φαίνεται να βελτιώνει επίσης την ήπια έως μέτρια κυτταρίτιδα. (50) Ένας συνδυασμός ακτινωτής ESWT και κρυολιπόλυσης έχει συμπεριληφθεί σε αυτή τη μετα-ανάλυση που δείχνει σημαντική μείωση του πάχους του λίπους κατά 3cm και μείωση της περιφέρειας κατά 4,5 cm σε μια cohort δοκιμή από την Ιταλία. (51)

Σε μια προοπτική μελέτη κοόρτη των Bae & Kim (52) αξιολογήθηκε η επίδραση τεσσάρων συνεδριών ESWT (0,056e0,068 mJ/mm², 2000 παρορμήσεις, Dornier AB2) εντός 2 εβδομάδων σε περιστατικά που πάσχουν από δευτεροπαθές λεμφοίδημα. Τόσο, η περιφέρεια όσο και το πάχος της πτυχής του δέρματος της πληγείσας περιοχής μειώθηκε σημαντικά κατά 37% με μείωση του πόνου στην οπτική αναλογική κλίμακα. Από την άλλη πλευρά, η θεραπεία κρουστικών κυμάτων μπορεί να επηρεάσει κάπως τα μεσεγχυματικά βλαστοκύτταρα. Υπάρχουν

εξελισσόμενα πειραματικά δεδομένα που υποδηλώνουν ότι οι οδοί ενεργοποίησης της θεραπείας κρουστικών κυμάτων επιδρούν στα λιπώδη προερχόμενα βλαστοκύτταρα (ADSM). Κλινικά, το πάσχον δέρμα φαίνεται να ομαλοποιείται μετά από τη θεραπεία κρουστικών υπερήχων.

Στη μελέτη των Cho et al (53) εξετάστηκε η επίδραση των κρουστικών κυμάτων στη διαφοροποίηση των λιποκυττάρων και διαπιστώθηκε ότι τα κρουστικά κύματα χαμηλής ενέργειας κατέστειλαν τη διαφοροποίηση των λιποκυττάρων μειώνοντας τα PPAR γ και C/EBP α στο 3T3L-1 και στα πρωτογενή ανθρώπινα προλιποκύτταρα. Τα κρουστικά κύματα χαμηλής ενέργειας δεν προκάλεσαν απόπτωση ή θάνατο των κυττάρων, αλλά παρέχουν νέα γνώση για τη θεραπεία της παχυσαρκίας.

Οι Adatto et al (54) πραγματοποίησαν μια τυχαιοποιημένη δοκιμή με κατανομή 1:1 και έλεγχο σε 25 γυναίκες. Πραγματοποίησαν 6 συνεδρίες με ακτινική ESWT Storz D-Actor 200 με 2.6e3.6 bar στα 15 Hz και 3.000 παλμούς με ορθογώνια κεφαλή 10x15 cm σε ένα μόνο πόδι έξι φορές δύο φορές την εβδομάδα. Η παρακολούθηση ήταν στις 12 εβδομάδες και οι αλλαγές στη δομή του δέρματος αξιολογήθηκαν χρησιμοποιώντας το σύστημα DermaTOP. Οι μετρήσεις ελαστικότητας πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας τη συσκευή DermaLab. Η διαφορά μεταξύ των υποβληθέντων σε θεραπεία και των μη θεραπευμένων ποδιών ήταν στατιστικά σημαντική όσον αφορά την τραχύτητα και την ελαστικότητα μετά την πρώτη επίσκεψη παρακολούθησης.

Οι Knobloch et al (55) πραγματοποίησαν μία, διπλά τυφλή, τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή με κατανομή 1:1. Η κύρια παράμετρος έκβασης ήταν η φωτο-αριθμητική κλίμακα σοβαρότητας κυτταρίτιδας (CSS). Το Hexsel προσδιορίστηκε από δύο τυφλούς, ανεξάρτητους αξιολογητές σε τυποποιημένες φωτογραφίες. Η ομάδα παρέμβασης έλαβε 6 συνεδρίες εστιασμένης ESWT (Storz Duolith, 2.000 παρορμήσεις, 0,35 mJ/ mm², κάθε εβδομάδα) τόσο στις γλουτιαίες όσο και στις περιοχές των μηρών συν τις συγκεκριμένες ασκήσεις ενδυνάμωσης γλουτιαίων με 3-15 επαναλήψεις την ημέρα. Η ομάδα ελέγχου (ομάδα B) έλαβε έξι συνεδρίες SHAM-ESWT (0,01 mJ/mm², 2.000 παρορμήσεις) συν ειδική άσκηση ενδυνάμωσης των γλουτών. Τα ευρήματα έδειξαν στην κλίμακα σοβαρότητας της κυτταρίτιδας CSS ότι

η ομάδα παρέμβασης ήταν $10,9 \pm 3,8$ πριν από την εστιασμένη ESWT και $8,3 \pm 4,1$ μετά από 12 εβδομάδες ($P \leq 0,001$, 2,53 βελτίωση, 95% διάστημα εμπιστοσύνης (CI) 1,43e3,62).

Οι Russe-Wilfingseder et al (56) πραγματοποίησαν μια ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο διπλά τυφλή, τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή με 17 συμμετέχοντες με κατανομή 2:1 (11 verum, 5 εικονικό φάρμακο) για την αξιολόγηση της θεραπείας της κυτταρίτιδας. Οι εθελοντές έλαβαν θεραπεία μία φορά την εβδομάδα για 7 εβδομάδες και συνολικά 8 θεραπείες με το radial ESWT Storz D-ACTOR(®) 200. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν κατά την έναρξη, πριν από την 8η θεραπεία, σε 1 μήνα και στους 3 μήνες μετά την τελευταία θεραπεία και χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο συμμετεχόντων, έλεγχος βάρους, μέτρηση της περιφέρειας και τυποποιημένων φωτογραφιών. Το συνολικό αποτέλεσμα σε δύο επισκέψεις παρακολούθησης υποδηλώνει μεγαλύτερη και στατιστικά σημαντική από μεσαίου μεγέθους υπεροχή (MW $\leq 0,6706$).

Η μελέτη των Schlaudraff et al (57) συμπεριέλαβε 14 γυναίκες με κυτταρίτιδα σε μια τυχαιοποιημένη, ανοιχτής ετικέτας μελέτη Φάσης II χρησιμοποιώντας μια ακτινωτή συσκευή ESWT. Όλοι οι συμμετέχοντες αντιμετωπίστηκαν με ακτινικά κρουστικά κύματα χρησιμοποιώντας τη συσκευή Swiss DolorClast(®) με ενδοατομικό έλεγχο. Οι συμμετέχοντες αντιμετωπίστηκαν μονομερώς μόνο με 2 εβδομαδιαίες θεραπείες για 4 εβδομάδες σε μία τυχαία επιλεγμένη πλευρά (αριστερή ή δεξιά) και συνολικά 8 θεραπείες στην επιλεγμένη πλευρά. Η επεξεργασία πραγματοποιήθηκε στα $3,5 \times 10^4,0$ bar, με 15.000 παρορμήσεις ανά συνεδρία που εφαρμόστηκαν στα 15 Hz. Οι παρορμήσεις κατανεμήθηκαν ομοιογενώς στην οπίσθια περιοχή του μηρού και των γλουτών (με αποτέλεσμα 7500 ωθήσεις ανά περιοχή).

Η θεραπεία αξιολογήθηκε ως επιτυχής μετά την τελευταία θεραπεία και η μετέπειτα κλινική εξέταση 4 εβδομάδες αργότερα (φωτογραφική τεκμηρίωση, θερμογραφία και ερωτηματολόγια ικανοποίησης) και ο μέσος βαθμός κυτταρίτιδας σε αρχική τιμή ήταν $2,5 \pm 0,09$ και ο μέσος ΔΜΣ ήταν $22,8 \pm 1,17$. Ο βαθμός κυτταρίτιδας βελτιώθηκε από $2,5 \pm 0,09$ κατά την έναρξη σε $1,57 \pm 0,18$ μετά την τελευταία θεραπεία (δηλαδή, η μέση τιμή d-1 ήταν 0,93 βαθμοί κυτταρίτιδας) και $1,68 \pm 0,16$ στην παρακολούθηση (δηλαδή, ο μέσος όρος d-2 ήταν 0,82 βαθμοί

κυτταρίτιδας). Σε σύγκριση με την αρχική τιμή, η κατάσταση του εθελοντή δεν επιδεινώθηκε και η θεραπεία ήταν καλά ανεκτή και δεν υπήρχαν ανεπιθύμητες παρενέργειες. Δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική (δηλαδή, $P < 0,05$) συσχέτιση μεταξύ των μεμονωμένων τιμών για d-1 και d-2 και βαθμό κυτταρίτιδας κατά την έναρξη, στο ΔΜΣ, βάρος, ύψος ή ηλικία. (57)

Οι Nassar et al (58) πραγματοποίησαν μία τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή με κατανομή 1:1 με ενδοατομικό έλεγχο (θεραπεία με ένα πόδι) χρησιμοποιώντας συνδυασμένη ακτινική και εστιασμένη ESWT. Πραγματοποιήθηκε εστιασμένη ESWT με συσκευή Storz SC1 με πυκνότητες ροής ενέργειας $0,56 \pm 1,24 \text{ mJ/mm}^2$ και 1.500 παλμούς ανά σκέλος. Ακολούθησε η ακτινωτή ESWT στο ίδιο πόδι με 2,6e5 bar, 16 Hz και 3.000 παλμούς σε 8 συνεδρίες δύο φορές την εβδομάδα. Η παρακολούθηση έγινε 12 εβδομάδες μετά. Παρατηρήθηκε μείωση τόσο της περιφέρειας των μηρών όσο και του υποδόριου λίπους, που μετρήθηκε μέσω υπερήχων.

Η μελέτη περίπτωσης των Kuhn et al (59) συμπεριέλαβαν μία γυναίκα 50 ετών με κυτταρίτιδα βαθμού 3, η οποία υποβλήθηκε σε 4 εστιασμένες συνεδρίες με ESWT χρησιμοποιώντας ηλεκτροϋδραυλική συσκευή ActiVitorDerma ($0,155 \text{ mJ/mm}^2$, 4 Hz, 800 παλμοί σε δείγμα 2 2 cm, που αργότερα υποβλήθηκε σε βιοψία). Η ιστοπαθολογική αξιολόγηση βρήκε επαγωγή γένεσης νεοκολλαγόνου και νεοελαστινογένεσης στην περιοχή που υποβλήθηκε σε θεραπεία με ESWT.

Οι Siems et al (60) πραγματοποίησαν μια διεξοδική cohort μελέτη με 26 γυναίκες με λιποίδημα και/ή κυτταρίτιδα με μέση ηλικία τα 45 έτη. Οι συμμετέχοντες αντιμετωπίστηκαν με συσκευή Storz Dermaselect με ειδική τροποποίηση για δερματολογικούς σκοπούς με ενέργεια $0,16 \text{ mJ/mm}^2$ πυκνότητες ροής και 1000 παρορμήσεις για 3-6 συνεδρίες. Βρέθηκε μια αντινοσκληρωτική επίδραση της ESWT στη cohort δοκιμή.

Οι Angehrn et al (45) πραγματοποίησαν μια cohort μελέτη με 21 γυναίκες που υποβλήθηκαν σε χαμηλής ενέργειας απεστιασμένη ESWT χρησιμοποιώντας συσκευή ActiVitor Derma με $0,018 \text{ mJ/mm}^2$, 40.000 βολές για 12 συνεδρίες δύο φορές την εβδομάδα. Τα ευρήματα έδειξαν ότι η απεστιασμένη ESWT προκάλεσε αναδιαμόρφωση του κολλαγόνου μέσα στο χόριο της εξεταζόμενης περιοχής

χρησιμοποιώντας υψηλό υπερηχογράφημα ανάλυσης, που συσχετίστηκε με την αναδιαμόρφωση κολλαγόνου.

Οι Christ et al (46) πραγματοποίησαν μία cohort μελέτη σε 59 γυναίκες που υποβλήθηκαν σε 6 ή 8 συνεδρίες ESWT δύο φορές την εβδομάδα. Η συσκευή ήταν ένας Storz CellActor SC1 με 0,25 mJ/mm² και 3200 παλμούς ανά συνεδρία. 15 γυναίκες έλαβαν 6 συνεδρίες με ESWT και 44 γυναίκες έλαβαν 8 συνεδρίες. Η παρακολούθηση πραγματοποιήθηκε στους 3 και 6 μήνες και αξιολογήθηκαν οι αλλαγές στο συνδετικό ιστό χρησιμοποιώντας το σύστημα υπερήχων DermaScan C και μετρήσεις ελαστικότητας δέρματος χρησιμοποιώντας το σύστημα DermaLab. Σε κάθε συνεδρία λήφθηκαν φωτογραφίες των περιοχών που υποβλήθηκαν σε θεραπεία και σε συνεδρίες παρακολούθησης. Τα ευρήματα έδειξαν ότι οι τιμές ελαστικότητας του δέρματος βελτιώθηκαν σταδιακά κατά τη διάρκεια της θεραπείας ESWT και αποκαλύφθηκε αύξηση της τάξεως του 73% στο τέλος της θεραπείας. Στην παρακολούθηση των 3 και 6 μηνών, η ελαστικότητα του δέρματος ήταν βελτιωμένη κατά 95% και 105% αντίστοιχα.

Οι Adatto et al (54) πραγματοποίησαν μία μελέτη σε 14 γυναίκες που υποβλήθηκαν σε 8 εστιασμένες συνεδρίες ESWT χρησιμοποιώντας μια συσκευή Storz Cellactor SC1. Οι πυκνότητες της ενεργειακής ροής ήταν 0,45e1,24 mJ/mm² με 1500 παλμούς ανά συνεδρία με την εστιασμένη ESWT και 3e4 bar και 3000 παλμούς με την ακτινωτή χειρολαβή ESWT. Συμπεριλήφθηκαν δύο εθελοντές και οι μετρήσεις με το σύστημα υπερήχων έδειξαν σαφώς μια σημαντική μείωση στο πάχος της στιβάδας του υποδόριου λίπους και μείωση της μέσης περιφέρειας των μηρών.

Οι Ferraro et al (51) δημοσίευσαν μία cohort ανάλυση 50 γυναικών με τοπικό λίπος και κυτταρίτιδα που υποβλήθηκαν σε θεραπεία σε συνδυασμένη ESWT και κρυολιπόλυση χρησιμοποιώντας έναν μοναδικό ανιχνευτή που συνδυάζει και τις δύο θεραπευτικές επιλογές. 4 συνεδρίες κάθε δύο εβδομάδες είχαν προγραμματιστεί και η παρακολούθηση έγινε 12 μήνες αργότερα. Η διαδικασία μείωσε σημαντικά την περιφέρεια στις υπό θεραπεία περιοχές, μειώνοντας σημαντικά το πάχος του λίπους. Η μέση μείωση του λίπους μετά τις επεξεργασίες ήταν 3,02 cm και η περιφέρεια ήταν μειωμένη κατά μέσο όρο 4,45cm. Το βάρος παρέμεινε αμετάβλητο κατά τη διάρκεια της θεραπείας και δεν παρατηρήθηκαν ανεπιθύμητες ενέργειες.

Η πιλοτική μελέτη του Kim (61) διερεύνησε την αποτελεσματικότητα ενός ενδιαφέροντος συνδυασμού θεραπείας με κρουστικά κύματα (ESWT) και ενός συστήματος RF που προκαλεί μείωση της περιφέρειας. Στη μελέτη συμμετείχαν 27 γυναίκες, ηλικίας 13-69 ετών, (μέση ηλικία 37,96 έτη) που χωρίστηκαν σε 2 ομάδες βασισμένες στη θεραπεία: Ομάδα Α (n=19) και Ομάδα Β (n=8). Ένα εθελοντικό ημερήσιο διατροφικό πρόγραμμα περιορισμού 500 kcal τέθηκε σε εφαρμογή για όλα τα άτομα. Χρησιμοποιήθηκε ένας συνδυασμός δύο διαφορετικών συσκευών: ενός συστήματος ESWT και ενός συστήματος AiRF 27,12 MHz. Δόθηκαν είτε 4 (n=28) είτε 6 συνεδρίες (n=19), με διαφορά μίας εβδομάδας. Στην Ομάδα Α, η ESWT εφαρμόστηκε πριν από την RF με την αντίστροφη σειρά εφαρμογής στην Ομάδα Β. Το βάρος και η περίμετρος της μέσης σημειώθηκαν κατά την έναρξη και στη συνέχεια μία εβδομάδα μετά την 4η και την 6η συνεδρία θεραπείας στα οποία λήφθηκε και κλινική φωτογραφία. Τα ευρήματα έδειξαν ότι όλοι οι συμμετέχοντες εμφάνισαν στατιστικά σημαντική απώλεια στην περιφέρεια μέσης και στις δύο ομάδες που έλαβαν θεραπεία 4 και 6 εβδομάδων: στην ομάδα Α 6,3cm και 8,8cm και στην ομάδα Β, 5,9cm και 6,4cm αντίστοιχα. Η μεγαλύτερη απώλεια περιφέρειας έτεινε να παρατηρηθεί στην ομάδα Α και στις δύο ομάδες, αλλά χωρίς στατιστική σημασία. Κανένας συμμετέχοντας δεν παραπονέθηκε για πόνο κατά τη διάρκεια ή μετά τις συνεδρίες θεραπείας και δεν υπήρξαν ανεπιθύμητες ενέργειες.

Κρυολιπόλιση (cryolipolysis)

Η κρυολιπόλιση είναι μια σύγχρονη μέθοδος για την τοπική μείωση του λίπους που βασίζεται στην ελεγχόμενη, επιλεκτική εκχύλιση θερμότητας από τα λιποκύτταρα, ενώ δεν προκαλεί τραυματισμούς στο δέρμα και σε άλλες δομές. Οι προτεινόμενοι μηχανισμοί που καταλήγουν στον άμεσο θάνατο των λιποκυττάρων και στη σταδιακή τους απόπτωση, σχετίζονται με την κρυστάλλωση των λιπιδίων-πάγου, τη φλεγμονώδη πανκουλίτιδα, τη φαγοκυτταρική διαδικασία και στη συνέχεια τη σταδιακή κάθαρση. Οι αρχές της κρυολιπόλισης καθιερώθηκαν κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1960, όταν η σύγχρονη εποχή της κρυοβιολογίας και της κρυοχειρουργικής έκανε την εμφάνισή της. Έκτοτε, πολυάριθμες έρευνες σε ζωικά μοντέλα (62) και σε συστήματα κυτταροκαλλιέργειας (63) προσπάθησαν να ορίσουν τις κατάλληλες δοσομετρικές θερμοκρασίας/χρόνου, τη δυναμική σημασία της

αγγειακής στάσης και επαναιμάτωσης που προκαλείται από το κρύο και, πρόσφατα, τον αναδυόμενο ρόλο των απελευθερωμένων αντιδραστικών ειδών οξυγόνου. (34)

Η ανάπτυξη πίσω από την τεχνική της κρυολιπόλυσης προέρχεται από την κλινική παρατήρηση της επαγόμενης από το κρύο πανκουλίτιδας. Πιο συγκεκριμένα, οι Epstein & Oren (64) επινόησαν τον όρο *ropsicle panniculitis* αφού ανέφεραν την παρουσία ενός κόκκινου σκληρυμένου όζου ακολουθούμενο από παροδική νέκρωση λίπους στο μάγουλο ενός βρέφους. Αυτές οι παρατηρήσεις οδήγησαν στην ιδέα ότι οι πλούσιοι σε λιπίδια ιστοί είναι πιο επιρρεπείς σε ψυχρό τραυματισμό από τον περιβάλλοντα ιστό πλούσιο σε νερό. Οι Manstein et al (62) εισήγαγαν μια νέα μη επεμβατική μέθοδο για τη μείωση του λίπους με τη χρήση του κρύου, η οποία ονομάστηκε κρυολιπόλυση. Αυτή η τεχνική εκτελείται με την εφαρμογή μιας η περισσότερων κεφαλών στην στοχευόμενη περιοχή που έχει οριστεί σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία ψύξης για μια προκαθορισμένη χρονική περίοδο. Στόχος είναι τα λιποκύτταρα, ενώ προφυλάσσεται το δέρμα, τα νεύρα, τα αγγεία και οι μύες.

Η κρυολιπόλυση είναι μια μη χειρουργική τεχνική για τη μείωση του τοπικού λίπους και παρέχεται ως αποτελεσματική εναλλακτική εξαιτίας του αυξημένου κινδύνου των επιπλοκών από τις επεμβατικές μεθόδους, όπως η λιποαναρρόφηση. Αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη μέθοδο για τη μη επεμβατική διαμόρφωση περιγράμματος του σώματος και τη μείωση του λίπους. Ως διαδικασία φαίνεται να είναι ασφαλής σε βραχυπρόθεσμο επίπεδο, με περιορισμένο προφίλ παρενεργειών και επιφέρει σημαντική μείωση λίπους όταν χρησιμοποιείται στη διαχείριση της εντοπισμένης παχυσαρκίας. Ωστόσο, παραμένει ασαφές το κατά πόσο το χειροκίνητο μασάζ μετά τη θεραπεία και οι πολλαπλές θεραπείες στην ίδια ανατομική περιοχή ενισχύουν την αποτελεσματικότητα της κρυολιπόλυσης.

Η συχνότητα εμφάνισης σοβαρών παρενεργειών από την κρυολιπόλυση, όπως η παράδοξη υπερπλασία του λίπους, έχει καταγραφεί διαφορετικά σε διαφορετικές μελέτες. Μεταξύ του 2010 και 2014 αναφέρθηκαν 33 περιπτώσεις παράδοξης υπερπλασίας του λίπους στους κατασκευαστές συσκευών. Ο Derrick, Shridharani & Broyles (65) δημοσίευσαν μια βιβλιογραφική ανασκόπηση σε 1445 περιπτώσεις που υποβλήθηκαν σε θεραπεία με κρυολιπόλυση και βρέθηκαν μόνο 2 ασθενείς που ανέπτυξαν παράδοξη υπερπλασία του λίπους. Η πιο πρόσφατη μελέτη, που

δημοσιεύθηκε από τους Singh et al (66) έδειξε τη συχνότητα της παράδοξης υπερπλασίας του λίπους να αγγίζει το 2%, σχεδόν 100 φορές υψηλότερο από αυτό που αναφέρουν οι κατασκευαστές. Μακροσκοπικά, η παράδοξη υπερπλασία του λίπους χαρακτηρίζεται από το σχηματισμό μίας μεγάλης, ανώδυνης, σταθερής, μερικώς κινητής μάζας που αναπτύσσεται στο σημείο της θεραπείας. Η υψηλότερη επίπτωση της παράδοξης υπερπλασίας του λίπους συνδέεται με το ανδρικό φύλο, τις μεγαλύτερες λαβές αγάπης, την περιοχή της κοιλιάς, την Ισπανική καταγωγή και τη γενετική προδιάθεση.

Η χρήση θερμοκρασιών πάνω από το μηδέν οδηγεί σε απόπτωση των λιποκυττάρων, τα οποία ανταποκρίνονται περισσότερο από άλλα κύτταρα στη διαδικασία της ψύξης, οδηγώντας σε περιορισμένη παράπλευρη βλάβη στους ιστούς που τα περιβάλλουν. Η διαδικασία γίνεται εύκολα χωρίς αναισθητικά ή αναλγητικά σε ένα περιβάλλον υγειονομικής περίθαλψης. Μετά την εφαρμογή ενός επιθέματος γέλης και μιας η περισσοτέρων κεφαλών στο δέρμα του ατόμου, ο ιστός που αποθηκεύει το συγκεκριμένο στρώμα λίπους συγκρατείται στην εκκενωμένη κεφαλή από μια μονάδα ελέγχου. Αισθητήρες στις επιφάνειες ψύξης της κεφαλής παρακολουθούν την επιφάνεια του δέρματος, διαχειριζόμενοι την ανάδραση που ελέγχει τον ρυθμό ροής θερμότητας, που διατηρείται για 45 και 60 λεπτά. Με περιορισμένο πόνο, ο θεραπευόμενος επιστρέφει γρήγορα στην κανονική ρουτίνα μετά τη διαδικασία. (67)

Οι αρχικές προκλινικές και κλινικές μελέτες έχουν δείξει την αποτελεσματικότητα της κρυολιπόλυσης για τη μείωση του υποδόριου λίπους. Ωστόσο, ο ακριβής μηχανισμός δράσης για την κρυολιπόλυση δεν είναι ακόμη πλήρως κατανοητός και επιπλέον, οι τεχνικές της θεραπείας κρυολιπόλυσης δεν εφαρμόζονται ομοιόμορφα. Κάποιες μελέτες έχουν προτείνει ότι η προσθήκη χειροκίνητου μασάζ μετά τη θεραπεία μπορεί να ενισχύσει την αποτελεσματικότητα μιας μεμονωμένης θεραπείας κρυολιπόλυσης και ότι πολλαπλές θεραπείες μπορεί να οδηγήσουν σε περαιτέρω βελτίωση (68, 69)

Έχουν καταγραφεί θετικά αποτελέσματα μέσω της χρήσης της κρυολιπόλυσης, όπως οι περιφερικές μειώσεις μεγαλύτερες από 2 εκατοστά ως αποτέλεσμα των θεραπειών στην κοιλιά (με ή χωρίς την πλευρά) ή στη μέση, όπως και μείωση 6,86

εκατοστών στην περιφέρεια κοιλιάς και ποσοστά ικανοποίησης από τα αποτελέσματα. (21) Παράλληλα, η κρυολιπόλυση έχει χαρακτηριστεί ως ασφαλής για όλες τις μορφές δέρματος και για επαναλαμβανόμενη χρήση. Πιθανοί υποψήφιοι για σημαντικά αποτελέσματα μετά τη διαδικασία της κρυολιπόλυσης είναι αυτοί που επιδίδονται στην καθημερινή άσκηση, ακολουθούν μια ισορροπημένη διατροφή, έχουν ορατές προεξοχές λίπους στον κορμό και είναι πιθανό να συνεχίσουν έναν υγιεινό, ενεργό τρόπο ζωής. (20)

Προηγούμενες κλινικές μελέτες έδειξαν ότι η κρυολιπόλυση θα μπορούσε να εξαλείψει με ασφάλεια και αποτελεσματικά το τοπικό λίπος στο πλαίσιο των μη επεμβατικών εφαρμογών του περιγράμματος του σώματος. Η μεθοδολογία της κρυολιπόλυσης περιλαμβάνει τη χρήση μιας ρυθμιζόμενης διαδικασίας θερμικής αναγωγής που οδηγεί σε επιλεκτικό θάνατο των λιποκυττάρων ή στην απόπτωση μέσω της ελεγχόμενης ψύξης. Προηγούμενες αναφορές πρότειναν την αποτελεσματικότητα της θεραπείας τόσο σε μοντέλα χοίρων όσο και σε ανθρώπους. (70)

Η αναδρομική μελέτη των Nishikawa & Aikawa (71) στόχευε στην ποσοτική αξιολόγηση της μεθόδου της κρυολιπόλυσης στο περίγραμμα σώματος σε Ασιάτες εθελοντές. Αξιολογήθηκαν τα ιατρικά αρχεία 4.122 ατόμων με περίγραμμα σώματος που υποβλήθηκαν σε θεραπεία κρυολιπόλυσης σε πολλά κέντρα σε όλη την Ιαπωνία από τον Ιανουάριο του 2019 έως τον Ιούνιο του 2019. Αξιολόγησαν τα δημογραφικά προφίλ, τις περιοχές θεραπείας και τις αξιολογήσεις ασφάλειας μεταξύ αυτών των 4.122 ατόμων. Η αποτελεσματικότητα της θεραπείας αξιολογήθηκε σε 146 άτομα σε μία από τις κλινικές, από τους οποίους 54 και 27 είχαν θεραπείες στην περιοχή της κοιλιάς και του άνω βραχίονα, αντίστοιχα. Τα κλινικά αποτελέσματα αξιολογήθηκαν με βάση έρευνες εθελοντών, μετρήσεις περιφέρειας και την αξιολόγηση φωτογραφιών και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι άνδρες γενικά επικεντρώνονταν περισσότερο στις γύρω περιοχές της κοιλιάς, ενώ οι γυναίκες είχαν ακόμη και επιλογές για την κοιλιά και το άνω μέρος του βραχίονα.

Δεν παρατηρήθηκαν μακροχρόνιες παρενέργειες κατά την περίοδο της μελέτης, αλλά υπήρξε σημαντική μείωση στην περιφέρεια τόσο της κοιλιάς όσο και του άνω βραχίονα ($P < 0,05$). Επιπλέον, το 16,7% και το 18,5% των συμμετεχόντων

που είχαν λάβει θεραπεία στην κοιλιά και στο άνω μέρος του βραχίονα, αντίστοιχα, επέστρεψαν για τις επόμενες συνεδρίες εντός έξι μηνών. Οι εθελοντές που είχαν λάβει θεραπεία στο άνω μέρος των βραχιόνων ήταν πιο ικανοποιημένοι στις κατηγορίες του πόνου και των μωλώπων και την αποτελεσματικότητα της θεραπείας σε σύγκριση με εκείνους που είχαν υποβληθεί σε θεραπεία στη περιοχή της κοιλιάς. Με βάση τα αποτελέσματα αυτής της αναδρομικής μελέτης σε Ασιάτες εθελοντές, αναδεικνύεται ότι η κρυολιπόλιση είναι μια ασφαλής και καλά ανεκτή μη χειρουργική διαδικασία μείωσης λίπους. (71)

Η μελέτη των Ferraro et al (51) κατέγραψε σημαντικές μειώσεις της περιφέρειας έως και 6,7 εκατοστά και του πάχους του στρώματος λίπους έως και 4,5 εκατοστά μετά από 12 εβδομάδες, μετά από 3-4 κύκλους θεραπείας κρυολιπόλισης. Ωστόσο, δεν υπάρχουν πολλές δημοσιεύσεις σχετικά με τη μακροπρόθεσμη επίδραση της κρυολιπόλιση. Μια μεμονωμένη μελέτη που περιελάμβανε 2 άτομα αντιμετωπίστηκε μονομερώς και στη συνέχεια ακολουθήθηκε για έως και 5 χρόνια μετά την εν λόγω διαδικασία. Κατά τη διάρκεια αυτής της έρευνας, η μείωση του λίπους βρέθηκε να είναι ανθεκτική, δεδομένων των αλλαγών στο σωματικό βάρος κατά την περίοδο παρακολούθησης. Ενώ λίγα τεκμηριώνονται σχετικά με τη μακροζωία της επιλεκτικής απώλειας λίπους που προκαλείται από κρυολιπόλιση, δεν υπάρχουν αναφερόμενες περιπτώσεις όπου η απώλεια λίπους μετά από έκθεση στο κρύο επανεμφανίζεται μετά. (67)

Μελέτες υποστηρίζουν το γεγονός ότι καμία αλλαγή στο υποδόριο λίπος δεν είναι άμεσα εμφανής μετά τη θεραπεία της κρυολιπόλισης, η οποία εκφράζεται με τη διήθηση των φλεγμονωδών κυττάρων και παρατηρείται εντός 3 ημερών από τη θεραπεία και αυξάνεται 14 ημέρες αργότερα. Μεταξύ 14 και 30 ημερών, η λιπιδική φαγοκυττάρωση είναι εμφανής, με αποτέλεσμα μειωμένο όγκο ιστού σε 60 ημέρες. Τα μακροφάγα και άλλα φαγοκύτταρα εποικίζονται τριγύρω, συμπιέζουν και καταπίνουν τα λιπιδικά κύτταρα σε 14-30 ημέρες μετά τις θεραπείες κρυολιπόλισης ως μέρος της φυσιολογικής αντίδρασης του σώματος στη βλάβη. Μετά από τέσσερις εβδομάδες θεραπείας, η φλεγμονή μειώνεται και ο όγκος του λίπους μειώνεται εξίσου. Τα μεσολοβιακά διαφράγματα διευρύνονται αισθητά και ο φλεγμονώδης κύκλος μειώνεται περαιτέρω 2 έως 3 μήνες μετά τη διαδικασία της θεραπείας. Σε αυτό το στάδιο, η ποσότητα του λίπους στην περιοχή που υποβλήθηκε σε θεραπεία

κρυολιπόλισης μειώνεται εμφανώς. Μια αναδρομική πολυκεντρική μελέτη κατέγραψε ότι το 86% από τα 518 άτομα που συμμετείχαν ανέφεραν πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα στην κοιλιά, στην πλάτη και στα πλευρικά σε σημεία του σώματος όπου η κρυολιπόλιση ήταν πιο επιτυχημένη. (72)

Οι Adjadj et al (73) αναφέρουν ότι η κρυολιπόλιση έχει γίνει το χρυσό πρότυπο για τη μείωση του υποδόριου λίπους σε περιοχές όπως η κοιλιά, τα γόνατα, οι πλευρές, οι έσω μηροί, η πλάτη και τα χέρια, αποτελώντας μια καλή εναλλακτική για τη μείωση του υποδόριου ιστού σε άτομα με μέτριο λίπος. Ωστόσο, παρά τα καταγεγραμμένα οφέλη της κρυολιπόλισης, εξακολουθεί να υπάρχει έλλειψη ουσιαστικής βιβλιογραφίας που να αποδεικνύει την αποτελεσματικότητα της θεραπείας.

Η συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση των Silva et al (74) επεδίωξε την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της κρυολιπόλιση στη μείωση του υποδόριου λίπους. Πραγματοποιήθηκε ανασκόπηση με μετα-ανάλυση μελετών που δημοσιεύθηκαν στις βάσεις δεδομένων EBSCOhost, LILACS και PUBMED και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μόνο μία μελέτη δεν παρουσίασε σημαντική μείωση στο υποδόριο λίπος σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου, ενώ καταγράφηκε διαφορά μεταξύ των παραμέτρων στις μελέτες. Αναλυτικότερα, συμπεριλήφθηκαν 4 μελέτες που περιελάμβαναν συνολικά 117 συμμετέχοντες, που κυμαίνονταν μεταξύ 11 και 60 σε κάθε μελέτη. Όλες οι μελέτες αξιολόγησαν το αποτέλεσμα της κρυολιπόλισης για τη μείωση του τοπικού λίπους. Αν και δεν υπάρχει συμμόρφωση με το χρόνο εφαρμογής και τη θερμοκρασία στις περισσότερες μελέτες, η κρυολιπόλιση μειώνει αποτελεσματικά το τοπικό λίπος και η θερμοκρασία κυμαινόταν μεταξύ των -10°C και των -11°C . Ο χρόνος εφαρμογής κυμαινόταν μεταξύ των 30 και 70 λεπτών ανά θεραπευτική συνεδρία.

Τα όργανα μέτρησης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν υπέρηχοι, φωτογραφίες, οπτική αναλογική κλίμακα, ερωτηματολόγια ικανοποίησης, μέτρηση του ΔΜΣ και του βάρους, ανθρωπομετρικών μεταβλητών, παχυμετρία, περιμετρία. Οι περιοχές που έλαβαν θεραπεία με κρυολιπόλιση ήταν η κοιλιακή χώρα και τα πλευρά. Όλες οι μελέτες που αναλύθηκαν έδειξαν σημαντική μείωση του υποδόριου λίπους και/ή μείωση της περιφέρειας τοπικού λίπους, εκτός από μία μελέτη. Οι συγγραφείς

συμπέραναν ότι η κρυολιπόλυση είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο για τη μείωση του τοπικού λίπους. (74)

Η μελέτη των Garibyan et al (75) παρατήρησε ότι, μετά από δύο μήνες θεραπείας με κρυολιπόλυση, ο μέσος μειωμένος όγκος ήταν 39,5 εκατοστά σε σύγκριση με την πλευρά ελέγχου. Η μείωση στο πάχος του λίπους ήταν 14,9% στην υπό θεραπεία πλευρά και 0,7% στην πλευρά ελέγχου. Οι Eldesoky et al (76) επεσήμαναν σημαντικά αποτελέσματα στην ομάδα που έλαβε κρυολιπόλυση και δίαιτα. Υπήρξε μείωση του ΔΜΣ κατά 5,83%, της περιμέτρου της μέσης 6,47% και της υπερλαγόνιας πτυχής του δέρματος κατά 17,41%. Επιπλέον, οι χαμηλές θερμοκρασίες κατέδειξαν σημαντικό αποτέλεσμα στην τεχνική της κρυολιπόλυσης όσον αφορά τη μείωση του πάχους του λίπους, με υψηλότερη αποπτωτική βλάβη στα λιποκύτταρα. Τέλος, η μελέτη των Suh et al (77) έδειξε σημαντικά αποτελέσματα με μείωση 6,04 mm (τυπική απόκλιση 4,57 mm) στην κοιλιά που υποβλήθηκε σε θεραπεία.

Όσον αφορά τον χρόνο εφαρμογής, η μελέτη των Garibyan et al (75) χρησιμοποίησε 60 λεπτά, με μείωση του όγκου των πλευρών και των μετρήσεων του παχύμετρου. Στη μελέτη των Eldesoky et al (76) η ομάδα που υποβλήθηκε σε κρυολιπόλυση χρησιμοποίησε τη θεραπεία για 30 λεπτά και έλαβε επίσης ικανοποιητικά αποτελέσματα, όπως σημαντική μείωση στο βάρος, στις πτυχές του δέρματος και στην περιφέρεια. Η μελέτη των Suh et al (77) χρησιμοποίησε 35 λεπτά συνεδρίας, οι οποίες επαναλήφθηκαν δύο φορές, σε σύνολο 70 λεπτών εφαρμογής της κρυολιπόλυσης, λαμβάνοντας στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα μείωσης του υποδόριου λίπους.

Όσον αφορά το προφίλ ασφάλειας της κρυολιπόλυσης, δεν έχουν αναφερθεί σημαντικές ανεπιθύμητες ενέργειες, όπως ουλές, εξέλκωση ή παραμόρφωση. Αν και η εφαρμογή χαμηλών θερμοκρασιών είναι ευρέως αποδεκτή ότι διεγείρει την υποδέρια παννιδίτιδα, δεν έχουν αναφερθεί περιπτώσεις όζων μέχρι σήμερα. (67) Το προσωρινό ερύθημα, οι μώλωπες και το παροδικό μούδιασμα προβλέπονται στο πλαίσιο των παρενεργειών που συνήθως μετριάζονται εντός των 14 ημερών από τη διαδικασία της θεραπείας. (78) Οι Coleman et al (70) αναφέρουν ότι 6 (από τους 9) εθελοντές είχαν μια προσωρινή μειωμένη αίσθηση που επανήλθε μετά από μια

περίοδο 4 εβδομάδων και δεν έχει παρατηρηθεί κάποια αλλαγή στη νευρική λειτουργία, όπως αποδεικνύεται από τις αναφορές βιοψίας. Επιπλέον, οι Klein et al (79) αναφέρουν ότι δεν καταγράφηκαν μετά τη διαδικασία της κρυολιπόλισης σημαντικές αλλαγές στην ηπατική λειτουργία σε συνολικά 40 εθελοντές που εγγράφηκαν στη μελέτη μετά από μια περίοδο 12 εβδομάδων.

Οι Adjadj et al (73) κατέγραψαν την ανεπιθύμητη ενέργεια του ερυθήματος μετά τη συνεδρία κρυολιπόλισης και οι Garibyan et al (75) το ερύθημα, το οίδημα και τον πόνο και οι Adjadj et al (73) τις φουσκάλες στην υπό θεραπεία περιοχή. Οι συμμετέχοντες στη μελέτη των Garibyan et al (75) είχαν μειωμένη ευαισθησία για 10 λεπτά μετά την εφαρμογή, 73% μετά από τρεις εβδομάδες και 18% τον δεύτερο μήνα μετά τη θεραπεία. Ωστόσο, πολλοί ερευνητές δηλώνουν ότι οι παρενέργειες συμβαίνουν σε σύντομο χρονικό διάστημα και δεν έχουν σημαντικές επιπτώσεις (20, 79).

Πίνακας 1: Η αποτελεσματικότητα της κρυολιπόλισης.

Συγγραφείς	Συσκευή	Μεθοδολογία	Αποτελέσματα
Suh et al (2019).	Κρυολιπόλιση.	Κρυολιπόλιση διάρκειας 35 λεπτών σε θερμοκρασία ψύξης -11°C. Επανάληψη της δεύτερης διαδικασίας αμέσως μετά την πρώτη διαδικασία με συνολική διάρκεια θεραπείας 70 λεπτών με μέτρηση 8 εβδομάδες μετά.	Μείωση 6,04 mm στην κοιλιά που υποβλήθηκε σε θεραπεία.
Garibyan et al (2014).	Κρυολιπόλιση.	Δύο μήνες θεραπείας με κρυολιπόλιση	Μέσος μειωμένος όγκος 39,5 εκατοστά και μείωση στο πάχος του λίπους 14,9%.

Eldesoky et al (2016).	Κρυολιπόλιση.	Μία συνεδρία κρυολιπόλισης κάθε 2 εβδομάδες για 2 μήνες με μέτρηση μετά από 2 μήνες.	Μείωση του ΔΜΣ κατά 5,83%, της περιμέτρου της μέσης 6,47% και της υπερλαγόνιας πτυχής του δέρματος κατά 17,41%.
Ferraro et al (2012).	Κρυολιπόλιση.	3-4 κύκλοι συνεδριών κρυολιπόλισης με μέτρηση μετά από 12 εβδομάδες.	Μείωση της περιφέρειας έως και 6,7 εκατοστά και του πάχους του στρώματος λίπους έως και 4,5 εκατοστά.

Κρυολιπόλιση αντίθεσης (hot and cold cryolipolysis)

Η κρυολιπόλιση αντίθεσης επιτρέπει τη μείωση της ενόχλησης που παράγεται από τις χαμηλές θερμοκρασίες ως απόρροια της συμβατικής μεθόδου της κρυολιπόλισης, η οποία θεωρείται ότι προάγει χαμηλότερη την ευερεθιστότητα των νευρικών απολήξεων. Αντίθετα, η θέρμανση προάγει την αύξηση της ροής του αίματος που ευνοεί την επαναιμάτωση, ρυθμίζοντας τη φλεγμονώδη απόκριση στον λιπώδη ιστό μετά την κρυολιπόλιση (80, 34)

Η κρυολιπόλυση με αντίθεση είναι μια μη επεμβατική τεχνική που στοχεύει στη μείωση του τοπικού λίπους με τη μέθοδο θέρμανσης-ψύξης-θέρμανσης με αποτέλεσμα την απώλεια λίπους 45% στην θεραπευμένη περιοχή, χωρίς βλάβη στο δέρμα. (81) Η κρυολιπόλιση αντίθεσης αναμειγνύει τις αρχές της συμβατικής κρυολιπόλισης και τις περιόδους θέρμανσης. (82) Η τεχνολογία της κρυολιπόλισης αντίθεσης διαφέρει από τη συμβατική κρυολιπόλιση επειδή χρησιμοποιεί περιόδους θέρμανσης και ψύξης.

Ο σκοπός της μελέτης των Savacini et al (82) ήταν να αξιολογήσει την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα της κρυολιπόλισης αντίθεσης για τη μείωση του υποδόριου λίπους. Στη μελέτη συμμετείχαν 21 άτομα μέσης ηλικίας 34 ± 9 ετών, όπου υποβλήθηκαν σε θεραπεία με κρυολιπόλιση αντίθεσης στις περιοχές της κοιλιάς

και των πλευρών μέσω της συσκευής Polarys®. Πραγματοποιήθηκαν ανθρωπομετρικές μετρήσεις, χρήση τυποποιημένων φωτογραφιών, μετρήσεις με παχύμετρο πτυχής δέρματος και διαγνωστικά υπερηχογραφήματα κατά την έναρξη και κατά τη διάρκεια της παρακολούθησης στις 30, 60 και 90 ημέρες μετά τη θεραπεία. Οι αξιολογήσεις ασφάλειας περιλάμβαναν εργαστηριακές δοκιμές και την παρακολούθηση των ανεπιθύμητων ενεργειών. Το επίπεδο σημαντικότητας για όλες τις δοκιμές ορίστηκε στο $P < 0,05$. Αναλυτικότερα, το πρωτόκολλο που ακολουθήθηκε ήταν το εξής: αρχική θέρμανση στους 40°C για 10 λεπτά, εξαγωγή θερμοκρασίας για 60 λεπτά (θερμοκρασία ψύξης -8°C στη συσκευή) και θέρμανση στους 40 °C για 10 λεπτά στο τέλος του κύκλου ψύξης. Η εξαγωγή της θερμοκρασίας από το δέρμα δημιουργεί μια θερμική κλίση. Οι επιφανειακές στιβάδες του δέρματος γίνονται πιο ψυχρές και βαθαίνουν στον υποδόριο ιστό (λιπώδης στιβάδα) καθώς προχωρά η θεραπεία. Οι διαδικασίες πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας συσκευές εφαρμογής πίεσης κενού (μεσαίου ή μεγάλου μεγέθους) για θέρμανση και εξαγωγή θερμότητας και από τις δύο πλευρές μιας πτυχής δέρματος και μείωση της ροής του αίματος μέσω συμπίεσης ιστού και αγγειοσύσπασης που προκαλείται από το κρύο. Ο συνολικός χρόνος της θεραπείας ήταν 80 λεπτά για κάθε περιοχή που υποβλήθηκε σε θεραπεία. Κάθε άτομο έλαβε θεραπεία σε 3 έως 5 περιοχές: την κοιλιά ή τα πλευρά, ανάλογα με τις ανάγκες του ατόμου. Η θεραπεία πραγματοποιήθηκε σε 1 ή 2 επισκέψεις. (83)

Στη μελέτη αυτή, ο χρόνος εφαρμογής ήταν 10 λεπτά θέρμανσης στους 40°C για να αυξηθεί η επαναιμάτωση. Αυτό θα μπορούσε να εξηγήσει τα θετικά αποτελέσματα σε σύγκριση με εκείνα άλλων κλινικών μελετών που χρησιμοποίησαν υπερηχογραφική απεικόνιση για τη μέτρηση του κοιλιακού λίπους. Οι μέσοι όροι για τη μείωση του πάχους του λίπους σε αυτές τις μελέτες ήταν 18,2%. (83), 19,5% (72) και 19,6% (34) που μετρήθηκαν 6 μήνες μετά τις θεραπείες. Στη μελέτη των Savacini et al (82), το μέσο ποσοστό μείωσης του στρώματος λίπους ήταν 21,6%, μετρημένο 3 μήνες μετά τη θεραπεία. Ανιχνεύθηκαν μειώσεις έως και 50,1% στην αρχή και μετά από 3 μήνες. Τα ευρήματα ήταν αποτελεσματικά στην περιοχή των πλευρών, με μέσο ποσοστό μείωσης το 14,5% και μειώσεις έως και 43,2% σε συγκρίσεις των μετρήσεων από την αρχική γραμμή και την παρακολούθηση 3 μηνών.

Όσον αφορά την ασφάλεια, δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική επίδραση στη γλυκόζη νηστείας, στα επίπεδα λιπιδίων ή στις δοκιμασίες ηπατικής λειτουργίας μετά από τις θεραπείες κρυολιπόλυσης αντίθεσης. Αυτά τα αποτελέσματα είναι παρόμοια με αυτά που ελήφθησαν από τους Klein et al. (79), οι οποίοι χρησιμοποίησαν συμβατική κρυολιπόλυση. Δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στο βάρος και στο ΔΜΣ. Οι μετρήσεις της μέσης στην αρχική γραμμή και στην παρακολούθηση 30 ημερών είχαν σημαντικές διαφορές, όπως και οι μετρήσεις στην παρακολούθηση 30 ημερών και 60 ημερών. Οι μετρήσεις της πτυχής του δέρματος και των υπερήχων μειώθηκαν σημαντικά στις υπό θεραπεία περιοχές σε όλα τα χρονικά σημεία σε σύγκριση με την αρχική τιμή. Τα εργαστηριακά αποτελέσματα δεν έδειξαν σημαντικές αλλαγές από την αρχική τιμή. Οι προσωρινές ανεπιθύμητες ενέργειες επιλύθηκαν αυθόρμητα και άμεσα. Αυτή η μελέτη επιβεβαίωσε ότι η κρυολιπόλυση αντίθεσης είναι ασφαλής και αποτελεσματική στη μείωση του στρώματος λίπους και στη βελτίωση του περιγράμματος του σώματος. (82)

Πίνακας 2: Η αποτελεσματικότητα της κρυολιπόλυσης με αντίθεση.

Συγγραφείς	Συσκευή	Μεθοδολογία	Αποτελέσματα
Savacini et al (2018).	Κρυολιπόλυση με αντίθεση.	Αρχική θέρμανση στους 40°C για 10 λεπτά, εξαγωγή θερμοκρασίας για 60 λεπτά (θερμοκρασία ψύξης - 8°C στη συσκευή) και θέρμανση στους 40 °C για 10 λεπτά στο τέλος του κύκλου ψύξης. Ο συνολικός χρόνος της θεραπείας ήταν 80 λεπτά για κάθε περιοχή. Κάθε άτομο έλαβε θεραπεία σε 3 έως 5 περιοχές: την κοιλιά ή τα πλευρά, ανάλογα με τις ανάγκες του ατόμου. Η θεραπεία πραγματοποιήθηκε σε 1 ή 2 επισκέψεις.	Οι μειώσεις στο στρώμα λίπους ήταν στατιστικά σημαντικές στην κοιλιά και στα πλευρά. Το μέσο ποσοστό μείωσης της στιβάδας λίπους ήταν 21,6% για την κοιλιά και ανιχνεύθηκαν μειώσεις έως και 50,1% από την έναρξη έως τις 90 ημέρες μετά τη θεραπεία. Στα πλευρά, η μέση μείωση ήταν 14,5% και μειώσεις έως και 43,2% παρατηρήθηκαν από την έναρξη έως τις 90 ημέρες μετά τη θεραπεία.

Laser

Πολλές μη επεμβατικές τεχνολογίες λέιζερ έχουν μελετηθεί για την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα στη θεραπεία του ανεπιθύμητου λιπώδους ιστού, με την αποτελεσματικότητα της θεραπείας με λέιζερ να σχετίζεται με το μήκος κύματος και την ενέργεια που παρέχεται. Οι αρχικές μελέτες λέιζερ χρησιμοποίησαν το λέιζερ γρανάτη αλουμινίου υτρίου με πρόσμειξη νεοδυμίου, το οποίο παρέχει μήκη κύματος 1064 nm και 1320 nm θέρμανσης του ιστού υποδερμικά. Τα διοδικά λέιζερ χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά για την παροχή ενέργειας σε μήκη κύματος 900 έως 1000 nm για τη μακροχρόνια μείωση της τριχοφυΐας και τη θεραπεία των αγγειακών βλαβών, για τις οποίες ήταν αποτελεσματικά. Ωστόσο, δεν είχαν την ικανότητα να στοχεύουν αποτελεσματικά και με ακρίβεια την περιοχή του εστιακού λίπους. Το μήκος κύματος των 1064 nm έχει αποδειχθεί ότι διεισδύει σε βαθύτερα στρώματα ιστού σε σύγκριση με 980 nm. (80)

Low-Level Laser Therapy (LLLT)

Ο μη επεμβατικός τρόπος διόρθωσης του περιγράμματος του σώματος είναι μια από τις πιο ελκυστικές πτυχές της αισθητικής σήμερα, λόγω της ζήτησης για ασφαλέστερες και λιγότερο επεμβατικές διαδικασίες που προσφέρουν ταχύτερη ανάρρωση, λιγότερες παρενέργειες και λιγότερη ενόχληση. Αντίστοιχα, οι κοσμητολογικοί εθελοντές γίνονται όλο και πιο απρόθυμοι να υποβληθούν σε χειρουργικές επεμβάσεις που περιλαμβάνουν νοσηλεία, αναισθητικά, πόνο, οίδημα, μεγαλύτερες περιόδους ανάρρωσης και, γενικά, τους κινδύνους που ενέχει η χειρουργική επέμβαση. (33) Μία από αυτές τις παρεμβατικές θεραπείες προσφέρεται από τις συσκευές χαμηλής ισχύος laser (LLLT).

Οι συσκευές λέιζερ χρησιμοποιούνται σε ένα ευρύ φάσμα ιατρικών και οι χειρουργικών εφαρμογών και τα αποτελέσματά τους έχουν τεκμηριωθεί για περισσότερα από 20 χρόνια. Πιο πρόσφατα έχουν χρησιμοποιηθεί οι συσκευές LLLT για τη διευκόλυνση των διεργασιών επισκευής και επούλωσης των ιστών. Η θεραπεία με LLLT ορίζεται ως το ρυθμό που δεν προκαλεί άμεσα αποδείξιμη αύξηση της θερμοκρασίας του υπό θεραπεία ιστού και καμία μακροσκοπικά ορατή αλλαγή στη δομή του ιστού. Η δοσολογία του μεγέθους λέιζερ χρησιμοποιείται για τον καθορισμό

της ενέργειας δέσμης λέιζερ που εφαρμόζεται σε μια συγκεκριμένη περιοχή του ιστού του σώματος μετρούμενη σε joule ανά τετραγωνικό εκατοστό. (84)

Η θεραπεία με LLLT είναι μια νέα μη επεμβατική διαδικασία για το υπερβολικό λίπος, χωρίς τις παρενέργειες που σχετίζονται με χειρουργικές μεθόδους όπως η λιποαναρρόφηση. Έχει εκτιμηθεί ότι η εφαρμογή του συσχετίζεται με μείωση της περιφέρειας μέσης κατά 6-12 ίντσες μετά από 6 θεραπείες. Η παροχή άμεσης ανατροφοδότησης στον θεραπευόμενο μέσω της άμεσης αναγνωρίσιμης μείωσης της περιφέρειας μέσης έχει καταστήσει το LLLT ως μία επιτυχημένη θεραπεία για τη διαχείριση του επιπρόσθετου βάρους. (3)

Οι δύο δημοφιλέστεροι μηχανισμοί που επεξηγούν τον τρόπο με τον οποίο το LLLT μειώνει το σωματικό λίπος αναφέρουν ότι τη των λιποκυττάρων που παράγουν παροδικούς πόρους στην κυτταρική μεμβράνη που επιτρέπουν στα λιπίδια να ρέουν έξω και την έναρξη της υπεροξειδωσής των λιπιδίων από το LLLT, το οποίο βλάπτει προσωρινά την κυτταρική μεμβράνη των λιποκυττάρων (85, 86) Οι Nestor, Zarraga & Park (87) αναφέρουν ότι υπάρχουν ευρήματα που έχουν καταδείξει ότι η θεραπεία με LLLT είναι αποτελεσματική στη μείωση της συνολικής μέτρησης της περιφέρειας του σώματος των περιοχών που θεραπεύονται ειδικά, συμπεριλαμβανομένων των γοφών, της μέσης, των μηρών και των βραχιόνων, με πρόσφατες μελέτες να καταδεικνύουν τη μακροπρόθεσμη αποτελεσματικότητα. Η θεραπεία είναι ανώδυνη και δεν φαίνεται να υπάρχουν ανεπιθύμητες ενέργειες που να σχετίζονται ως αποτέλεσμα της θεραπείας με LLLT.

Ο μηχανισμός της δράσης του LLLT στο περίγραμμα του σώματος πιστεύεται ότι προέρχεται από τη φωτοενεργοποίηση της οξειδάσης του κυτοχρώματος c εντός των υπερτροφικών λιποκυττάρων, η οποία, με τη σειρά της, επηρεάζει τους ενδοκυτταρικούς δευτερογενείς καταρράκτες, με αποτέλεσμα το σχηματισμό παροδικών πόρων εντός της μεμβράνης των λιποκυττάρων. Οι δευτερεύοντες καταρράκτες που εμπλέκονται μπορεί να περιλαμβάνουν, αλλά δεν περιορίζονται σε αυτήν, την ενεργοποίηση της κυτοσολικής λιπάσης και του μονοξειδίου του αζώτου. Οι νεοσχηματισμένοι πόροι απελευθερώνουν τα ενδοκυτταρικά λιπίδια, τα οποία μεταβολίζονται περαιτέρω. Οι Nestor, Zarraga & Park (87) τονίζουν ότι οι μελλοντικές μελέτες θα πρέπει να σκιαγραφήσουν πλήρως τις κυτταρικές και

συστημικές επιδράσεις της θεραπείας με LLLT καθώς και να καθορίσουν τα βέλτιστα πρωτόκολλα θεραπείας.

Όμοια, οι Ancí et al (3) επεδίωξαν να κατανοήσουν τον υποκείμενο μηχανισμό δράσης της συσκευής LLLT και πραγματοποίησαν μία βιβλιογραφική ανασκόπηση για τις εφαρμογές της συσκευής LLLT που σχετίζονται με τη μείωση του στρώματος λίπους. Στόχος ήταν να αξιολογηθούν τα ευρήματα από προκλινικές και κλινικές μελέτες σε σχέση με το μηχανισμό δράσης, την αποτελεσματικότητα και την ασφάλεια της θεραπείας. Η ανασκόπηση ανέδειξε ότι οι μελέτες υποδεικνύουν ότι η θεραπεία με LLLT έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί στη μείωση του λίπους και της κυτταρίτιδας καθώς και στη βελτίωση του προφίλ των λιπιδίων του αίματος χωρίς σημαντικές παρενέργειες. Ένας από τους κύριους προτεινόμενους μηχανισμούς δράσης βασίζεται στην παραγωγή παροδικών πόρων στα λιποκύτταρα, επιτρέποντας τη διαρροή των λιπιδίων. Ένας άλλος είναι μέσω της ενεργοποίησης του καταρράκτη του συμπληρώματος που θα μπορούσε να προκαλέσει επαγωγή απόπτωσης λιποκυττάρων και επακόλουθη απελευθέρωση λιπιδίων.

Οι Neira et al (86) αξιολόγησαν την επίδραση μίας συσκευής LLLT 635-680 nm, με ακτινοβολία διοδικού λέιζερ 10-mW με αποκλειστική ενεργειακή οπτική σε επεξεργασμένα λιποκύτταρα σε δείγματα βιοψίας. Τα λιποκύτταρα υποβλήθηκαν σε θεραπεία *in vivo* με 1,2-3,6 J/cm² ενέργειας από το λέιζερ για 2 έως 6 λεπτά. Στη συνέχεια τα κύτταρα αφαιρέθηκαν με λιπεκτομή και εξετάστηκαν με ηλεκτρονική μικροσκοπία και συγκρίθηκαν με κύτταρα που αφαιρέθηκαν με λιπεκτομή που δεν αντιμετωπίστηκαν με το laser. Τα λιποκύτταρα που δεν εκτέθηκαν στη θεραπεία με λέιζερ έμοιαζαν σαν στρογγυλά σταφύλια. Το ογδόντα τοις εκατό του λίπους απελευθερώθηκε από τα λιποκύτταρα μετά από 4 λεπτά έκθεσης στο φως λέιζερ και το 99% απελευθερώθηκε μετά από 6 λεπτά έκθεσης. Μετά την έκθεση στο φως του λέιζερ, οι πόροι στα λιποκύτταρα ήταν ορατοί με σάρωση από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Θεωρήθηκε, αλλά δεν αποδείχτηκε, ότι το λίπος απελευθερώθηκε από αυτούς τους πόρους, απορροφήθηκε από τα λεμφαγγεία και επαναεστεροποιήθηκε σε άλλους ιστούς ή μεταβολίστηκαν για ενέργεια.

Αρκετές μελέτες έχουν αναγνωρίσει ότι η συσκευή LLLT επιταχύνει τις διεργασίες επιδιόρθωσης, διεγείρει τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων και προάγει

την αγγείωση σε τραυματισμένους ιστούς. (88) Ωστόσο, η κλινική εφαρμογή στη μείωση του σωματικού λίπους ως ελάχιστα επεμβατική επιλογή είναι ένα εξελισσόμενο πεδίο. Οι Caruso-Davis et al (84) πραγματοποίησαν μια τυφλή κλινική δοκιμή για να περιγράψουν την εφαρμογή θεραπείας με LLLT στη μείωση του τοπικού λίπους για αισθητικούς λόγους. Ως δευτερεύων στόχος, διερευνήθηκε ο μηχανισμός με τον οποίο το λέιζερ προκαλεί απώλεια λίπους στα λιποκύτταρα. Διερευνήθηκε εάν η απώλεια λίπους που προκαλείται από το λέιζερ είναι λόγω (1) της ενεργοποίησης της συμπληρωματικής καταστροφής των λιποκυττάρων, (2) του θανάτου των λιποκυττάρων ή (3) της απελευθέρωση άθικτων τριγλυκεριδίων από τα κύτταρα έναντι της απελευθέρωσης γλυκερίνης και λιπαρών οξέων μετά τη λιπόλυση.

Οι Caruso-Davis et al (84) εξέτασε την αποτελεσματικότητα και το μηχανισμό με τους οποίους η συσκευή LLLT 635-680nm δρα ως μία μη επεμβατική μέθοδο διόρθωσης του περίγραμματος του σώματος. Οι συμμετέχοντες ήταν 40 υγιείς άνδρες και γυναίκες ηλικίας 18-65 ετών με ΔΜΣ <30 kg/m², οι οποίοι τυχαιοποιήθηκαν 1:1 στην ομάδα LLLT και στην ομάδα ελέγχου. Λήφθηκαν τυποποιημένες μετρήσεις της περιφέρειας μέσης και φωτογραφίες πριν και μετά τις θεραπείες 1, 3 και 8. Η μέση των συμμετεχόντων υποβλήθηκε σε επεξεργασία για 30 λεπτά 2 φορές την εβδομάδα για 4 εβδομάδες. Επιπλέον, ζητήθηκε από τα άτομα να μην αλλάξουν τις διατροφικές τους συνήθειες ή να ασκηθούν. Οι *in vitro* προσδιορισμοί διεξήχθησαν για τον προσδιορισμό της κυτταρικής λύσης, της γλυκερίνης και την ελευθέρωση των τριγλυκεριδίων.

Τα δεδομένα αναλύθηκαν για τα άτομα με διακυμάνσεις σωματικού βάρους εντός 1,5 kg κατά τη διάρκεια 4 εβδομάδων της μελέτης. Κάθε θεραπεία έδωσε μια απώλεια 0,4-0,5cm στην περίμετρο της μέσης. Η συσσωρευτική απώλεια της περιφέρειας μετά από 4 εβδομάδες ήταν -2,15 cm (-0,78 ± 2,82 έναντι 1,35 ± 2,64 cm για την ομάδα ελέγχου). Μια τυφλή αξιολόγηση των τυποποιημένων εικόνων παρουσίασε στατιστικά σημαντική αισθητική βελτίωση μετά τη θεραπεία LLLT 4 εβδομάδων. Οι μελέτες *in vitro* έδειξαν ότι η θεραπεία με LLLT αυξάνει την απώλεια λίπους από τα λιποκύτταρα με την απελευθέρωση τριγλυκεριδίων χωρίς να προκαλεί λιπόλυση ή κυτταρική λύση. Συμπερασματικά, το LLLT πέτυχε ασφαλή και σημαντική απώλεια της περιφέρειας που σημειώθηκε σε επαναλαμβανόμενες

θεραπείες πάνω από 4 εβδομάδες και 8 θεραπειών. Η απώλεια περιφέρειας μέσης απέδωσε κλινικά και στατιστικά σημαντική βελτίωση. (84)

Οι θεραπείες LLLT μπορεί να ποικίλλουν από 6 έως 28 θεραπείες με συχνότητα 1 έως 3 φορές την εβδομάδα ανάλογα με την προτίμηση και την ικανότητα του συμμετέχοντος να καλύψει το κόστος των συνεδριών και αναλόγως τη χρησιμοποιούμενη συσκευή LLLT. Οι Croghan et al (89) διεξήγαγαν μια τυχαιοποιημένη μελέτη σκοπιμότητας με 45 συμμετέχοντες που ήταν υπέρβαροι ή παχύσαρκοι, αξιολογώντας τη χρήση 12 συνεδριών LLLT κατά τη διάρκεια 12 εβδομάδων (μία φορά την εβδομάδα) με στόχος τη μείωση της παχυσαρκίας. Η συσκευή LLLT χρησιμοποιήθηκε με πράσινες δίοδους 532 nm. Το LLLT συγκρίθηκε με τη λορκασερίνη ή σε συνδυασμό της λορκασερίνης με το LLLT. Οι συμμετέχοντες τυχαιοποιήθηκαν σε μία από τις τρεις συνθήκες: 1) την εφαρμογή της LLLT, 2) τη λήψη λορκασερίνης και 3) το συνδυασμό λορκασερίνη και LLLT. Τα ευρήματα, παρότι το δείγμα ήταν μικρό, έδειξαν ότι η εφαρμογή του LLLT συσχετίστηκε με μείωση της περιφέρειας σώματος (μείωση 2,3-4,0 cm) και μείωση βάρους (1-3,5 kg) χωρίς να έχουν εντοπιστεί σημαντικές ανεπιθύμητες ενέργειες.

Η διπλά-τυφλή μελέτη των Jackson et al (49) χρησιμοποίησε την ίδια συσκευή LLLT (δηλαδή με πράσινες δίοδους 532nm) σε 68 άτομα, τα οποία τυχαιοποιήθηκαν είτε σε εικονική θεραπεία είτε σε εφαρμογή του LLLT. Οι συμμετέχοντες τυχαιοποιήθηκαν σε δύο ομάδες, είτε λαμβάνοντας θεραπεία με τη συσκευή LLLT (N=34) ή εικονική θεραπεία (N=34). Κατά τη διάρκεια μιας φάσης θεραπείας 2 εβδομάδων, κάθε άτομο έλαβε 3 εβδομαδιαίες συνεδρίες θεραπείας με διαφορά 2-3 ημερών. Κατά τη διάρκεια κάθε συνεδρίας, το μπροστινό και το πίσω μέρος των γοφών, των μηρών και της μέσης ήταν εκτεθειμένα για 15 λεπτά στη συσκευή (συνολικά για 30 λεπτά). Τα ευρήματα ανέδειξαν ότι 19 άτομα στην ομάδα LLLT πέτυχαν μείωση κατά ένα ή περισσότερα στάδια στην κλίμακα βαθμολόγησης Nurnberger-Muller έναντι 3 ατόμων στην ομάδα που έλαβε εικονική θεραπεία. 2 άτομα που έλαβαν LLLT πέτυχαν βελτιώσεις 2 σταδίων στην Κλίμακα Nurnberger-Muller στο τελικό σημείο της μελέτης 2 εβδομάδων και 4 στην αξιολόγηση παρακολούθησης 6 εβδομάδων, ένα αποτέλεσμα που δεν παρουσίασε κανένας συμμετέχοντας της ομάδας ελέγχου.

Τα άτομα που υποβλήθηκαν σε θεραπεία με LLLT πέτυχαν σημαντική μείωση στη συνδυασμένη βασική περιφέρεια των μηρών στο τελικό σημείο της μελέτης 2 εβδομάδων και στην αξιολόγηση παρακολούθησης 6 εβδομάδων. Εμφάνισαν επίσης σημαντικές μειώσεις στο μέσο αρχικό σωματικό βάρος, στο ΔΜΣ και στο ποσοστό επιφάνειας σώματος (BSA) που επηρεάστηκε από την κυτταρίτιδα. Τα περισσότερα άτομα που έλαβαν θεραπεία με LLLT (62,1%) ήταν πολύ ικανοποιημένα ή κάπως ικανοποιημένα με τη βελτίωση της κυτταρίτιδας που έλαβαν έναντι του 25,8% των ατόμων που έλαβαν την εικονική θεραπεία. Δεν υπήρξαν αναφορές για ανεπιθύμητες ενέργειες και οι ερευνητές συμπέραναν ότι η χρήση του LLLT με χρήση πράσινων δίοδων 532nm είναι ασφαλής και αποτελεσματική για τη βελτίωση της εμφάνισης της κυτταρίτιδας στους μηρούς και τους γλουτούς. Σε αντίθεση με άλλες τεχνολογίες, το LLLT είναι αποτελεσματικό ως αυτόνομη διαδικασία χωρίς να απαιτεί μασάζ ή μηχανικό μασάζ (49).

Παλαιότερη αναδρομική μελέτη των Jackson et al (90) σκόπευε να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα του LLLT στο μη επεμβατικό αδυνάτισμα σώματος και να καθορίσει εάν η απώλεια αποδίδεται σε μετεγκατάσταση υγρών ή λίπους. Λήφθηκαν δεδομένα από 689 συμμετέχοντες για την αξιολόγηση της μείωσης της περιφέρειας που καταδεικνύεται στα σημεία θεραπείας της μέσης, των γοφών και των μηρών καθώς και των συστηματικών περιοχών που δεν υποβλήθηκαν σε θεραπεία. Οι συμμετέχοντες έλαβαν συνολικά 6 θεραπείες με LLLT σε διάστημα 2 εβδομάδων με καταγεγραμμένες περιφερειακές μετρήσεις κατά την έναρξη και μετά από τη θεραπευτική διαδικασία. Τα σημεία μέτρησης περιελάμβαναν τη μέση, τους γοφούς, τους μηρούς, τα χέρια, τα γόνατα, το λαιμό και το στήθος.

Τα αποτελέσματα ανέδειξαν ότι η μέση περιφερική μείωση που αναφέρθηκε για τη μέση, τους γοφούς και τους μηρούς 1 εβδομάδα μετά το θεραπευτικό σχήμα ήταν 3,27 ίντσες. Επιπλέον, οι συμμετέχοντες επέδειξαν συνολική μέση μείωση 5,17 ιντσών σε όλα τα σημεία μέτρησης. Κάθε ανατομική περιοχή που μετρήθηκε εμφάνισε σημαντική περιφερική μείωση. Αυτά τα δεδομένα αποκαλύπτουν ότι η περιφερειακή μείωση που παρουσιάστηκε μετά την εφαρμογή του LLLT δεν αποδίδεται σε μετεγκατάσταση υγρού ή λίπους καθώς όλα τα σημεία μέτρησης, συμπεριλαμβανομένων των περιοχών που δεν υποβλήθηκαν σε θεραπεία, ανέφεραν απώλεια ίντσας. (90)

Οι Croghan et al (91) ωστόσο αναφέρουν ότι υπάρχει αβεβαιότητα σχετικά με την ιδανική συχνότητα των θεραπειών με LLLT, οι οποίες απαιτούνται για σημαντική απώλεια βάρους και μείωση της περιφέρειας σώματος. Ο σκοπός της πιλοτικής μελέτης τους ήταν η λήψη προκαταρκτικών αποτελεσμάτων σχετικά με την αποτελεσματικότερη συχνότητα των θεραπειών LLLT για τη μείωση της περιφέρειας σώματος και για την απώλεια βάρους. Η μελέτη συνέκρινε την επίδραση τριών από τις περισσότερες κοινές συχνότητες LLLT σχετικά με το βάρος, την περίμετρο της μέσης, το ποσοστό σωματικού λίπους και την ποιότητα ζωής. Στη μελέτη συμμετείχαν 60 υπέρβαρα άτομα ($\Delta\text{ΜΣ}$ 25-29,9 kg/m^2), οι οποίοι τυχαιοποιήθηκαν σε 12 θεραπείες LLLT: (1) 3 φορές την εβδομάδα για 4 εβδομάδες, (2) 2 φορές την εβδομάδα για 6 εβδομάδες ή (3) μία φορά την εβδομάδα για 12 εβδομάδες. Όλοι οι συμμετέχοντες παρακολούθησαν μια προσωπική επίσκεψη κατά την έναρξη και στις εβδομάδες 4, 6, 12 και 26. Η πλειοψηφία ήταν γυναίκες (90%) με μέση ηλικία τα 43,7 έτη.

Κατά τη σύγκριση μεταξύ των ομάδων θεραπείας, οι μεγαλύτερες μειώσεις από την αρχική τιμή παρατηρήθηκαν σε αυτές που χορηγήθηκαν συνεδρίες 2 φορές την εβδομάδα για 6 εβδομάδες σε βάρος ($1 \pm 1,7$ ($\pm\text{SD}$) kg την εβδομάδα 6), περίμετρο μέσης ($-2,0 \pm 3,2$ in. έως την εβδομάδα 6 και $-1,5 \pm 3,2$ ίντσες την εβδομάδα 26), $\Delta\text{ΜΣ}$ $-0,4 \pm 0,6$ kg/m^2 και σωματική μάζα λίπους ($-1,1 \pm 1,6$ kg). Αυτή η ομάδα είχε τη σημαντικότερη βελτίωση στην αρχική τιμή της ποιότητας ζωής ($+ 0,5 \pm 0,8$ την εβδομάδα 6), της σωματικής ικανοποίησης ($+ 0,2 \pm 0,4$ την εβδομάδα 6 και εβδομάδα 26) και στην εκτίμηση σώματος ($+ 0,2 \pm 0,3$ την εβδομάδα 6 και $+ 0,3 \pm 0,3$ την εβδομάδα 26). Οι ερευνητές συμπέραναν ότι η θεραπεία με LLLT 2 φορές την εβδομάδα για χρονικό διάστημα 6 εβδομάδων θα μπορούσε να είναι η βέλτιστη συχνότητα και διάρκεια για τη διαχείριση του σωματικού βάρους. (91)

Οι Roche et al (92) επεδίωξαν την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της θεραπείας με LLLT στη μείωση του ισχίου, του μηρού και της περιφέρειας κοιλιάς ατόμων με $\Delta\text{ΜΣ}$ μεταξύ 30 και 40 kg/m^2 . Σε αυτήν την τυχαιοποιημένη, διπλά τυφλή, εικονικά ελεγχόμενη μελέτη, τα παχύσαρκα, αλλά κατά τα άλλα υγιή, άτομα τυχαιοποιήθηκαν για να υποβληθούν σε 30 λεπτά θεραπεία με LLLT ($n=28$) ή σε εικονική θεραπεία ($n=25$) 3 φορές την εβδομάδα για 4 εβδομάδες. Οι μετρήσεις

σώματος λήφθηκαν μετά τις 2 και 4 εβδομάδες θεραπείας και 2 εβδομάδες μετά τη θεραπεία.

Τα αποτελέσματα μετά από 4 εβδομάδες, έδειξαν ότι τα 20 άτομα που έλαβαν θεραπεία με LLLT (71,43%) πέτυχαν 7,2 cm μείωση στις συνδυασμένες μετρήσεις έναντι των 3 ατόμων που έλαβαν εικονική θεραπεία (12%,). Η μέση μείωση στη συνδυασμένη μέτρηση για τα άτομα που έλαβαν θεραπεία με LLLT ήταν 10,52cm έναντι του 1,80cm εκείνων που έλαβαν εικονική θεραπεία. Μεταξύ των ατόμων με συνδυασμένη μείωση \pm 7,2cm, η μέση συνολική μείωση 2 εβδομάδες μετά τη θεραπεία ήταν 15,21cm. Δεν υπήρξαν ανεπιθύμητες ενέργειες και με βάση αυτά τα αποτελέσματα, η συσκευή ανακηρύχτηκε από τον Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ ως μία μη επεμβατική αισθητική θεραπεία για τη μείωση της περιφέρειας ισχίων, της μέσης και της άνω κοιλιακής χώρας όταν εφαρμόζεται σε άτομα με ΔΜΣ μεταξύ 30 και 40 kg/m². (92)

Οι Suarez, Roche & Jackson (93) έκαναν χρήση μίας συσκευής θεραπείας με LLLT που εκπέμπει 635nm κόκκινου φωτός. Στόχος της τυχαιοποιημένης, διπλά-τυφλής, εικονικά ελεγχόμενης μελέτης ήταν η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της συσκευής LLLT που εκπέμπει 532nm πράσινου φωτός για το περίγραμμα του σώματος χρησιμοποιώντας το ίδιο πρωτόκολλο θεραπείας με τη συσκευή LLLT 635nm κόκκινου φωτός. Οι συμμετέχοντες ήταν ηλικίας 18-65 ετών με ΔΜΣ <30 kg/m². Η συσκευή LLLT αποτελείτο από 5 ανεξάρτητες διόδους, όπου η καθεμία εκπέμπει 17mW πράσινου φωτός λέιζερ με συχνότητα 532nm (Erchonia ML Scanner, Erchonia Corporation, McKinney, Tex). Τα άτομα τυχαιοποιήθηκαν για να λάβουν ενεργές (n =35) ή ψευδείς θεραπείες LLLT (n=32) σε μια περίοδο 2 εβδομάδων. Τρεις θεραπείες χορηγήθηκαν κάθε εβδομάδα, με διαφορά 2-3 ημερών.

Οι αξιολογήσεις αποτελεσματικότητας περιελάμβαναν μετρήσεις της περιφέρειας μέσης, του ισχίου και του μηρού, του σωματικού βάρους και του ΔΜΣ μετά από 3 θεραπείες LLLT (εβδομάδα 1), 6 θεραπείες LLLT (εβδομάδα 2) και 2 εβδομάδες μετά την τελική διαδικασία. Μια έρευνα ικανοποίησης από τη θεραπεία ολοκληρώθηκε την εβδομάδα 2. Το κύριο μέτρο έκβασης αποτελεσματικότητας ήταν η αλλαγή στις συνολικές συνδυασμένες βασικές μετρήσεις περιφέρειας κατά την εβδομάδα 2. Το κριτήριο για την επιτυχία της ατομικής θεραπείας ήταν η μείωση

$\leq 3,0$ ιντσών στις συνδυασμένες μετρήσεις περιφέρειας και η συνολική επιτυχία της μελέτης ήταν $\leq 35\%$ διαφορά στο ποσοστό των ατόμων σε κάθε ομάδα θεραπείας που επιτυγχάνουν ατομική επιτυχία θεραπείας. Τα δευτερεύοντα αποτελέσματα αποτελεσματικότητας περιελάμβαναν την αλλαγή στις συνολικές συνδυασμένες μετρήσεις της περιφέρειας βάσης σε κάθε αξιολόγηση υποκειμένου καθώς και τα αποτελέσματα της έρευνας ικανοποίησης. (93)

Τα ευρήματα κατέδειξαν ότι κατά την εβδομάδα 2, τα άτομα που έλαβαν LLLT παρουσίασαν μέση μείωση στις συνολικές συνδυασμένες μετρήσεις περιφέρειας κατά 3,9 ίντσες σε σύγκριση με 1,1 ίντσες για άτομα που έλαβαν εικονική θεραπεία. Μεταξύ των ατόμων που έλαβαν θεραπεία με LLLT, 24 άτομα πέτυχαν μέση μείωση ≤ 3 ιντσών στις συνολικές συνδυασμένες μετρήσεις περιφέρειας σε σύγκριση με 6 άτομα στην ομάδα εικονικής θεραπείας. Τα αποτελέσματα της θεραπείας LLLT ήταν ανεξάρτητα από το αρχικό σωματικό βάρος, τον ΔΜΣ και τη συνολική βασική μέτρηση της περιφέρειας. Σε σύγκριση με τα αρχικά μέτρα, τα άτομα που έλαβαν θεραπεία με LLLT εμφάνισαν σημαντικές μειώσεις στα μέτρα περιφέρειας για κάθε μεμονωμένη περιοχή θεραπείας κατά τις αξιολογήσεις της εβδομάδας 1, εβδομάδας 2 και 2 εβδομάδων μετά τη θεραπεία. Μεταξύ των υποκειμένων που ανταποκρίθηκαν στην έρευνα ικανοποίησης, λήφθηκε μια συνολική απόκριση ικανοποίησης από το 65% των ατόμων LLLT έναντι του 19% των ατόμων που έλαβαν εικονική θεραπεία. Οι συγγραφείς συμπέραναν ότι η χρήση της συσκευής LLLT εξοπλισμένης με πράσινες διόδους 532nm είναι ένα ασφαλές και αποτελεσματικό μέσο για τη μη επεμβατική διαμόρφωση του περιγράμματος του σώματος της μέσης, των γοφών και των μηρών. (93)

Μετά από τα θετικά αποτελέσματα των κλινικών μελετών των Suarez, Roche & Jackson (93) και των Jackson et al (90) δύο συσκευές LLLT έλαβαν έγκριση από τον Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ και τη χορήγηση για χρήση ως μη επεμβατική, δερματολογική αισθητική θεραπεία ως συμπληρωματική για άτομα που σκοπεύουν να υποβληθούν σε διαδικασίες λιποαναρρόφησης για τη μείωση της περιφέρειας των γοφών, της μέσης και των μηρών. Μια τρίτη συσκευή έχει εγκριθεί για χρήση ως μη επεμβατική, δερματολογική αισθητική θεραπεία ως συμπληρωματική για άτομα που σκοπεύουν να υποβληθούν σε διαδικασίες λιποαναρρόφησης για τη μείωση της περιφέρειας των άνω βραχιόνων. (87)

Η πρόσφατη τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή των GamalEldin et al (94) σχεδιάστηκε για να αξιολογήσει την επίδραση της θεραπείας με LLLT στη μείωση τοπικού πάχους στη κοιλιά σε γυναίκες με παχυσαρκία και πρόπτωση οσφυϊκού δίσκου. 40 γυναίκες κατανεμήθηκαν τυχαία σε δύο ίσες ομάδες, όπου η ομάδα Α έλαβε ένα πρόγραμμα δίαιτας περιορισμένης ενέργειας (ημερήσια πρόσληψη χλιοθερμίδων περιορισμένη σε 1200 Kcal/ημέρα) και θεραπεία με χαμηλού επιπέδου LASER GaAlAs με μήκος κύματος 680nm και Ισχύς 40mw για 20 λεπτά ανά συνεδρία, 2 συνεδρίες/εβδομάδα για 8 εβδομάδες. Η ομάδα Β έλαβε το ίδιο πρόγραμμα διατροφής για 8 εβδομάδες αλλά χωρίς εφαρμογή LLLT. Το βάρος, η βαθμολογία πόνου, ο ΔΜΣ, η περίμετρος της μέσης και η κοιλιακή παχυσαρκία μετρήθηκαν κατά την έναρξη και μετά από 8 εβδομάδες. Τα ευρήματα έδειξαν ότι και στις δύο ομάδες υπήρξε σημαντική μείωση του ΔΜΣ και μάζας σώματος μετά τη θεραπεία. Όσον αφορά τα ποσοστά της κοιλιακής παχυσαρκίας, της περιφέρειας μέσης και του πόνου, υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά υπέρ της ομάδας Α. Οι συγγραφείς συμπέραναν ότι μία συνδυασμένη θεραπεία με LLLT και δίαιτα μπορεί να προσφέρει μια ασφαλή και αποτελεσματική θεραπευτική μέθοδο για παχύσαρκα άτομα.

Πίνακας 3: Η αποτελεσματικότητα των συνεδριών με συσκευές LLLT.

Συγγραφείς	Συσκευή	Μεθοδολογία	Αποτελέσματα
Croghan et al (2016).	Συσκευή LLLT με πράσινες δίοδους 532 nm.	12 συνεδρίες LLLT, μία φορά την εβδομάδα, για 12 εβδομάδες.	Μείωση της περιφέρειας σώματος (μείωση 2,3-4,0 cm) και μείωση βάρους (1-3,5 kg).
Roche et al (2016).	Συσκευή LLLT.	30 λεπτά θεραπείας με LLLT 3 φορές την εβδομάδα για 4 εβδομάδες.	Μείωση 7,2 cm στις μετρήσεις του ισχίου, του μηρού και της περιφέρειας κοιλιάς.
Suarez, Roche & Jackson (2014).	Συσκευή LLLT 635nm κόκκινου φωτός.	3 συνεδρίες κάθε εβδομάδα, με διαφορά 2-3 ημερών σε μια	Μείωση $\leq 3,0$ ιντσών στις συνδυασμένες μετρήσεις

		περίοδο 2 εβδομάδων.	περιφέρειας.
Jackson et al (2012).	Συσκευή LLLT.	6 θεραπείες με LLLT σε διάστημα 2 εβδομάδων.	Η μέση περιφερική μείωση που αναφέρθηκε για τη μέση, τους γοφούς και τους μηρούς 1 εβδομάδα μετά το θεραπευτικό σχήμα ήταν 3,27 ίντσες.
Caruso-Davis et al (2011)	Συσκευή LLLT 635-680nm στη μέση.	30 λεπτά 2 φορές την εβδομάδα για 4 εβδομάδες.	Κάθε θεραπεία έδωσε μια απώλεια 0,4-0,5cm στην περίμετρο της μέσης. Η απώλεια της περιφέρειας μετά από 4 εβδομάδες ήταν -2,15 cm.

Laser Υψηλής ισχύος

Η θεραπεία με λέιζερ υψηλής έντασης (HILT) είναι μια συσκευή που έχει εγκριθεί από το FDA και είναι μοναδική στην ικανότητά της να διεισδύει μέσω των οστών, των μαλακών ιστών και των μυών για την παροχή θεραπευτικής φωτεινής ενέργειας στα κύτταρα του σώματος. Το HILT μπορεί να μειώσει τον πόνο, να ελαχιστοποιήσει το πρήξιμο, να μαλακώσει τον ουλώδη ιστό και επαναφέρει τον κύκλο του χρόνιου πόνου, όλα αυτά θεραπεύοντας κατεστραμμένους ιστούς σε κυτταρικό επίπεδο. Η υψηλή ισχύς και η επιλογή του σωστού μήκους κύματος επιτρέπουν τη βαθιά διείσδυση στους ιστούς. Μέσω μιας φυσικής διαδικασίας μεταφοράς ενέργειας (βιοδιέγερση και φωτομηχανική επίδραση) επιταχύνει την επούλωση και την αναγέννηση των ιστών.

Diode Laser 1060nm

Η εφαρμογή του διοδικού λέιζερ 1060 nm για τη μείωση του λίπους είναι το πρώτο και μοναδικό υπερθερμικό λέιζερ που έχει εγκριθεί από τον FDA για τη μη επεμβατική διαμόρφωση του περιγράμματος σώματος. Αυτή η συσκευή χρησιμοποιεί τις θερμικές επιδράσεις ενός εξωτερικού λέιζερ με επιτυχία και ασφάλεια για τη μη επεμβατική καταστροφή του λιπώδους ιστού. Όσον αφορά το μηχανισμό δράσης του, το διοδικό λέιζερ 1060 nm οδηγεί σε τραυματισμό των λιποκυττάρων μέσω της άμεσης θέρμανσης του ιστού. Η ενέργεια που παρέχεται από το λέιζερ δημιουργεί κίνηση μέσα στα μόρια του εκτεθειμένου ιστού, ο οποίος στη συνέχεια παράγει θερμότητα. Η ελεγχόμενη θερμοκρασία των 42-47°C θα πρέπει να διατηρείται στη θέση των λιποκυττάρων και σε αυτή την υπερθερμική θερμοκρασία, οι κυτταρικές μεμβράνες των στοχευμένων λιποκυττάρων χάνουν τη δομική τους ακεραιότητα, οδηγώντας σε καθυστερημένο κυτταρικό θάνατο. (95)

Συνεπώς, ο κύριος μηχανισμός δράσης του λέιζερ 1060 nm για τη λιπόλυση είναι η θερμότητα, η οποία αυξάνει τους εντοπισμένους καταβολικούς ρυθμούς των λιποκυττάρων. Αυτή η αύξηση της θερμότητας διασπά τα τριγλυκερίδια σε ελεύθερα λιπαρά οξέα και γλυκερίνη, τα οποία στη συνέχεια μεταφέρονται έξω από το κύτταρο μέσω ενός μεταφορέα λιπαρών οξέων. Στη συνέχεια εισέρχονται στο αίμα και συνδέονται με την αλβουμίνη, επιτρέποντάς τους να μεταφερθούν σε όλο το σώμα και να μεταβολιστούν από τα κύτταρα ανάλογα με τις ανάγκες. Η αύξηση της θερμοκρασίας του λιπώδους ιστού στους 42°C έως 47°C προκαλεί τραυματισμό και φλεγμονώδη απόκριση στον ιστό εντός 5 λεπτών από την εφαρμογή θερμότητας. (96)

Προηγούμενες έρευνες έχουν δείξει ότι θερμοκρασίες από 42°C έως 47°C μπορούν να επιτευχθούν και να διατηρηθούν στον υποδόριο λιπώδη ιστό κατά τη χρήση του λέιζερ 1060 nm μαζί με ψύξη της επιφάνειας, ενώ στοχεύει ελάχιστα τη μελανίνη επιτρέποντας τη χρήση μιας τέτοιας συσκευής σε όλους τους τύπους δέρματος. Η ανοσολογική απόκριση του σώματος εξαλείφει τα κυτταρικά υπολείμματα στο τέλος της αποπτωτικής διαδικασίας, με διάρκεια 6 έως 12 εβδομάδων. Τα λέιζερ 1060 nm μπορούν να στοχεύσουν το λίπος στον υποδόριο ιστό με αποτέλεσμα τη μείωση του ανεπιθύμητου υποδόριου λίπους, ενώ παράλληλα εξοικονομούν τους υπερκείμενους δερματικούς ιστούς. Τα αποτελέσματα μπορούν να

σημειωθούν 6 εβδομάδες μετά τη θεραπεία και η διαδικασία ολοκληρώνεται περίπου στις 12 εβδομάδες μετά τη θεραπεία. (97, 98)

Η πρόσφατη μελέτη των Kislevitz et al (99) επεδίωξε την αξιολόγηση της ασφάλειας και της αποτελεσματικότητας ενός διοδικού λέιζερ 1060 nm για τη μη επεμβατική μείωση του λίπους της κοιλιάς. Στη μελέτη συμμετείχαν 30 άτομα που έλαβαν θεραπεία με λέιζερ 1060 nm διάρκειας 25 λεπτών στην κοιλιά τους. Κατά την έναρξη πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις λίπους με υπερήχους, του σωματικού βάρους και της περιφέρειας, και έπειτα στις επισκέψεις παρακολούθησης 6 και 12 εβδομάδων. Οι τυφλοί αξιολογητές εντόπισαν φωτογραφίες «πριν» και «μετά» για κάθε άτομο, ενώ ένα ερωτηματολόγιο ικανοποίησης συμπληρώθηκε από κάθε συμμετέχοντα κατά την έξοδο από τη μελέτη.

Τα αποτελέσματα στα 29 περιστατικά που ολοκλήρωσαν όλες τις επισκέψεις θεραπείας και παρακολούθησης έδειξαν μείωση του λίπους κατά 8,55% στις 12 εβδομάδες μετά τη θεραπεία. Οι τυφλοί αξιολογητές αναγνώρισαν σωστά το 67% των εικόνων πριν και μετά τη θεραπεία στην τοποθεσία 01 (Καλιφόρνια) και το 56% στην τοποθεσία 02 (Τέξας). Η ικανοποίηση των συμμετεχόντων ήταν υψηλή, με το 72% των συμμετεχόντων να δηλώνουν είτε «ικανοποιημένοι» ή «πολύ ικανοποιημένοι» με τα αποτελέσματά τους. Ο πόνος βαθμολογήθηκε ως ήπιος από το 62% των συμμετεχόντων, μέτριος από το 38% και σοβαρός από κανέναν στην κλίμακα Wong-Baker. Οι ερευνητές συμπεραίνουν ότι μια μεμονωμένη θεραπεία με διοδικό λέιζερ 1060 nm (± 10 nm), σύμφωνα με το πρωτόκολλο θεραπείας, είναι ασφαλής και αποτελεσματική στη μείωση του ανεπιθύμητου λίπους στην κοιλιά, όπως μετρήθηκε αντικειμενικά με τη χρήση υπερήχων. Η θεραπεία ήταν καλά ανεκτή από όλους τους συμμετέχοντες, με ελάχιστη ενόχληση που αναφέρθηκε και υψηλή ικανοποίηση των συμμετεχόντων. (99)

Η μελέτη των Katz & Doherty (97) επεδίωξε να διαπιστώσει το κατά πόσο οι προκαταρκτικές αναφορές υποδεικνύουν ότι η θεραπεία με υπερθερμικό διοδικό λέιζερ 1.060 nm θα μπορούσε να είναι μια ασφαλής και αποτελεσματική μέθοδος για τη μη επεμβατική μείωση του λίπους. Η μελέτη στηρίχθηκε στο γεγονός ότι το μήκος κύματος διεισδύει στο δέρμα για να θερμάνει τα υποδόρια λιποκύτταρα προκαλώντας κυτταρική διαταραχή, αφήνοντας τα εξωκυτταρικά λιπίδια και τα κυτταρικά

υπολείμματα να εκκενώνονται φυσικά από το σώμα. Στην έρευνα συμμετείχαν 49 άτομα που έλαβαν θεραπεία με λέιζερ στην μία πλευρά του σώματός τους. Ελήφθησαν εικόνες υπερήχων κατά την έναρξη και την παρακολούθηση στις 6 και 12 εβδομάδες μετά τη θεραπεία. Επιπλέον, ελήφθησαν φωτογραφίες υψηλής ανάλυσης κατά την έναρξη και στις 12 εβδομάδες μετά τη θεραπεία και στη συνέχεια αξιολογήθηκαν από ανεξάρτητους αναθεωρητές. Οι τυχούσες ανεπιθύμητες ενέργειες καταγράφηκαν σε όλες τις επισκέψεις και οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο ικανοποίησης στο τέλος της δοκιμής.

Τα αποτελέσματα από τις εικόνες των υπερήχων έδειξαν στατιστικά σημαντική μέση μείωση λίπους κατά $2,6 \pm 1,1$ mm. Το 96% των συμμετεχόντων ανέφερε ότι ήταν ικανοποιημένοι με το αποτέλεσμα. Οι δηλωθείσες ανεπιθύμητες ενέργειες ήταν παροδική ήπια έως μέτρια ευαισθησία που υποχώρησε μέσα σε 1 έως 3 εβδομάδες και δεν αναφέρθηκαν σοβαρές ανεπιθύμητες ενέργειες. Οι ερευνητές συμπέραναν ότι η υπερθερμική θεραπεία διοδικού λέιζερ 1.060 nm που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή τη μελέτη ήταν ασφαλής και αποτελεσματική για τη μη επεμβατική μείωση του λίπους της μίας πλευράς. (97)

Οι Bass & Doherty (100) εξέτασαν τη χρήση μιας μη επεμβατικής θεραπείας που εφαρμόζει λέιζερ 1060 nm διαδερμικά για να προκαλέσει υπερθερμική διάσπαση των λιποκυττάρων στην κοιλιά. Στη δοκιμή συμμετείχαν 35 άτομα που έλαβαν εφαρμογή λέιζερ 1060 nm στην κοιλιά με στόχο τη μείωση του λίπους. Λήφθηκαν εικόνες από υπερήχους και δισδιάστατες φωτογραφίες υψηλής ανάλυσης κατά την έναρξη της μελέτης, κατά τις 6 εβδομάδες και στις 12 εβδομάδες μετά τη θεραπεία. Οι συμμετέχοντες διατήρησαν μια σταθερή ρουτίνα διατροφής και άσκησης καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης. Το βάρος τους καταγράφηκε κατά την έναρξη και σε κάθε επίσκεψη παρακολούθησης, ενώ τρεις πιστοποιημένοι δερματολόγοι εκπαιδεύτηκαν ως τυφλοί αξιολογητές και επιφορτίστηκαν με τον εντοπισμό φωτογραφιών πριν και μετά τη θεραπεία μέσα από τυχαιοποιημένες, ζευγαρωμένες βασικές φωτογραφίες και φωτογραφίες 12 εβδομάδων. Οι εικόνες των υπερήχων χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση της αλλαγής του πάχους του λίπους από την αρχική τιμή στις 6 και 12 εβδομάδες. Το επίπεδο ικανοποίησης βαθμολογήθηκε στις 12 εβδομάδες χρησιμοποιώντας μια κλίμακα Likert 6 βαθμών.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το 23% των ατόμων είχαν τύπου δέρματος Fitzpatrick IV-VI. Οι τυφλοί αξιολογητές αναγνώρισαν σωστά τη φωτογραφία μετά τη θεραπεία στο 95% των περιπτώσεων (88%, 97% και 100%). Η μέση μείωση στο πάχος του στρώματος λίπους από την αρχική τιμή ήταν στατιστικά σημαντική και στις 6 εβδομάδες και στις 12 εβδομάδες. Η μέση αλλαγή βάρους ήταν +0,1. Οι παρενέργειες ήταν ήπιες έως μέτριες, συμπεριλαμβανομένου του οιδήματος, της ευαισθησίας και της σκλήρυνσης που υποχωρούσαν κυρίως μέσα σε 1-3 εβδομάδες μετά τη θεραπεία και δεν αναφέρθηκαν σοβαρές ανεπιθύμητες ενέργειες. Οι ερευνητές συμπέραναν ότι η θεραπεία με λέιζερ με βάση τα 1060 nm μπορεί να μειώσει σταθερά το περίγραμμα του λίπους στην κοιλιά με εξαιρετικό προφίλ ασφάλειας σε όλους τους τύπους δέρματος. (100)

Μία ακόμη μελέτη με στόχο την αξιολόγηση της ασφάλειας και της αποτελεσματικότητας του λέιζερ ως μη επεμβατική μείωση του κοιλιακού λίπους και του λίπους στην περιοχή του λαιμού, πραγματοποίησαν οι Moon et al. (101) Οι ερευνητές σχεδίασαν μία δοκιμή με βάση το συνδυασμό του διοδικού λέιζερ 1060 nm και της συσκευής θεραπείας με λέιζερ χαμηλού επιπέδου (LLLT) 635 nm. Οι συμμετέχοντες ήταν 42 υγιείς άνθρωποι που έλαβαν θεραπεία με λέιζερ τόσο στην κοιλιακή όσο και στο διπλοσάγονο. Χρησιμοποιήθηκαν υπέρηχοι προκειμένου να απεικονίσουν το πάχος του κοιλιακού λίπους και του διπλοσάγονου, κατά την έναρξη, η παρακολούθηση στις 4, 8 και 12 εβδομάδες μετά τη θεραπεία. Η περίμετρος της μέσης και το σωματικό βάρος μετρήθηκαν επίσης σε όλες τις επισκέψεις και καταγράφηκαν ανεπιθύμητες ενέργειες. Τα άτομα συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο ικανοποίησης στο τέλος της δοκιμής.

Τα αποτελέσματα ανέδειξαν ότι 12 εβδομάδες μετά από μία μόνο θεραπεία, οι εικόνες υπερήχων έδειξαν στατιστικά σημαντικές μειώσεις στο κοιλιακό λίπος και στο διπλοσάγονο κατά 18,62 και 26,4%, αντίστοιχα. Επιπλέον, παρατηρήθηκε σημαντική μείωση της περιφέρειας της μέσης. Το 96% των συμμετεχόντων βαθμολόγησαν ότι ήταν ικανοποιημένοι και οι ανεπιθύμητες ενέργειες περιελάμβαναν την παροδική ήπια έως μέτρια ευαισθησία που υποχώρησαν μέσα σε 1 έως 3 εβδομάδες. Δεν αναφέρθηκαν σοβαρές ανεπιθύμητες ενέργειες σχετιζόμενες με τη θεραπεία και οι ερευνητές συμπέραναν ότι η συσκευή διπλού μήκους κύματος που συνδυάζει διοδικό λέιζερ 1060 nm με LLLT 635 nm ήταν ασφαλής και

αποτελεσματική για τη μη επεμβατική μείωση τόσο του κοιλιακού λίπους όσο και του λίπους στο διπλοσάγωνα. (101)

Θερμολιπόλυση

Η θερμολιπόλυση ανήκει στην κατηγορία των αντιγηραντικών θεραπειών και αποτελεί μια ανώδυνη και μη επεμβατική θεραπεία. Σε λίγες μόνο συνεδρίες, μπορεί ταυτόχρονα να επιτύχει τα αποτελέσματα της σύσφιξης του χαλαρού δέρματος σε όλο το σώμα. Ταυτόχρονα, μπορεί να στοχεύσει τα αποθέματα λίπους του σώματος στην κοιλιά, στους γλουτούς, στους μηρούς, στα χέρια, στο διπλοσάγωνα και στο στήθος (ψευδογυναικομαστία) για πλήρη εξάλειψη του τοπικού πάχους. Συνδυάζει δύο πολύ δημοφιλείς ενέργειες καλλυντικής ιατρικής, οι οποίες επικεντρώνονται στη σύσφιξη του δέρματος: τη μονοπολική ραδιοσυχνότητα και τον υπέρηχο. Μετά τη θεραπεία, οι ιστοί διατηρούν τη θερμότητα για περίπου 12 ώρες, γεγονός που σημαίνει ότι η συσφικτική δράση συνεχίζεται. Σταδιακά, οι κατεστραμμένες ίνες της ελαστίνης και του κολλαγόνου αντικαθίστανται από νέες, οι οποίες αποκαθιστούν τη χαμένη σφριγηλότητα του δέρματος.

Η θερμολιπόλυση στηρίζεται στη χρήση των μονοπολικών RF, επιτρέποντας να δρουν στο επιθυμητό βάθος του ιστού. Επιτυγχάνει στόχευση βαθιά στον λιπώδη ιστό για αποτέλεσμα λιποδιάλυσης ή πιο επιδερμικά για αποτέλεσμα σύσφιξης. Η θερμοκρασία των στοχευμένων ιστών αυξάνεται στους 42-44°C με αποτέλεσμα την υπεραϊμία και την αγγειοδιαστολή. Οι συνθήκες αυτές επιφέρουν μείωση στους δεσμούς αίματος-οξυγόνου και οδηγούν στην απελευθέρωση περισσότερου οξυγόνου στην περιοχή, το οποίο λειτουργεί ως διαλύτης του λίπους. Παράλληλα αυξάνονται οι καύσεις και συνεπώς ο τοπικός μεταβολισμός. Έχει εκτιμηθεί ότι κάθε έναν βαθμό αύξησης του θερμοκρασίας του ιστού πάνω από τους 36,6°C, αυξάνεται κατά 14% ο τοπικός μεταβολισμός, επιφέροντας έως και 110% αύξηση του τοπικού μεταβολισμού. Το αποτέλεσμα της αύξησης της αγγειοδιαστολής είναι η βελτίωση της λεμφικής κυκλοφορίας και η αποβολή των τοξινών. Η ενέργεια των RF απορροφάται από τους ινοβλάστες, οι οποίοι συσπόμενοι παράγουν περισσότερο κολλάγονο, οδηγώντας με τον τρόπο αυτό σε ορατή σύσφιξη των ιστών.

Ραδιοσυχνότητες (RF)

Η ραδιοσυχνότητα είναι μια μορφή ηλεκτρομαγνητικής υψηλής συχνότητας ενέργειας που λειτουργεί θερμαίνοντας τους ιστούς. Η δράση της στους βαθύτερους ιστούς (υποδόρια στιβάδα) στοχεύει στην αύξηση του κυτταρικού μεταβολισμού. Όταν εφαρμόζεται στους ιστούς, δημιουργεί ταλαντευόμενα μαγνητικά πεδία που κινούνται με ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια, που παράγουν θερμότητα στους ιστούς, και η ποσότητα της παραγόμενης θερμότητας εξαρτάται από την αντίσταση (βιοαντίσταση) του ιστού-στόχου. Η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια στον λιπώδη ιστό, ο οποίος εξοικονομεί ενέργεια επειδή δεν είναι καλός αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος. (102)

Οι ραδιοσυχνότητες (RF) χρησιμοποιούν συχνότητες ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων για να δημιουργήσει ένα ηλεκτρικό πεδίο μέσα στον ιστό για να προκαλέσει θέρμανση. Η ποσότητα ενέργειας που παρέχεται στον ιστό είναι ανάλογη με το χρόνο και την αντίσταση μέσα στον ιστό, επίσης γνωστή ως σύνθετη αντίσταση. Η σύνθετη αντίσταση ιστού είναι η κύρια μεταβλητή στην ποσότητα θερμότητας που παρέχεται από το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα. Οι μηχανισμοί με τους οποίους οι συσκευές ραδιοσυχνότητας παράγουν σύσφιξη του δέρματος είναι η ογκομετρική θέρμανση των δερματικών δομών, όπως το κολλαγόνο και η περιτονία, και η επαγωγή της απόκρισης επούλωσης του τραύματος. Οι παράμετροι της βέλτιστης θεραπείας εξαρτώνται από τη θερμοκρασία καθώς και από τη διάρκεια της θεραπείας. (30)

Υπάρχουν ενδείξεις της παροδικής επίδρασης των RF στην αυτόνομη ομοιόσταση χωρίς γνωστές αρνητικές επιπτώσεις. Αυτή η αυτόνομη απόκριση στις RF αντανακλάται σε έναν θερμορυθμιστικό αγγειοκινητικό μηχανισμό, σε αλλαγές στη δραστηριότητα των χημειούποδοχέων και ακόμη και στις διακυμάνσεις του συστήματος ρενίνης-αγγειοτενσίνης, αποκρίσεις που σχετίζονται με τον έλεγχο του μεταβολισμού ενέργειας. Η αύξηση της θερμοκρασίας των ιστών φαίνεται να είναι επαρκής για την ενεργοποίηση του συμπαθητικού κλάδου του Αυτόνομου Νευρικού Συστήματος, που οδηγεί στην απελευθέρωση κατεχολαμινών (αδρεναλίνη και νοραδρεναλίνη), οι οποίες είναι το έναυσμα για την ενεργοποίηση της λιπόλυσης. (103)

Accent Ultra

Στο πλαίσιο των μηχανημάτων RF, το σύστημα ραδιοσυχνοτήτων Accent είναι σχεδιασμένο για συνεχή επαφή με το δέρμα χρησιμοποιώντας 2 χειρολαβές: τη μονοπολική για την παροχή ενέργειας RF στον υποδόριο λιπώδη ιστό για ογκομετρική θέρμανση και τη διπολική για την παροχή ενέργειας ραδιοσυχνοτήτων για μη ογκομετρική θέρμανση. Χρησιμοποιεί τόσο μονοπολική όσο και διπολική RF και παρέχει διαφορετικά βάθη ρεύματος RF στο δέρμα, το διπολικό για πιο επιφανειακή θέρμανση και το μονοπολικό για βαθύτερη δερματική θέρμανση. Κλινικές δοκιμές περιγράφουν ότι η χρήση του έχει οδηγήσει στη μείωση της εμφάνισης της κυτταρίτιδας και των επιπτώσεών της σε σύσφιξη ιστού. (104, 105) Η εφαρμογή του κατά μέσο όρο πραγματοποιείται κάθε 10 ημέρες ή μία φορά την εβδομάδα με διάρκεια 60-90 λεπτά, ανάλογα με το στόχο και το σώμα του εθελοντή.

RF και microneedling

Η τεχνολογία microneedling με ραδιοσυχνότητες (RFM) παρέχει κλασματική ενέργεια μέσω μιας σειράς μικροβελόνων, αλλά μπορεί να φτάσει σε βαθύτερα επίπεδα δέρματος από αυτά που θα μπορούσε να κάνει η χρήση συσκευών με λέιζερ. Σε αντίθεση με την ενέργεια λέιζερ, η οποία παράγει θερμότητα μέσω επιλεκτικής φωτοθερμόλυσης, το RFM λειτουργεί με την παροχή RF απευθείας στον ιστό. Η αντίσταση του χορίου και του υποδόριου ιστού στη ροή της ενέργειας των RF έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή θερμότητας και αυτή η θερμότητα έχει αποδειχθεί ότι προκαλεί θερμικά επαγόμενη συστολή του κολλαγόνου και αναδόμηση του ίνων κολλαγόνου. (106) Όταν η θερμική ενέργεια παραδίδεται απευθείας στο δικτυωτό χόριο έχει ως αποτέλεσμα τη σύσφιξη του δέρματος και την αναζωογόνησή του. Υπάρχουν αρκετές συσκευές RFM στην αγορά και όλες λειτουργούν σύμφωνα με την ίδια βασική αρχή: τον έλεγχο του τραυματισμού στο χόριο και στην επιδερμίδα και την παροχή ενέργειας για την τόνωση της παραγωγής κολλαγόνου.

Η συσκευή Genius της Lutronic Aesthetic (Billerica, MA) είναι η πιο πρόσφατη RFM συσκευή που αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό βήμα προόδου στην πολυπολική τεχνολογία των RF. Η συσκευή προσφέρει εστίαση υψηλής έντασης ενέργειας RF σε κλασματικό μοτίβο μέσω μιας συστοιχίας από μονωμένες

μικροβελόνες. Το βάθος διείσδυσης των μικροβελόνων μπορεί να ρυθμιστεί χρησιμοποιώντας μια διεπαφή στην οθόνη και ποικίλλει από 0,5 έως 3,4 mm, επιτρέποντας μια ποικιλία εστιακών τραυματισμών RF ώστε να παρέχει μία πολυστρωματική προσέγγιση στην ογκομετρική επεξεργασία. Η παραδοθείσα ενέργεια των RF μπορεί να επιλεγεί ρυθμίζοντας τη ρύθμιση ισχύος σε 50W και ο χρόνος έκθεσης μπορεί να ποικίλλει από 10 χιλιοστά του δευτερολέπτου έως 1 δευτερόλεπτο μέσω της διεπαφής του χρήστη. Αντίθετα, χωρίς αυτή τη λειτουργία οι προηγούμενες γενιές συσκευών RFM θα μπορούσαν ενδεχομένως να οδηγήσουν σε μη βέλτιστα αποτελέσματα δημιουργώντας ανεπαρκώς ελεγχόμενες ζώνες τραυματισμού. (107)

Η συσκευή μετρά την αντίσταση του ιστού (τη στιγμιαία αντίσταση του περιβάλλοντα ιστό σε ενέργεια RF) 500 φορές το δευτερόλεπτο και ρυθμίζει την ποσότητα της ενέργειας RF που παρέχεται σε κάθε μικροβελόνα. Αυτό επιτρέπει στη συσκευή να παρέχει ακουστική ανάδραση σε πραγματικό χρόνο προς τον πάροχο σχετικά με την αποτελεσματική τοποθέτηση των βελόνων μέσα στον ιστό μετά από κάθε παλμό, επιτρέποντας ρυθμίσεις στη γωνία της χειρολαβής, εάν όλες οι βελόνες δεν έχουν τοποθετηθεί σωστά. Υπάρχουν τρεις διαφορετικές χειρολαβές διαθέσιμες, μία με 49 μικροβελόνες για γενική χρήση, μια με 14 μικροβελόνες για μικρές περιοχές και μια με 81 μικροβελόνες για μεγάλες επιφάνειες όπως οι μηροί ή η κοιλιά. (107)

Μεταβάλλοντας το βάθος των βελόνων και την παρεχόμενη ενέργεια, η συσκευή RFM μπορεί να παράγει ένα ήπιο αποτέλεσμα σύσφιξης (με ελάχιστη ανάγκη για αναισθησία ή χρόνο αποθεραπείας) ή εναλλακτικά, οι ρυθμίσεις μπορούν να αυξηθούν για να προσφέρουν μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας στο δικτυωτό χόριο, συνεπώς και βελτιωμένο κλινικό αποτέλεσμα. Σημαντικό είναι το γεγονός ότι η τεχνολογία RFM μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλους τους τύπους δέρματος. Συνίσταται η εφαρμογή 3 ή 4 θεραπειών σε απόσταση 1 μηνός. Οι εθελοντές συχνά αναφέρουν ότι βλέπουν αποτελέσματα μετά την πρώτη θεραπεία και τυπικά παρατηρούν βελτίωση μετά από κάθε διαδοχική θεραπεία. Οι περισσότεροι εθελοντές εμφανίζουν ήπιο οίδημα και ερύθημα μετά από κάθε θεραπεία RFM, η οποία συνήθως υποχωρεί 1 εβδομάδα μετά. (107)

Η τυχαίοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη των Seo et al (108) στηρίχθηκε στα δεδομένα ότι η συσκευή RFM είναι μια ελάχιστα επεμβατική μέθοδος που αναπτύχθηκε πρόσφατα για την παροχή ενέργειας RF απευθείας στο δέρμα. Η χρήση αυξητικών παραγόντων για την αναζωογόνηση του δέρματος την αναδεικνύει ως μια νέα θεραπεία αντιγήρανσης. Η δοκιμή στόχευε στην αξιολόγηση αποτελεσματικότητας και της ασφάλειας της RFM για την αναζωογόνηση του δέρματος και επιπλέον της συνεργικής επίδρασης του ρυθμισμένου μέσου με βλαστοκύτταρα που αποτελείται από μεγάλο αριθμό αυξητικών παραγόντων και κυτοκινών. Οι ερευνητές συμπέραναν ότι η RFM είναι μια ασφαλής και αποτελεσματική μέθοδος αναζωογόνησης του δέρματος, και τα καλύτερα αποτελέσματα μπορεί να αναμένονται όταν συνδυάζεται με ρυθμισμένο υλικό με βλαστοκύτταρα.

Ραδιοσυχνότητες και Αναρρόφηση

Ο συνδυασμός RF και αναρρόφησης κενού στην επιφάνεια του δέρματος λειτουργεί συνεργικά, προάγοντας τη θέρμανση στον ιστό-στόχο, την αναδιαμόρφωση του κολλαγόνου και τη βελτίωση του μεταβολικού ρυθμού του λιπώδους ιστού. Το μασάζ κενού αρνητικής πίεσης βελτιώνει την κυκλοφορία και επιτρέπει επίσης τη θεραπεία τόσο της επιφανειακής όσο και της βαθύτερης δερματικής στιβάδας. (109)

Φωτοθεραπεία με LED

Η φωτοθεραπεία είναι μια από τις παλαιότερες μεθόδους που χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία ποικίλων παθήσεων υγείας. Τα LED αποτελούνται από πολύπλοκους ημιαγωγούς, οι οποίοι μετατρέπουν τα ηλεκτρικά ρεύματα σε ασυνάρτητο φως στενού φάσματος. Κάθε μήκος κύματος φωτός διεισδύει σε ένα συγκεκριμένο βάθος του ιστού του δέρματος και, ως εκ τούτου, διαφορετικά μήκη κύματος φωτός μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη θεραπεία διαφορετικών καταστάσεων. Τα φωτόνια που εκπέμπονται από τα LED απορροφώνται από τα χρωμοφόρα, όπως η πορφυρίνη και οι φλαβίνες που υπάρχουν στο σώμα. Η ισχύς εξόδου από το LED είναι σημαντικά χαμηλότερη από αυτή των υπέρυθρων, γεγονός που τείνει να το κάνει λιγότερο επεμβατικό και το καθιστά ενδεχομένως λιγότερο

επιβλαβές για τους στοχευμένους ιστούς. Η φωτοθεραπεία LED παρουσιάζεται ως μια ασφαλής θεραπεία σε σύγκριση με άλλες δερματολογικές θεραπείες με βάση τη θερμότητα καθώς δεν προκαλεί θερμικούς τραυματισμούς και ως εκ τούτου προστατεύει τα επιδερμικά και δερματικά στρώματα του δέρματος. Είναι επίσης μια μη επεμβατική ή ανώδυνη θεραπεία και οι εθελοντές δεν παραπονούνται για ερυθρότητα ή πρήξιμο με τη θεραπεία.

Η φωτοθεραπεία με LED βοηθά το σώμα να δυναμώσει αποτελεσματικά, ενώ η θεραπεία με κόκκινο φως επηρεάζει τα λιποκύτταρα προκαλώντας τη διασπορά των λιπιδίων. (110) Παρέχει ασφαλή, συγκεντρωμένα μήκη κύματος θεραπευτικού φυσικού φωτός στο δέρμα και στα κύτταρα, μειώνει το οξειδωτικό στρες και διεγείρει την παραγωγή κυτταρικής ενέργειας (τριφωσφορική αδενοσίνη ή ATP). Η μελέτη των Figueiro, Plitnick & Rea (111) έδειξε ότι το φως μπορεί να επηρεάσει τα επίπεδα πείνας, κάτι που θα μπορούσε να βοηθήσει στην πρόληψη της συσσώρευσης επιπλέον λίπους πριν καν αρχίσει. Αυτή η μελέτη διαπίστωσε ότι το κόκκινο φως βοήθησε στον έλεγχο των επιπέδων των ορμονών λεπτίνης και γκρελίνης που σχετίζονται με την πείνα.

Η κλινική έρευνα δείχνει ότι η θεραπεία με κόκκινο φως μειώνει το λίπος και βοηθά στη διαχείριση του βάρους. Τα θετικά αποτελέσματα της θεραπείας με κόκκινο φως στην απώλεια λίπους και κυτταρίτιδας, στον έλεγχο της παχυσαρκίας και στην αισθητική ενίσχυση του σώματος έχουν παρατηρηθεί σε δοκιμές τα τελευταία χρόνια. Και σε αντίθεση με πολλές λύσεις που προωθούνται για την απώλεια βάρους, όπως φάρμακα και χειρουργικές επεμβάσεις, η θεραπεία με κόκκινο και σχεδόν υπέρυθρο φως είναι μια ασφαλής, φυσική και μη επεμβατική επιλογή. Πιο συγκεκριμένα, η μελέτη των Paolillo et al (112) σχετικά με τη θεραπεία με κόκκινο φως και τη μείωση της κυτταρίτιδας σε γυναίκες ηλικίας 25-55, τις χώρισε σε δύο ομάδες. Στη μία ομάδα οι συμμετεχούσες έκαναν άσκηση σε διάδρομο και θεραπεία με κόκκινο φως δύο φορές την εβδομάδα, ενώ η άλλη ομάδα έκανε απλώς άσκηση σε διάδρομο. Οι ερευνητές παρουσίασαν θερμογραφικές φωτογραφίες των αλλαγών στην περιφέρεια των μηρών και στην κυτταρίτιδα για να αποδείξουν ότι η θεραπεία με κόκκινο φως και η άσκηση ήταν πιο αποτελεσματικές από την απλή άσκηση μόνο. Η μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η άσκηση σε διάδρομο και η θεραπεία με κόκκινο φως σε συνδυασμό μπορούν να βελτιώσουν την αισθητική του σώματος.

Τέλος, η μελέτη των Sene-Fiorese et al (113) αξιολόγησε τα αποτελέσματα της φωτοθεραπείας και της άσκησης σε 64 παχύσαρκες γυναίκες, ηλικίας 20 έως 40 ετών. Μία ομάδα ασκήθηκε και έλαβε θεραπείες με κόκκινο φως, ενώ η ομάδα ελέγχου μόνο ασκήθηκε. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η θεραπεία με κόκκινο φως και η άσκηση μαζί ήταν πιο αποτελεσματικές από την απλή άσκηση στη μείωση της μάζας λίπους. Οι ερευνητές παρατήρησαν επίσης αύξηση της σκελετικής μυϊκής μάζας.

No-needle mesotherapy

Η μεσοθεραπεία χωρίς βελόνα είναι μια ολοένα και πιο δημοφιλής εναλλακτική λύση καθώς δεν συνιστά μια επεμβατική και χημική θεραπεία αλλά μια εντελώς μη τοξική και διακριτική προσέγγιση. Είναι ανώδυνη, φυσική και κατάλληλη για όλους τους τύπους δέρματος. Αντί για ενέσεις, η No Needle Mesotherapy χρησιμοποιεί τεχνολογία υπερήχου και τα φυσικά προϊόντα μεσοθεραπείας εγχέονται απαλά στο δέρμα. Η τεχνολογία Ultrasound επιτρέπει στις κυτταρικές μεμβράνες του δέρματος να γίνουν προσωρινά διαπερατές, γεγονός που επιτρέπει στα κύτταρα να απορροφούν καλύτερα τις υγιείς βιταμίνες, μέταλλα και αμινοξέα που περιέχονται στα προϊόντα μεσοθεραπείας.

Είναι μια νέα τροποποίηση της μεσοθεραπείας με την οποία μπορούν να μεταφερθούν τόσο ιονισμένα όσο και ουδέτερα φάρμακα στο χόριο και στον υποδόριο ιστό. Σε αυτή την τεχνική, η επιλεγμένη θέση πρώτα υποβάλλεται σε προεπεξεργασία με διπλό φως λέιζερ μήκους κύματος και στη συνέχεια έχει τέσσερα συστατικά: 1) την ηλεκτροδιάτρηση όπου τα ηλεκτρικά κύματα τριών διαφορετικών συχνότητων που δημιουργούν ηλεκτροπόρους περίπου 40-250 μm στο δέρμα, έπειτα οι επιθυμητές ουσίες περνούν μέσα από αυτούς τους πόρους με ηλεκτροαπόθεση, 2) το ενεργό ρεύμα: βελτιώνει την αγγείωση και έτσι διασφαλίζει ότι φτάνει επαρκής ποσότητα προϊόντος στο επιθυμητό σημείο, 3) υδροφόρηση (Hydrophoresis), όπου διεισδύουν υδατοδιαλυτές ουσίες μέσα στο δέρμα και 4) κρυοφόρηση (Cryophoresis), όπου η κρύα θερμοκρασία κλειδώνει τις ουσίες στα κύτταρα του δέρματος. (114)

Η τεχνική αφορά κυρίως τη θεραπεία της κυτταρίτιδας, την αναζωογόνηση του δέρματος, την υπερμελάγχρωση της φωτογήρανσης και τη σύσφιξη και την

ανύψωση του δέρματος. Πλεονεκτήματα της εν συγκρίσει με τη μεσοθεραπεία που κάνει χρήση βελόνων είναι ότι αποτελεί μια εντελώς ανώδυνη μέθοδο, δεν αφήνει μώλωπες, ερύθημα ή διόγκωση, τα υλικά μπορούν να διεισδύσουν σε βαθύτερα επίπεδα, έχει άμεση/ταχεία απόκριση και είναι οικονομικά αποδοτική. Σε αντίθεση με τις επεμβατικές διαδικασίες που συνεπάγονται τη χρήση πολλών ενέσεων, η Μεσοθεραπεία χωρίς βελόνες δεν προκαλεί ενόχληση, καθώς η έκταση οποιουδήποτε πόνου είναι μια ανεπαίσθητη αίσθηση με καρφίτσες και βελόνες. Δεν υπάρχουν κίνδυνοι ή παρενέργειες που ενέχονται σε αυτόν τον τρόπο θεραπείας. Χρησιμοποιεί φυσικά προϊόντα και θεωρείται ασφαλής για όλους τους τύπους δέρματος, όμως λόγω της ηλεκτρικής εξόδου που εμπλέκεται στην τεχνολογία υπερήχων, η θεραπεία δεν είναι κατάλληλη για έγκυες γυναίκες, άτομα που έχουν βηματοδότη, επιληψία ή οποιαδήποτε σοβαρή ιατρική ή ψυχολογική πάθηση. (115)

High Intensity Focused Electro-Magnetic Technology (HIFEM)

Οι συσκευές ηλεκτρομαγνητικού πεδίου, ειδικά το HIFEM, αποτελούν την τελευταία κατηγορία τεχνολογιών που αναπτύσσονται για εφαρμογές με σκοπό τη βελτίωση του περιγράμματος του σώματος. Το HIFEM περιλαμβάνει προβλεπόμενες χρήσεις όπως η διέγερση του νευρομυϊκού ιστού για τη μαζική διέγερση των μυών στα πόδια ή στα χέρια, η βελτίωση του κοιλιακού τόνου, η ενδυνάμωση των κοιλιακών μυών, η ανάπτυξη πιο σφριγηλής κοιλιάς, η ενδυνάμωση, η τόνωση και η σύσφιξη των γλουτών, των μηρών και των γαμπών και η βελτίωση του μυϊκού τόνου και της σφριγηλότητας για την ενδυνάμωση των μυών στα χέρια. (116)

Οι συσκευές HIFEM, που βγήκαν στην αγορά του 2018, έχουν ενσωματώσει τη χρήση της τεχνολογίας του μαγνητικού πεδίου για τη χρήση τους στην κοσμετολογία. Η συσκευή HIFEM αποτελείται από μήκη κύματος χαμηλής συχνότητας περίπου 3–30 Hz που μεταφέρουν χαμηλή ενέργεια. Η ενέργεια των κυμάτων HIFEM δεν απορροφάται από τον ιστό και έτσι δεν προκαλεί θερμικές επιδράσεις. Τα διερχόμενα ηλεκτρομαγνητικά κύματα του HIFEM προκαλούν δευτερεύοντα ρεύματα στον περιβάλλοντα ιστό. (117) Αυτά τα ρεύματα επηρεάζουν κυρίως τους κινητικούς νευρώνες και είναι επαρκή για να προκαλέσουν ακούσια συστολή (>10mA), ενώ αφήνουν άλλους περιβάλλοντες ιστούς ανεπηρέαστους. Καθώς η ενέργεια HIFEM αλληλεπιδρά επιλεκτικά με τους κινητικούς νευρώνες,

αυτοί πολώνονται και αποπολώνονται κατά τη διάρκεια της συνεδρίας και προκαλεί σημαντικές μυϊκές συσπάσεις, οδηγώντας σε μυϊκή ενδυνάμωση. Παράλληλα, τα λιποκύτταρα αντιδρούν σε αυτή τη μεταβολική αντίδραση, καθίστανται δυσλειτουργικά και ξεκινά η απόπτωση.

Τα αποτελέσματα της θεραπείας περιλαμβάνουν αύξηση των μυϊκών ινών, μυϊκή πάχυνση, μείωση στον κοιλιακό διαχωρισμό, αύξηση του συνολικού όγκου των γλουτιαίων μυών και απόπτωση των λιποκυττάρων σε περίοδο 6–12 μήνες μετά τη θεραπεία. (118, 119) Οι Weiss et al (120) διαπίστωσαν ότι εντός 8 ωρών από μια συνεδρία θεραπείας τα αποπτωτικά επίπεδα στο λίπος αυξήθηκαν κατά 91,7%. Η λιπόλυση, ως αποτέλεσμα των θεραπειών, συσχετίζεται με την αύξηση στην ταχεία απελευθέρωση ελεύθερων λιπαρών οξέων και στη σημαντική μείωση των επιπέδων pH που μετρήθηκαν στον υποδόριο λιπώδη ιστό που παρατηρήθηκαν στα σημεία εφαρμογής. (121)

Ο FDA συνιστά επί του παρόντος οι θεραπείες HIFEM να αποτελούνται από τέσσερις, εβδομαδιαίες συνεδρίες. Η έρευνα των Jacob et al (122) αξιολόγησε την αποτελεσματικότητα των HIFEM ως μία μη επεμβατική λύση για τη βελτίωση των γλουτών μέσω της τόνωσης και της ανύψωσης των γλουτιαίων μυών. Στη μελέτη συμμετείχαν 75 εθελοντές (ηλικίας 22-59 ετών) που υποβλήθηκαν σε θεραπεία με συσκευή τεχνολογίας HIFEM που διεγείρει τους γλουτιαίους μύες. Το πρωτόκολλο περιελάμβανε τέσσερις θεραπείες διάρκειας 30 λεπτών, ενώ το βάρος των συμμετεχόντων παρακολούθηθηκε καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης. Λήφθηκαν τυπικές φωτογραφίες κατά την έναρξη, μετά την 4^η θεραπεία και κατά την παρακολούθηση στον ένα μήνα. Επιπλέον αξιολογήθηκε η ικανοποίηση των συμμετεχόντων από τη θεραπεία ως προς τη διαφορά που αντιλήφθηκαν στους γλουτούς τους. Τα ευρήματα έδειξαν ότι η συνολική βαθμολογία ικανοποίησης από 13,1±5,7 στην έναρξη σε 18,4±5,2 μετά τη θεραπεία και 18,9±5,1 κατά τη διαδικασία της παρακολούθησης. Για τα άτομα με αρχική δυσπαρέσκεια στους γλουτούς οι βαθμολογίες βελτιώθηκαν από 8,7±1,6 σε 16,3±3,1 μετά τη θεραπεία και σε 17,3±3,1 τη διαδικασία της παρακολούθησης. Συνολικά, οι συμμετέχοντες που ήταν αρχικά δυσπαρεστημένοι με την εμφάνιση των γλουτών τους ανέφεραν σημαντική βελτίωση 85% μετά την 4^η θεραπεία, αναφέροντας ότι αισθάνονταν πιο ανυψωμένους και τονωμένους τους γλουτούς τους. Το βάρος των συμμετεχόντων δεν άλλαξε

σημαντικά και δεν αναφέρθηκαν ανεπιθύμητες ενέργειες. Οι συγγραφείς συμπέραναν ότι οι θεραπείες με HIFEM όχι μόνο οδήγησαν σε σημαντική οπτική βελτίωση αλλά και αύξησαν την εμπιστοσύνη και την ικανοποίηση των συμμετεχόντων.

Ενώ η αρχική τεχνολογία αποτελείται από μια συνεδρία 30 λεπτών με τη συσκευή HIFEM, το πιο πρόσφατο μοντέλο HIFEM+ είναι σε θέση να συνδυάσει το HIFEM και τις RF κατά την ίδια χρονική περίοδο. Η ενέργεια RF αποτελείται από μικρότερα μήκη κύματος (0,5-300 MHz) αλλά τα κύματα μεταφέρουν περισσότερη ενέργεια. Σε αντίθεση με το HIFEM, δεν υπάρχει κινητική απόκριση (συστολή των μυών) στην ενέργεια RF. Αντίθετα, τα κύματα RF προκαλούν τριβή στον ιστό μέσω της ταλάντωσης των μορίων και ιόντων, τα οποία με τη σειρά τους προκαλούν την παραγωγή θερμότητας. Λόγω των διαφορών στην αγωγιμότητα των ιστών, δημιουργείται μεγαλύτερη τριβή και θερμότητα στον λιπώδη ιστό γεγονός που εξασφαλίζει την ασφάλεια αυτής της τεχνολογίας. Μόλις σε 4 λεπτά μπορεί να παρατηρηθεί ότι η θερμοκρασία του υποδόριου λίπους φτάσει τα επίπεδα που είναι απαραίτητα για τη διάσπαση των λιποκυττάρων (δηλ. 42°C). (123) Οι Goldberg et al (123) αναφέρουν ότι τα συνδυασμένα αποτελέσματα αρκετών κλινικών μελετών (συμπεριλαμβανομένων πάνω από 500 εθελοντές και 30 ερευνητές) υποστηρίζουν ότι οι εθελοντές που έλαβαν θεραπεία με HIFEM+ είχαν κατά μέσο όρο 30% λιγότερο λίπος, 25% περισσότεροι μύες, 19% μείωση του κοιλιακού διαχωρισμού και μείωση της περιφέρειας μέσης έως και 5,9 cm.

Κεφάλαιο 3°. Σύγκριση των συνδυαστικών θεραπειών βιοϊατρικής τεχνολογίας

Ολοκληρώνοντας αυτή τη μελέτη διαπιστώθηκε ότι οι σύγχρονες μη επεμβατικές συσκευές έχουν κερδίσει έδαφος στον ερευνητικό και επιστημονικό χώρο τα τελευταία χρόνια. Η κρυολιπόλυση και η σπηλαίωση με συσκευή υπερήχου είναι οι δύο πιο πρόσφατες μη επεμβατικές τεχνικές όπου έχουν χρησιμοποιηθεί για να προκαλέσουν επιλεκτική διάσπαση λίπους. Η κρυολιπόλυση περιλαμβάνει την εφαρμογή ελεγχόμενης ψύξης για τη μείωση του στρώματος του υποδόριου λίπους χωρίς να καταστρέφονται οι παρακείμενοι ιστοί και οδηγεί στη σταδιακή απώλεια του λίπους. Ωστόσο, τα αποτελέσματα της δεν εμφανίζονται αμέσως, αλλά στατιστικά, σημαντική μείωση εμφανίζεται σε λίγους μήνες μετά την αρχική παρέμβαση. (124)

Η σπηλαίωση με υπερήχους περιλαμβάνει τη χρήση κυκλικού ήχου με συχνότητα μεγαλύτερη από το ανώτατο όριο της ανθρώπινης ακοής. Η σπηλαίωση λίπους με υπερήχους (USFC) είναι μια μέθοδος για τη θεραπεία τοπικού πάχους που επιτυγχάνει τη διατάραξη των λιποκυττάρων και την αναμόρφωση ενός συγκεκριμένου μέρους του σώματος. Οι συσκευές υπερήχων χαμηλής συχνότητας παρέχουν την ενέργεια των υπερήχων μέσω του δέρματος με αποτέλεσμα τη μηχανική διαταραχή των λιποκυττάρων. (125) Το μηχάνημα USFC θεωρείται αποτελεσματικό στη μείωση του κινδύνου επιπλοκών της παχυσαρκίας, ενέχει μικρότερους κινδύνους και είναι οικονομικότερος σε σύγκριση με την επεμβατική λιποαναρρόφηση με υπερήχους. (126)

Όπως θα μελετηθεί στο παρόν κεφάλαιο, η αρθρογραφία είναι εξαιρετικά περιορισμένη σχετικά με τη σύγκριση των συσκευών που εστιάζουν στις διαφορετικές κατηγορίες αισθητικών αποτελεσμάτων, δηλαδή στη λιποδιάλυση, στη σύσφιξη δέρματος και στη μυϊκή ενδυνάμωση. Αντ' αυτού, μελέτες έχουν διερευνήσει τη συνδυαστική χρήση των διαφόρων τεχνολογιών, όπως για παράδειγμα το συνδυασμό της κρυολιπόλυσης με τη σπηλαίωση υπερήχων ή των συσκευών HIFEM και RF.

3.1. Σύγκριση των συσκευών λιποδιάλυσης

Η πιλοτική παρεμβατική μελέτη των Khedmatgozar et al (127) επεδίωξε την αξιολόγηση της επίδρασης μίας μη επεμβατικής συνδυαστικής θεραπείας σπηλαιώσης υπερήχων και κρυολιπόλυσης στον κοιλιακό λιπώδη ιστό. Το δείγμα αποτέλεσαν 90 γυναίκες ηλικίας 18-65 ετών που συμπεριλήφθηκαν σε μία από τις ομάδες. Στην πρώτη ομάδα (ομάδα ελέγχου) οι συμμετέχουσες υποβλήθηκαν σε θεραπεία μόνο με δίαιτα, στη δεύτερη ομάδα υποβλήθηκαν σε κρυολιπόλυση και δίαιτα και στην τρίτη ομάδα στο συνδυασμό υπερήχων σπηλαιώσης, κρυολιπόλυσης και δίαιτας για 8 εβδομάδες. Οι ερευνητές μέτρησαν τις ανθρωπομετρικές παραμέτρους πριν, κατά τη διάρκεια, και μετά τη δοκιμή συμπεριλαμβάνοντας συνολικό σωματικό βάρος, το δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ), τη μάζα σωματικού λίπους, τη μάζα χωρίς λίπος και την περιφέρεια κοιλίας. Τα ευρήματα ανέδειξαν ότι και τρεις ομάδες εμφάνισαν σημαντικές μειώσεις σε κάθε παράμετρο στο τέλος της παρέμβασης. Στη συνδυαστική θεραπεία (τρίτη ομάδα) καταγράφηκε σημαντική μείωση της σωματικής μάζας του λίπους, του βάρους, του ΔΜΣ και της περιφέρειας κοιλίας σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Δεν υπήρχε σημαντική διαφορά μεταξύ της συνδυαστικής θεραπείας και της κρυολιπόλυσης στις δύο ομάδες.

Τα ευρήματα αυτά συνάδουν με άλλες μελέτες, οι οποίες έχουν διαπιστώσει ότι η χρήση της κρυολιπόλυσης ή της σπηλαιώσης υπερήχων είναι αποτελεσματικές ως μη επεμβατική θεραπεία του ανεπιθύμητου λίπους σε συγκεκριμένο τμήμα του σώματος και ως συμπληρωματική θεραπεία στη μείωση του λίπους. (128, 33, 42)

Η μελέτη των Meyer et al (81) διερεύνησε τις επιδράσεις της κρυολιπόλυσης αντίθεσης συγκριτικά με τη συμβατική κρυολιπόλυση στην εντοπισμένη παχυσαρκία. Αποτέλεσε μία μελέτη περίπτωσης που πραγματοποιήθηκε με δύο εθελοντές. Πριν και μετά από την παρέμβαση πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις της κρομετρίας, υπερηχογράφημα και τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων. Η δεξιά πλευρική περιοχή υποβλήθηκε σε συμβατική κρυολιπόλυση και η αριστερή πλευρά υποβλήθηκε σε κρυολιπόλυση αντίθεσης. Αναλυτικότερα, ως προς τη μεθοδολογία και το πρωτόκολλο, οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε προηγούμενη αξιολόγηση αμέσως πριν και 8 εβδομάδες μετά την κυκλομετρία και τις φωτογραφίες και αμέσως πριν και 11 εβδομάδες μετά το υπερηχογράφημα. Οι εθελοντές

υποβλήθηκαν σε ένα μόνο πρωτόκολλο για την κάθε πλευρά, που αποτελούνταν από την τεχνική της κρυολιπόλυσης και τις παραλλαγές της, με εξοπλισμό Beauty Shape της HTM Electronics.

Ο εθελοντής 1 έλαβε συνεδρία κρυολιπόλυσης αντίθεσης στη δεξιά πλευρά, με αρχική εφαρμογή θέρμανσης (40°C για 5 λεπτά), ακολουθούμενη από θετική ψύξη χαμηλής θερμοκρασίας (8°C για 30 λεπτά) και μία άλλη εφαρμογή θέρμανσης (38°C για 10 λεπτά). Στη συνέχεια, στην αριστερή πλευρά υποβλήθηκε σε συμβατική συνεδρία κρυολιπόλυσης, με αρνητική θερμοκρασία στους -7°C για 60 λεπτά. Μόνο στην αριστερή πλευρά, μετά το τέλος της συνεδρίας, ο εθελοντής έλαβε ένα έντονο μασάζ στην περιοχή για 3 λεπτά για διευκόλυνση της επαναιμάτωσης. Ο εθελοντής 2 υποβλήθηκε σε κρυολιπόλυση αντίθεσης στη δεξιά πλευρά, με αρχική θέρμανση (40°C για 5 λεπτά), ακολουθούμενη από θετική ψύξη σε χαμηλή θερμοκρασία (8°C για 30 λεπτά) και θέρμανση (38°C για 10 λεπτά). Η αριστερή πλευρά έλαβε κρυολιπόλυση αντίθεσης με αρχική θέρμανση (40°C για 5 λεπτά), ακολουθούμενη από εφαρμογή χαμηλής αρνητικής ψύξης (-7°C για 60 λεπτά) και στη συνέχεια θέρμανση (38°C για 10 λεπτά). (81)

Τα ευρήματα έδειξαν ότι και για τους δύο εθελοντές υπήρξε μείωση της συνολικής μάζας σώματος. Στον εθελοντή 1 παρατηρήθηκε μείωση κατά 3,3 κιλά και στον εθελοντή 2 κατά 1,5 κιλά. Οι μετρήσεις της κυκλομετρίας έδειξαν μείωση από 3 σε 6 εκατοστά. Παρατηρήθηκε ότι οι επεμβάσεις που έγιναν και στους δύο εθελοντές είχαν θετικά αποτελέσματα, με τον εθελοντή 1 να παρουσιάζει 58% κατά μέσο όρο ολική μείωση του πάχους της υποδόριας δεξιάς πλευράς, ενώ στον εθελοντή 2 παρατηρήθηκε μείωση 50%. Στην αριστερή πλευρά σημειώθηκαν μειώσεις της τάξεως του 56% και 28,5%, αντίστοιχα. Κατά τη διάρκεια της έρευνας, ήταν δυνατό να παρατηρηθούν αλλαγές στο βάρος, στην περιφέρεια μέσης και πάχος υποδόριου και αλλαγές στο περίγραμμα της περιοχής που υποβάλλεται σε θεραπεία. (81)

Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι οι επεμβάσεις που έγιναν και στους δύο εθελοντές είχαν θετικά αποτελέσματα. Ωστόσο, η χρήση της κρυολιπόλυσης αντίθεσης επέφερε μεγαλύτερη απώλεια λιπώδους ιστού, μείωση των μετρήσεων περιμετρίας και κυκλομετρίας, καθώς και μείωση του πάχους του λιπώδους ιστού. Η κρυολιπόλυση με αντίθεση προάγει μεγαλύτερη τοπική μείωση του λίπους από τη

συμβατική κρυολιπόλυση. (81) Η κρυολιπόλυση με αντίθεση ευνοεί τη διαδικασία λιπόλυσης μέσω κρυστάλλωσης των λιποκυττάρων. Αυτή η διαδικασία αποτελείται από ένα πολύπλοκο δίκτυο μεταβολικών αντιδράσεων που μειώνουν την ποσότητα των λιποκυττάρων, γεγονός που προάγει κλινικά τη μείωση των μετρήσεων και του όγκου των λιποκυττάρων. (129)

Η μελέτη των Abotaleb et al (130) εστίασε στη διερεύνηση της σύγκρισης της αποτελεσματικότητας της κρυολιπόλυσης έναντι της σπηλαιώσης με υπερήχους στη λιποδιάλυση σε εθελοντές με κεντρική παχυσαρκία. Στην έρευνα συμμετείχαν 30 άτομα που χωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Μετρήθηκαν ο ΔΜΣ, η περιφέρεια μέσης και το ποσοστό κοιλιακού λίπους πριν και μετά τη διεξαγωγή των συνεδρίων της κρυολιπόλυσης και της σπηλαιώσης με υπερήχους. Οι συμμετέχοντες της ομάδας Α έλαβαν συνεδρίες σπηλαιώσης με υπερήχους για ένα μήνα (8 συνεδρίες/άτομο) και η ομάδα Β έλαβε συνεδρίες κρυολιπόλυσης για ένα μήνα (μία συνεδρία/άτομο). Τα ευρήματα αποκάλυψαν ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική μείωση της κεντρικής παχυσαρκίας (ΔΜΣ, κοιλιακό λίπος% και WC) τόσο στην Ομάδα Α όσο και στην Ομάδα Β. Δεν υπήρξε όμως στατιστικά σημαντική μείωση στην κεντρική παχυσαρκία μεταξύ δύο ομάδων ενώ υπήρξε βελτίωση στην κεντρική παχυσαρκία μετά την εφαρμογή συνεδριών σπηλαιώσης υπερήχων και κρυολιπόλυσης με ήπια καλύτερα αποτελέσματα στην κρυολιπόλυση εν συγκρίσει με τους υπερήχους.

Επιπλέον, οι Eldesoky et al (76) συνέκριναν την αποτελεσματικότητα της κρυολιπόλυσης και της σπηλαιώσης υπερήχων και συμπέραναν ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στο σωματικό βάρος ή στο ΔΜΣ μεταξύ των ομάδων μετά τη θεραπεία, ούτε στην περίμετρο της μέσης ή στην υπερλαγόνια πτυχή του δέρματος. Τα ευρήματα αυτά αποκάλυψαν ότι τόσο η σπηλαιώση με υπερήχους όσο και η κρυολιπόλυση είναι αποτελεσματικές για τη μείωση του πάχους του κοιλιακού λίπους και για το περίγραμμα της κοιλιάς, χωρίς κάποια να υπερτερεί της άλλης.

Οι Naeimi et al (131) δοκίμασαν την κρυολιπόλυση, τη σπηλαιώση με υπερήχους και τις RF για να αξιολογήσουν τη συνδυασμένη επίδραση της κρυολιπόλυσης με τη σπηλαιώση υπερήχων στους ανθρωπομετρικούς δείκτες και συγκεκριμένα στη μείωση της τοπικής λιπώδους μάζας. Οι συμμετέχοντες ήταν 44 υπέρβαρα άτομα που χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες. Η ομάδα Α υποβλήθηκε σε

θεραπεία με RF και σε συνεδρίες με τη σπηλαιώση υπερήχων και η ομάδα B υποβλήθηκε σε θεραπεία με RF και σε συνεδρίες με τη σπηλαιώση υπερήχων μαζί με κρυολιπόλυση. Οι ανθρωπομετρικές παράμετροι (βάρος, ΔΜΣ, μέση, περίμετρος κοιλιάς και λίπος κορμού) μετρήθηκαν πριν και μετά τη θεραπεία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι παρόλο που οι διαφορετικές ανθρωπομετρικές παράμετροι και στις δύο ομάδες μειώθηκαν σημαντικά, οι μειώσεις στην ομάδα A ήταν σημαντικά μεγαλύτερες σε σχέση με την ομάδα B, εκτός από την περίμετρο της μέσης. Τα ευρήματα αυτά υποδεικνύουν ότι η εφαρμογή κρυολιπόλυσης με RF και με σπηλαιώση υπερήχων βελτίωσε τους ανθρωπομετρικούς δείκτες σε σύγκριση με την εφαρμογή RF και σπηλαιώσης υπερήχων.

3.2 Σύγκριση συσκευών σύσφιξης του δέρματος

Όπως μελετήθηκε, σύσφιξη δέρματος παρέχουν οι συσκευές RF, οι συσκευές θερμολιπόλυσης και οι συσκευές RFM. Το RF χρησιμοποιείται συνήθως για τη θέρμανση και τη σύσφιξη των ιστών.

Η πρόσφατη ανασκόπηση των O'Connor, Kandula & Kaminer (132) αναφέρει ότι η εφαρμογή RF για τη σύσφιξη του δέρματος είναι αποτελεσματική, όπως αποδεικνύεται από την ευρεία ποικιλία επιλογών θεραπείας που διατίθενται για τη σύσφιξη του δέρματος που χρησιμοποιούν RF. Ωστόσο, πολλές από τις επί του παρόντος διαθέσιμες συσκευές και διαδικασίες απέτυχαν να ανταποκριθούν σε μέρος της διαφημιστικής εκστρατείας που τις περιβάλλει. Ενώ οι συσκευές RFM υπόσχονται θεωρητικά τη σύσφιξη του δέρματος, οι συγγραφείς δεν κατάφεραν να αναπαράγουν με συνέπεια τα οφέλη της σύσφιξης του δέρματος που αναφέρουν ορισμένοι. Οι συγγραφείς συνεχίζουν να προτείνουν και να χρησιμοποιούν το μονοπολικό RF (Thermage) ως την προτιμώμενη θεραπεία σύσφιξης δέρματος για το σώμα.

Η ανασκόπηση των Ibrahim, Munavalli & Dover (30) αναφέρει ότι οι συσκευές RF μεταδίδουν θερμότητα στο χόριο, με αποτέλεσμα την ελεγχόμενη μετουσίωση του κολλαγόνου, τη δερματική συρρίκνωση και τη νεοκολλαγογένεση, προωθώντας τη σύσφιξη του δέρματος. Όταν οι RF συνδυάζονται με RFM, προκαλούν την απόκριση επούλωσης πληγών ως απόκριση στο microneedling και

παρέχουν μεγαλύτερες ποσότητες θερμότητας βαθύτερα στο χόριο, με αποτέλεσμα μεγαλύτερη αναδιαμόρφωση του κολλαγόνου, συνεπώς είναι και αποτελεσματικότερες. Οι συσκευές είναι αποτελεσματικές και ασφαλείς για τη βελτίωση της χαλαρότητας και της υφής του δέρματος. Ωστόσο, τονίζουν ότι η σωστή επιλογή εθελοντών είναι πρωταρχικής σημασίας για την επιτυχία της θεραπείας.

3.3. Σύγκριση συσκευών μυϊκής ενδυνάμωσης

Όπως μελετήθηκε, για την επίτευξη της μυϊκής ενδυνάμωσης προτείνονται οι συσκευές HIFEM, οι οποίες μπορούν να διαχειριστούν τη μυϊκή αδυναμία. Ωστόσο δεν υπάρχουν μελέτες που να συγκρίνουν τις συσκευές HIFEM με άλλες τεχνολογίες ως προς την αποτελεσματικότητα στη μυϊκή ενδυνάμωση. Αντιθέτως, υπάρχουν λίγα στοιχεία για τη συνδυαστική χρήση της συσκευής HIFEM με άλλες τεχνολογίες.

Στηριζόμενοι στα δεδομένα ότι οι συσκευές βασισμένες σε RF και σε HIFEM έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές και ασφαλείς για τη διαμόρφωση του κοιλιακού σώματος και ότι οι RF μειώνει τον λιπώδη ιστό, ενώ η θεραπεία HIFEM είναι αποτελεσματική για στη μυϊκή ενδυνάμωση, οι Samuels, Katz & Weiss (133) διερεύνησαν την αποτελεσματικότητα μιας νέας συσκευής που παρέχει συγχρονισμένη θεραπεία RF και HIFEM ταυτόχρονα για την τόνωση της κοιλιάς και τη μείωση του λίπους. Στη μελέτη συμμετείχαν 72 εθελοντές που τυχαιοποιήθηκαν είτε στην ενεργή ομάδα (n = 48) είτε στην εικονική ομάδα (n = 24). Και οι δύο ομάδες έλαβαν τρεις θεραπείες στην κοιλιά μία φορά την εβδομάδα. Η ένταση στην ενεργό ομάδα ορίστηκε στο μέγιστο ανεκτό επίπεδο και στην εικονική ομάδα, οι εντάσεις ορίστηκαν στο 5%. Ελήφθησαν εικόνες υπερήχων πριν από τη θεραπεία αλλά και στους 1, 3 και 6 μήνες μετά τη θεραπεία για να εξεταστούν οι αλλαγές στο πάχος του υποδόριου λίπους και του ορθού κοιλιακού μυός.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στην ενεργό ομάδα υπήρξε εντός ενός μηνός σημαντική μείωση στο πάχος του λιπώδους ιστού κατά 20,5% και παρουσιάστηκε μυϊκή ενδυνάμωση στην κοιλιά με το πάχος του ορθού κοιλιακού μυός να αυξάνεται κατά 21,5%. Τα αποτελέσματα στους 3 μήνες βελτιώθηκαν σε 28,3% και 24,2% αντίστοιχα και οι βελτιώσεις διατηρήθηκαν στους 6 μήνες μετά τη θεραπεία στην

ενεργό ομάδα, ενώ η εικονική ομάδα δεν παρουσίασε σημαντικές αλλαγές. Οι ερευνητές συμπεραίνουν ότι ο συνδυασμός των δύο θεραπειών σε μία συσκευή είναι αποτελεσματικός στη μυϊκή ενδυνάμωση. (133)

Όμοια, η Duncan (134) εξέτασαν το συνδυασμό των HIFEM, των RF και στοχευμένης πίεσης ενέργειας (TPE) και το κατά πόσο μπορεί να επιφέρει συμπληρωματική βελτίωση και στους τρεις επιθυμητούς ιστούς: στο δέρμα, στο λίπος και στους μύες (μυϊκή ενδυνάμωση). Η μελέτη επεδίωξε να τεκμηριώσει την επίδραση της διαδοχικής χρήσης των HIFEM, RF και TPE για τη θεραπεία της κοιλιάς και των γλουτών. Στη μελέτη συμμετείχαν 15 άτομα που ολοκλήρωσαν τις θεραπείες και τις επακόλουθες παρακολουθήσεις. Υποβλήθηκαν σε θεραπεία πάνω από την κοιλιά (Ομάδα 1, N=7) ή τους γλουτούς (Ομάδα 2, N=8), λαμβάνοντας τέσσερις διαδικασίες θεραπείας που αποτελούνταν από θεραπεία HIFEM που χορηγήθηκε πρώτα, αμέσως μετά την ταυτόχρονη θεραπεία RF & TPE. Κάθε συνεδρία χρειάστηκε περίπου 50 λεπτά (30 λεπτά HIFEM, έως 20 λεπτά RF & TPE) ανάλογα με την περιοχή που θεραπεύτηκε.

Τα αποτελέσματα της μελέτης αξιολογήθηκαν με τη μέτρηση της περιφέρειας, τα ερωτηματολόγια ικανοποίησης και άνεσης και ψηφιακές φωτογραφίες. Στον πρώτο μήνα, η περιφέρεια της κοιλιάς μειώθηκε σημαντικά κατά 4,4cm, ενώ οι γλουτοί παρουσίασαν σημαντική αύξηση κατά 1,0cm. Τα αποτελέσματα της περιφέρειας της κοιλιάς και των γλουτών διατηρήθηκαν για 3 μήνες χωρίς σημαντική πτώση. Η ικανοποίηση ήταν υψηλή και στις δύο ομάδες (93,3%), καθώς τα περισσότερα άτομα παρατήρησαν ότι η εμφάνιση της περιοχής που υποβλήθηκε σε θεραπεία έχει βελτιωθεί. Η ερευνήτρια συμπέρανε ότι η διαδοχική εφαρμογή των θεραπειών HIFEM, RF και TPE βελτίωσε αισθητά την εμφάνιση της κοιλιάς και των γλουτών. Τα άτομα εμφάνισαν ενίσχυση του περιγράμματος του σώματος της κοιλιάς, ανόρθωση γλουτών και βελτιωμένη ποιότητα δέρματος που εκδηλώθηκε με μειωμένη χαλαρότητα του δέρματος και κυτταρίτιδα. (134)

Κεφάλαιο 4^ο. Συνδυαστικές Θεραπείες και ενδεικτικά πρωτόκολλα

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας αποκαλύπτει ότι δεν υπάρχουν συγκεκριμένα πρωτόκολλα για τη χρήση των μηχανημάτων αισθητικής που διερευνήθηκαν στην παρούσα μελέτη. Αντ' αυτού κάθε μελέτη χρησιμοποιεί το δικό της πρωτόκολλο βάσει του μεθοδολογικού της σχεδιασμού. Συνεπώς, παρουσιάζεται βιβλιογραφικό κενό, ιδίως για τις νέες τεχνολογίες. Καθώς είναι σχετικά νέα, λίγοι χειριστές συσκευών κρυολιπόλυσης γνωρίζουν τη διαδικασία ή έχουν μεγάλη εμπειρία με τις συσκευές αυτές.

Επειδή η κρυολιπόλυση είναι ακόμα μια σχετικά νέα διαδικασία, τα πρωτόκολλα θεραπείας δεν έχουν ακόμη βελτιστοποιηθεί για να μεγιστοποιηθούν τα αποτελέσματά της. (68) Ταυτόχρονα, ο μηχανισμός δράσης με τον οποίο η κρυολιπόλυση προκαλεί βλάβη στα λιποκύτταρα δεν είναι καλά κατανοητός και παραμένει ένα συνεχές αντικείμενο έρευνας. Η μελέτη των Brightman & Geronemus (135) υποδεικνύει ότι ένας δεύτερος διαδοχικός κύκλος θεραπείας μπορεί να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα αυτής της διαδικασίας ενώ η μελέτη των Shek Chan & Chan (69) έδειξε ότι μια δεύτερη θεραπεία βελτίωσε την αποτελεσματικότητα στην περιοχή της κοιλιάς αλλά όχι στα πλαίνα της κοιλιάς. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αν και μια επακόλουθη θεραπεία οδηγεί σε περαιτέρω μείωση του λίπους, η έκταση της βελτίωσης δεν ήταν τόσο δραματική όσο η πρώτη θεραπεία. Μια υπόθεση για το μειωμένο αποτέλεσμα της δεύτερης θεραπείας μπορεί να είναι ότι το λίπος που εκτίθεται στη δεύτερη θερμική εξαγωγή είναι πιο κοντά στον μυ. Η αγγειακή παροχή στο μυϊκό στρώμα μπορεί να εμποδίσει την αποτελεσματικότητα της εξαγωγής θερμότητας, έτσι ώστε το λίπος που βρίσκεται πιο κοντά στη μυϊκή στιβάδα να μην φτάσει την επιθυμητή βέλτιστη θερμοκρασία των 45°C. Μια άλλη υπόθεση είναι ότι τα λιποκύτταρα που επέζησαν από την πρώτη θεραπεία έχουν μεγαλύτερη ανοχή στο κρύο.

Επιπλέον, έχουν γίνει δοκιμές πρωτοκόλλων για την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας της κρυολιπόλυσης. Η κρυολιπόλυση μπορεί επίσης να συνδυαστεί με άλλες διαδικασίες για την επίτευξη των επιθυμητών αποτελεσμάτων

του ατόμου. Η ενσωμάτωση χειροκίνητου μασάζ αμέσως μετά τη θεραπεία κρυολιπόλισης φαίνεται να αυξάνει σημαντικά την αποτελεσματικότητα της θεραπείας. Ενώ τα δεδομένα παρακολούθησης 2 μηνών στη μελέτη των Boey & Wasilenchuk (68) έδειξαν αύξηση 68% στη μείωση του στρώματος λίπους στην περιοχή της θεραπείας με μασάζ σε σύγκριση με την περιοχή θεραπείας χωρίς μασάζ, οι μετρήσεις των 4 μηνών έδειξαν αύξηση 44% στη μείωση του στρώματος λίπους. Αν και εξακολουθεί να είναι μια βελτίωση στη μείωση του στρώματος λίπους, είναι άγνωστο γιατί το αποτέλεσμα ήταν πιο έντονο στο χρονικό σημείο των 2 μηνών. Δεν αναφέρθηκαν μακροχρόνιες παρενέργειες ή ανεπιθύμητες ενέργειες. Επομένως, η κρυολιπόλιση αποδεικνύεται ότι είναι μια καλά ανεκτή, αποτελεσματική μέθοδος θεραπείας για τη μείωση του στρώματος λίπους στην κάτω κοιλιακή χώρα. Καθώς τα πρωτόκολλα θεραπείας κρυολιπόλισης συνεχίζουν να βελτιώνονται και να βελτιστοποιούνται, το χειροκίνητο μασάζ μετά τη θεραπεία είναι μια τεχνική που μπορεί να ενσωματωθεί για την ασφαλή βελτίωση της αποτελεσματικότητας της θεραπείας.

Οι Few et al (136) πραγματοποίησαν μία ανασκόπηση που στηριζόταν στις πληροφορίες που έδωσαν 8 πλαστικοί χειρουργοί σχετικά με τις βέλτιστες πρακτικές της κλινικής διαδικασίας της κρυολιπόλισης. Αναφέρεται ότι η αποτελεσματικότητα της κρυολιπόλισης στηρίζεται στη λήψη του ιστορικού και στην αξιολόγηση του ατόμου, ενώ η καταλληλότητα του αποτελεί παράγοντα που επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της θεραπείας. Παράλληλα, η αξιολόγηση της εστιακής παχυσαρκίας του ατόμου λειτουργεί ως ευκαιρία για την αξιολόγηση των απαιτούμενων συνεδριών που χρειάζεται ώστε να προκληθεί σταδιακή μείωση του λίπους. Η κρυολιπόλιση προκαλεί μια μέτρια και σταδιακή μείωση του υποδόριου λίπους και μπορεί να χρειαστούν πολλαπλοί κύκλοι θεραπείας και συνεδρίες ανάλογα με την περιοχή θεραπείας, τα ατομικά χαρακτηριστικά και τους στόχους του ασθενούς. (22) Οι υποψήφιοι για συνεδρίες κρυολιπόλισης θεωρούνται καλοί όταν δεν είναι παχύσαρκοι ($\Delta\text{Μ}\Sigma < 30 \text{ kg/m}^2$), όταν αναζητούν διαμόρφωση περιγράμματος ή τοπική μείωση λίπους σε αντίθεση με τη σημαντική απομάκρυνση του λιπώδους όγκου και χωρίς σημαντική χαλάρωση δέρματος. Η κρυολιπόλιση αντενδείκνυται σε άτομα με κρυσταλλοαίμα, ψυχρή παροξυσμική αιμοσφαιρινουρία και με πρωτογενή νόσο της ψυχρής συγκολλητίνης και θα πρέπει

να λαμβάνεται υπόψη με προσοχή σε άτομα με διαταραχές ευαισθησίας στο κρύο, συμπεριλαμβανομένου του φαινομένου Raynaud και της κρύας κνίδωσης ή γνωστής νευρολογικής νόσου. (137)

Στο πλαίσιο της αναφοράς στις βέλτιστες πρακτικές, οι χειρουργοί προτείνουν την εφαρμογή κρυολιπόλυσης σε συνδυασμό με άλλες μη επεμβατικές επιλογές θεραπείας σώματος, όπως τη θεραπεία της κυτταρίτιδας και τη θεραπεία με RF για τη σύσφιξη του δέρματος. (136) Επιπλέον, θα πρέπει να ενημερώνονται ότι η κρυολιπόλυση δεν αποτελεί διαδικασία απώλειας βάρους ή υποκατάστατο υγιεινής διατροφής και άσκησης. Η διατήρηση ενός σταθερού βάρους από πλευράς των ατόμων είναι απαραίτητη, στο πλαίσιο του πρωτοκόλλου, προκειμένου να αποφευχθεί η σύγχυση των επιπτώσεων της απώλειας ή αύξησης βάρους στα μέτρα της αποτελεσματικότητας της λιποδιάλυσης.

Η αναδρομική μελέτη σε 518 άτομα που υποβλήθηκαν σε κρυολιπόλυση των πλευρών, της κοιλιάς, της πλάτης, των έσω μηρών και των γónατων ή των γλουτών ανέφερε μέση μείωση κατά 23% στο πάχος του λίπους. Οι περισσότερες περιοχές θεραπείας (86,5%) έλαβαν μία μόνο θεραπεία κρυολιπόλυσης, εύρημα που αποκαλύπτει την αποτελεσματικότητα της μεθόδου ακόμη και σε πρωτόκολλο μίας μόνο συνεδρίας. (72) Ωστόσο, είναι πιθανό να μην παρατηρηθεί ορατή διαφορά από τα άτομα έως και 3 μήνες μετά την κρυολιπόλυση και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να χρειαστούν πολλαπλές συνεδρίες θεραπείας για να επιτύχουν τα επιθυμητά αποτελέσματα. Η διαβούλευση με τον υποψήφιο θα πρέπει επίσης να περιλαμβάνει εκπαίδευση σχετικά με τις πιθανές ανεπιθύμητες ενέργειες που προκύπτουν από τη θεραπεία, αν και αυτές είναι σπάνιες και συνήθως παροδικές. Τα πιο κοινά ζητήματα που σχετίζονται με την κρυολιπόλυση περιλαμβάνουν ερύθημα, μώλωπες, οίδημα, ευαισθησία και πόνο και συνήθως υποχωρούν μέσα σε λίγες εβδομάδες. (138)

Η εξελισσόμενη τεχνολογία έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη νεότερων εφαρμογών που μειώνουν το χρόνο θεραπείας από 60 σε 35 λεπτά και μπορεί να είναι πιο άνετοι για τα άτομα στα οποία εφαρμόζεται. Μια πρόσφατη μελέτη έδειξε ότι μια πρωτότυπη συσκευή εφαρμογής κενού μεσαίου μεγέθους CoolCup (CoolSculpting System; Allergan plc, Dublin, Ireland), η οποία έκτοτε εξελίχθηκε στην εμπορικά διαθέσιμη εφαρμογή CoolAdvantage, ήταν εξίσου αποτελεσματική με μια τυπική

συσκευή εφαρμογής, αλλά μείωσε το χρόνο που απαιτείται για την κρυολιπόλυση της πλευράς κατά 42%. Ο πρωτότυπος εφαρμοστής CoolCup συσχετίστηκε επίσης με χαμηλότερο πόνο και λιγότερους μώλωπες από τον τυπικό εφαρμοστή. Επιπλέον, λόγω του μειωμένου χρόνου θεραπείας και της βελτιωμένης άνεσης, το 85% των ασθενών προτίμησε τον πρωτότυπο εφαρμοστή CoolCup. (139)

Επειδή η κρυολιπόλυση είναι μια μη επεμβατική διαδικασία, υπάρχει ένας βαθμός μεταβλητότητας στα αποτελέσματα. Στις κλινικές μελέτες, τα αποτελέσματα ήταν πιο ορατά σε ασθενείς με διακριτά, εντοπισμένα εξογκώματα λίπους. Η κρυολιπόλυση δεν φαίνεται να είναι τόσο αποτελεσματική σε παχύσαρκα άτομα ή σε άτομα με υπερβολική χαλαρότητα του δέρματος. Επιπροσθέτως, η βελτίωση μετά την κρυολιπόλυση δεν είναι άμεση, αλλά μάλλον εμφανίζεται αργά κατά τη διάρκεια δύο έως τριών μηνών. Όταν υπάρχει χαλάρωση του δέρματος, δεν συστήνεται η κρυολιπόλυση αλλά η σύσφιξη δέρματος, δηλαδή οι συνεδρίες με συσκευές RF. (136)

Σύμφωνα με όσα αναφέρονται στη βιβλιογραφία σχετικά με το πρωτόκολλο για την κρυολιπόλυση, η συνεδρία πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας έναν εφαρμοστή με κενό αέρος που είναι προσαρτημένος στην περιοχή θεραπείας. Ένας αισθητικός ή πάροχος υγειονομικής περίθαλψης εφαρμόζει ένα στρώμα τζελ στο δέρμα πριν τοποθετήσει το απλικατέρ. Αυτό εξασφαλίζει ίση θερμική επαφή μεταξύ του μηχανήματος και του ιστού που υποβάλλεται σε θεραπεία. Ο ιστός ψύχεται σε θερμοκρασία ακριβώς πάνω από το μηδέν και διατηρείται σε αυτή τη θερμοκρασία για 40 έως 60 λεπτά. Κατά τη διάρκεια αυτού του χρόνου, δεν χρειάζεται καμία παρέμβαση. Η βιβλιογραφία δείχνει ότι τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται για την εφαρμογή της κρυολιπόλυσης ποικίλλουν από 30 έως 60 λεπτά και παρουσιάζουν καλά στατιστικά και κλινικά αποτελέσματα. (65, 75, 70) Ανάλογα με το σημείο της θεραπείας, μπορεί να πραγματοποιηθεί μία δεύτερη θεραπεία, σε απόσταση περίπου 8 εβδομάδων μετά την πρώτη. Τα αποτελέσματα φαίνονται περίπου 3 εβδομάδες αργότερα και κορυφώνονται περίπου στις 12 εβδομάδες. (140) Πολλαπλές θεραπείες στην ίδια ανατομική περιοχή μπορεί να οδηγήσουν σε περαιτέρω μείωση του λίπους, αν και η αποτελεσματικότητα της κρυολιπόλυσης φαίνεται να μειώνεται με διαδοχικές θεραπείες.

Ένα άλλο όφελος για την κρυολιπόλυση είναι ότι δεν επηρεάζει τα συστηματικά επίπεδα των λιπιδίων ή τα ηπατικά ένζυμα, που θα επέτρεπε σε ασθενείς με αντικρουόμενες συννοσηρότητες. Εν συγκρίσει με άλλες μεθόδους, όπως τη θεραπεία λιπόλυσης με λέιζερ, επιτυγχάνει μεγαλύτερη μείωση του στρώματος λίπους. (141) Επιπλέον, η σύγκριση με συσκευές LLLT, το RF και το HIFU και σε συνδυασμό με άλλες τεχνικές, όπως το μηχανικό μασάζ, τη θεραπεία κρουστικών κυμάτων και τοπικές κρέμες αποκάλυψε ότι ο συνδυασμός της κρυολιπόλυσης με θεραπεία κρουστικών κυμάτων παρουσίασε τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. (21)

Πέραν της κρυολιπόλυσης, οι συσκευές RF μπορεί μεν να εστιάζουν στην ανάπλαση του δέρματος αλλά μπορούν επίσης να προωθήσουν την λιποδιάλυση. Η αποτελεσματικότητα της RF ως μη επεμβατικής τεχνικής για τη μείωση του υποδόριου λίπους στους μηρούς και τους γλουτούς έχει αποδειχθεί σε μεγάλο αριθμό ερευνών και στην πλειονότητα τους οι συμμετέχοντες έλαβαν περισσότερες από δύο συνεδρίες (2 έως 16) σε διάστημα αρκετών εβδομάδων. Μια συσκευή επιλεκτικής ραδιοσυχνότητας χωρίς επαφή (RF) (σύστημα Vanquish, BTL) έχει αποδειχθεί κλινικά ότι μειώνει σημαντικά το κοιλιακό λίπος σε 4 έως 6 εβδομαδιαίες συνεδρίες. Η αποτελεσματικότητα αυτής της τεχνικής έχει τεκμηριωθεί επιστημονικά και προσφέρει μια εξαιρετική εναλλακτική λύση στην κρυολιπόλυση. (142) Αλλά και τα Laser μπορούν να φανούν αποτελεσματικά στη μείωση του λιπώδους ιστού: ένα διοδικό λέιζερ 1060nm χρησιμοποιήθηκε για την επίτευξη υπερθερμικών θερμοκρασιών εντός του λιπώδους ιστού και βρέθηκε ότι είναι αποτελεσματικό και μη επεμβατικό για τη μείωση του λίπους. (95)

Οι Abboud & Hachem (18) πραγματοποίησαν μία μέθοδο μη επεμβατικής λιπόλυσης συνδυάζοντας τις RF και την κρυολιπόλυση σε μία μόνο συνεδρία δημιουργώντας τις συνθήκες για «λιπόλυση θερμικού σοκ». Η RF πραγματοποιήθηκε δύο φορές για 15 λεπτά η καθεμία σε σχήμα «σάντουιτς» πριν και μετά την κρυολιπόλυση. Ο συνδυασμός προ- και μεταθέρμανσης με την κρυολιπόλυση έχει ήδη αποδείξει την αποτελεσματικότητά του σε σύγκριση με τη συμβατική λιπόλυση. (143) Ο συνδυασμός των RF πριν και μετά την κρυολιπόλυση σε μία μόνο συνεδρία είναι μια απλή, ασφαλής και αποτελεσματική μέθοδος για τη θεραπεία του ανεπιθύμητου λίπους.

Στη μελέτη των Karoor, Shome & Ranjan (144) κάθε ασθενής έλαβε 3 συνεδρίες θεραπείας, κάθε συνεδρία περιλάμβανε θεραπείες με υπερήχους και RF σε διαστήματα δύο εβδομάδων. 4 εβδομάδες μετά την 3^η συνεδρία οι περισσότεροι συμμετέχοντες παρουσίασαν βελτίωση στην περιφέρεια της κοιλιάς και/ή των μηρών, οδηγώντας στο συμπέρασμα ότι ο συνδυασμός εναλλασσόμενων τεχνολογιών υπερήχων και RF με εναλλασσόμενες θερμές και ψυχρές μονάδες είναι μια ασφαλής και αποτελεσματική μέθοδος για τη λιπόλυση και τη θεραπεία της χαλάρωσης του δέρματος και της κυτταρίτιδας.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι εθελοντές εμφανίζουν ρυτίδες και χαλάρωση, οπότε συνιστάται μια συνδυαστική θεραπεία HIFU και RF. Ωστόσο, οι θεραπείες HIFU και RF δεν μπορούν να πραγματοποιηθούν ταυτόχρονα, γι' αυτό απαιτείται εξατομικευμένο σχέδιο θεραπείας

Από τα στοιχεία αυτά μπορεί να αναδειχθεί ότι παρά τα αποδεδειγμένα οφέλη κάθε συσκευής, ο συνδυασμός αυτών είναι αποτελεσματικότερος και ενισχύει τα αποτελέσματα των συνεδριών.

Αναφορικά με τους χρόνους μεταξύ των συνεδριών, και πάλι η βιβλιογραφία παρουσιάζει κενά. Η εφαρμογή των RF πραγματοποιείται σε συνεδρίες (20 λεπτά έως 60 λεπτά) ανάλογα με την έκταση της περιοχής που αντιμετωπίζεται. Η επίδραση των συνεδριών RF είναι άμεσα ορατή και διαρκεί για πολλούς μήνες έως χρόνια εφόσον διατηρείται σωστά, δηλαδή κάθε 4-8 εβδομάδες. Το RF microneedling απαιτεί για τους περισσότερους ανθρώπους μια αρχική σειρά τουλάχιστον 3 έως 4 θεραπειών για να δουν τα επιθυμητά αποτελέσματα, ενώ τα αποτελέσματα είναι ορατά μετά από 3 έως 6 μήνες. Το ακριβές χρονικό πλαίσιο εξαρτάται από τον τύπο και τη σοβαρότητα της κατάστασης. Αυτές οι συνεδρίες συνήθως πραγματοποιούνται κάθε 3 έως 8 εβδομάδες. Αυτό επιτρέπει στο δέρμα να επουλώνεται μεταξύ των θεραπειών. Μετά το αρχικό σετ θεραπειών, τα αποτελέσματα θα διαρκέσουν περίπου 1 χρόνο. Αναφορικά με τις συνεδρίες HIFEM, σύμφωνα με την μελέτη των Jacob & Paskova (31) οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε 4 θεραπείες, όπου κάθε μία διήρκεσε 30 λεπτά και οι μεταξύ τους συνεδρίες απέιχαν μεταξύ τους 2-3 ημέρες. Όσον αφορά τις συσκευές Cavitation συστήνεται μια πορεία 6-12 συνεδριών προτού πραγματοποιηθεί

ένα διάλειμμα 4 εβδομάδων για να επιτραπεί στο σώμα να ανακάμψει. Μεταξύ των συνεδριών θα πρέπει να υπάρχει διάστημα τουλάχιστον 72 ωρών.

Συμπεράσματα

Αν και η λιποαναρρόφηση είναι μια αποτελεσματική θεραπευτική επιλογή για την αφαίρεση του πλεονάζοντος λιπώδους ιστού, παραμένει μια επεμβατική διαδικασία και εγκυμονεί τους εγγενείς κινδύνους που σχετίζονται με τη χειρουργική επέμβαση. Τα τελευταία χρόνια, έχουν αναπτυχθεί νέες μέθοδοι για την αντιμετώπιση της βελτίωσης του περιγράμματος του σώματος. Αυτές οι μέθοδοι στοχεύουν κυρίως στις φυσικές ιδιότητες του λίπους που το διαφοροποιούν από την υπερκείμενη επιδερμίδα και το χόριο, με αποτέλεσμα την επιλεκτική καταστροφή του λίπους. Οι συσκευές που χρησιμοποιούν υπερήχους υψηλής συχνότητας, ενέργεια ραδιοσυχνότητας και φως λέιζερ έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν το περίγραμμα σώματος, να ελαχιστοποιήσουν τις δυσμενείς συνέπειες και να συντομεύσουν τον μετεγχειρητικό χρόνο αποκατάστασης. Μέσω της θερμικής καταστροφής, της καταστροφής της σπηλαιώσης ή της δημιουργίας ενός προσωρινού πόρου της κυτταρικής μεμβράνης του λιποκυττάρου, το τελικό αποτέλεσμα είναι ότι ο αριθμός των λιποκυττάρων μειώνεται, κάτι που, όταν μεταφράζεται σε εκατομμύρια λιποκύτταρα, οδηγεί σε μετρήσιμη μείωση του λίπους.

Η βελτίωση του περιγράμματος σώματος παραμένει μια από τις πιο κοινές αισθητικές παρεμβάσεις που πραγματοποιούνται διεθνώς και σήμερα πλέον παρατηρείται μία στροφή στην προτίμηση των γυναικών και ανδρών προς τις μη παρεμβατικές αισθητικές μεθόδους, οι οποίες είναι αναίμακτες, οικονομικότερες, έχουν χαμηλό κίνδυνο παρενεργειών και δεν απαιτούν διάστημα αποθεραπείας. Βάσει αυτών, η χρήση μη παρεμβατικών συσκευών με στόχο τη μυϊκή ενδυνάμωση, τη βελτίωση του δέρματος και τη μείωση του λιπώδους ιστού έχει βρεθεί στο επίκεντρο των προτιμήσεων των ενδιαφερομένων.

Η παρούσα ανασκόπηση επεδίωξε να διερευνήσει τις βασικές διαθέσιμες μη παρεμβατικές θεραπείες της αισθητικής δερματολογίας που χρησιμοποιούνται για να αντιμετωπίσουν αισθητικά προβλήματα του σώματος, όπως η κυτταρίτιδα, η παχυσαρκία, το τοπικό πάχος, η χαλάρωση του δέρματος και η μυϊκή αδυναμία. Οι θεραπευτικές προσεγγίσεις που εξετάστηκαν περιλαμβάνουν τις συσκευές υπερήχων, τις συσκευές κρυολιπόλυσης, τις συσκευές Laser, τις συσκευές RF, τη συσκευή φωτοθεραπείας με LED και μεσοθεραπείας (no – needle mesotherapy) και τη

συσκευή HIFEM. Σε κάποιες από αυτές τις θεραπευτικές προσεγγίσεις η βιβλιογραφία και οι έρευνες ήταν εκτενείς και τα ευρήματα τεκμηριωμένα, ενώ σε άλλες παρατηρήθηκε βιβλιογραφικό κενό, το οποίο δεν επιτρέπει τη διεξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Περαιτέρω, αποκαλύφθηκε ότι η σύγκριση μεταξύ των θεραπευτικών προσεγγίσεων είναι περιορισμένη, όπως και η δημιουργία και δημοσίευση πρωτοκόλλων που αφορούν σε κάθε θεραπεία.

Εφόσον αναπτύχθηκαν τα υπό μελέτη προβλήματα αισθητικής φύσεως, ως προς τη φύση και την αιτιολογία τους, περιγράφηκαν με ακρίβεια και βάσει των διαθέσιμων ευρημάτων οι συσκευές που καλούνται να τα βελτιώσουν. Κάθε μία από τις συσκευές που μελετήθηκαν λειτουργεί με έναν συγκεκριμένο μηχανισμό δράσης, ο οποίος στηρίζεται στους βιολογικούς μηχανισμούς του σώματος (για παράδειγμα στόχευση των λιποκυττάρων και πρόκληση απόπτωσης με στόχο τη μείωση του λιπώδους ιστού). Οι ανεπιθύμητες παρενέργειες, όπως μελετήθηκε, δεν είναι σημαντικές ούτε μόνιμες και κατά βάση είναι κοινές στις διαφορετικές συσκευές, με κυριότερες το ερύθημα, το μώλωπα ή το οίδημα. Μόνο η κρυολιπόλιση μπορεί να επιφέρει την παράδοση υπερπλασία του λιπώδους ιστού, δηλαδή την τοπικά εντοπισμένη σκλήρυνση του λίπους μετά τη θεραπεία της κρυολιπόλισης.

Η σύγκριση των συνδυαστικών θεραπειών βιοϊατρικής τεχνολογίας κατέδειξε ότι η διαθέσιμη αρθρογραφία είναι εξαιρετικά περιορισμένη και οι διαθέσιμες έρευνες έχουν αναδείξει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στη χρήση δύο συσκευών είτε στην ίδια συνεδρία είτε σε διαδοχικές συνεδρίες, όπως η χρήση της κρυολιπόλισης και της σπηλαίωσης υπερήχων, αλλά έχουν πραγματοποιηθεί και κάποιες ελάχιστες μελέτες που συγκρίνουν τις συσκευές, όπως της κρυολιπόλισης έναντι της σπηλαίωσης με υπερήχους ή της κρυολιπόλισης έναντι της LLLT, RF και του HIFU. Η σύγκριση στο τρίτο κεφάλαιο της παρούσας ανασκόπησης εστίασε στις συσκευές που στοχεύουν στη λιποδιάλυση, στη σύσφιξη του δέρματος και στη μυική ενδυνάμωση.

Όσον αφορά το τέταρτο κεφάλαιο και τα ενδεικτικά πρωτόκολλα των θεραπειών, η βιβλιογραφία είναι αρκετά περιορισμένη, καθώς κάθε ερευνητική μελέτη εστιάζει αποκλειστικά στην εφαρμογή του δικού της πρωτοκόλλου και εν γένει δεν υπάρχει μία καθολικά αποδεκτή σύμπτωση όσον αφορά της χρόνους

εφαρμογής. Ο μεγαλύτερος όγκος της βιβλιογραφίας (εν γένει) αφορά στην κρυολιπόλιση, και παρά το μεγάλο αριθμό των συναφών μελετών, θεωρείται ακόμη και σήμερα μία νέα θεραπευτική προσέγγιση της οποίας οι μηχανισμοί δράσης παραμένουν ακόμη ασαφής. Μέσα από τις μελέτες που εξετάστηκαν, η κρυολιπόλιση παρουσιάζει μεγάλο κενό μεταξύ των συνεδριών και η επιλογή του αριθμού των συνεδριών είναι εξατομικευμένη και αποφασίζεται βάσει της αξιολόγησης των αναγκών και των προσδοκιών του ατόμου. Σε κάποιες μελέτες φάνηκε ότι αρκεί μία μόνο θεραπεία για να φανούν θετικά αποτελέσματα, ενώ παραμένει ασαφές αν η δεύτερη συνεδρία είναι απαραίτητη ή ακόμη και αποτελεσματική. Επιπλέον, αποτελεί μία θεραπευτική μέθοδο όπου τα αποτελέσματά της αργούν αρκετά να φανούν και να παρατηρηθούν από το ίδιο το άτομο που τα έλαβε. Παράλληλα, υπάρχουν κάποιες προϋποθέσεις για τους υποψηφίους (όπως το να μην είναι παχύσαρκοι) ενώ τα αποτελέσματα σε κάθε άτομο παρουσιάζουν εξίσου διακύμανση και διαφοροποίηση.

Όπως ήταν αναμενόμενο, καταδείχθηκε ότι ο συνδυασμός των διαφόρων συσκευών λειτουργούν αποτελεσματικότερα στις στοχευμένες περιοχές, ιδίως όσον αφορά τη μείωση του λιπώδους ιστού. Ο συνδυασμός των συσκευών εξομαλύνει και αντισταθμίζει τα πιθανά μειονεκτήματα της μίας έναντι της άλλης και ισχυροποιεί το αποτέλεσμα, όπως στην περίπτωση του συνδυασμού της κρυολιπόλισης με RF για την ταυτόχρονη σύσφιξη του δέρματος ή του συνδυασμού της κρυολιπόλισης με κρουστικά κύματα.

Δεδομένου ότι η παρούσα μελέτη είναι βιβλιογραφική, προτείνεται η διεξαγωγή μίας μελλοντικής έρευνας, μίας συστηματικής ανασκόπησης, η οποία θα αξιολογεί την ποιότητα του μεθοδολογικού σχεδιασμού και των ευρημάτων των ερευνών που συμπεριλήφθηκαν. Επιπλέον, μία πρόταση, αν και δύσκολη ως προς την πραγματοποίησή της, θα μπορούσε να αφορά την εστίαση μία ή δύο μη παρεμβατικές θεραπευτικές προσεγγίσεις και την αξιολόγηση της εφαρμογής συγκεκριμένων πρωτοκόλλων σε ένα δείγμα εθελοντών, προκειμένου να καταγραφτεί η αποτελεσματικότητά της στο πεδίο θεραπείας, μία μελέτη που δεν έχει διεξαχθεί ακόμη στον ελληνικό χώρο. Η διεξαγωγή νέων μελετών που όχι απλά θα συγκρίνουν το συνδυασμό θεραπειών, αλλά ταυτόχρονα να θα αξιολογούν διαφορετικά πρωτόκολλα (ως προς το χρόνο της συνεδρίας και το σύνολο των συνεδριών κ.ο.κ.)

στις θεραπευτικές αυτές μεθόδους θεωρείται αναγκαία, δεδομένου του βιβλιογραφικού κενού που αναδείχθηκε στην παρούσα μελέτη.

Βιβλιογραφία

- (1) Feng LF. Characteristics and emerging trends in modern aesthetic medicine. *Chin Med J (Engl)*. 2020;133(6):741-742. doi: 10.1097/CM9.0000000000000679. PMID: 32049745.
- (2) Krueger N, Mai SV, Luebberding S, Sadick NS. Cryolipolysis for noninvasive body contouring: clinical efficacy and patient satisfaction. *Clin Cosmet Investig Dermatol*. 2014;7:201-5. doi: 10.2147/CCID.S44371. PMID: 25061326.
- (3) Avci P, Nyame TT, Gupta GK, Sadasivam M, Hamblin MR. Low-level laser therapy for fat layer reduction: a comprehensive review. *Lasers Surg Med*. 2013;45(6):349-357. doi: 10.1002/lsm.22153. PMID: 23749426.
- (4) Krueger N, Mai SV, Luebberding S, Sadick NS. Cryolipolysis for noninvasive body contouring: clinical efficacy and patient satisfaction. *Clin Cosmet Investig Dermatol*. 2014;7:201-5. doi: 10.2147/CCID.S44371. PMID: 25061326.
- (5) Tokarska K, Tokarski S, Woźniacka A, Sysa-Jędrzejowska A, Bogaczewicz J. Cellulite: a cosmetic or systemic issue? Contemporary views on the etiopathogenesis of cellulite. *Postepy Dermatol Alergol*. 2018;35(5):442-446. doi: 10.5114/ada.2018.77235. PMID: 30429699; PMCID: PMC6232550.
- (6) Rawlings AV. Cellulite and its treatment. *Int J Cosmet Sci*. 2006;28(3):175-90. doi: 10.1111/j.1467-2494.2006.00318.x. PMID: 18489274.
- (7) World Health Organization. Obesity and overweight. [Updated 2021 Dec 4]. Available from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
- (8) Kelly T, Yang W, Chen CS, Reynolds K, He J. Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32(9):1431-7. doi: 10.1038/ijo.2008.102. PMID: 18607383.

- (9) Esfahani SB, Pal S. Obesity, mental health, and sexual dysfunction: A critical review. *Health Psychol Open*. 2018;5(2):2055102918786867. doi: 10.1177/2055102918786867. PMID: 30023076.
- (10) Saely CH, Geiger K, Drexel H. Brown versus white adipose tissue: a mini-review. *Gerontology*. 2012;58(1):15-23. doi: 10.1159/000321319. Epub 2010 Dec 7. PMID: 21135534.
- (11) Kiess W, Petzold S, Töpfer M, Garten A, Blüher S, Kapellen T, Körner A, Kratzsch J. Adipocytes and adipose tissue. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2008;22(1):135-53. doi: 10.1016/j.beem.2007.10.002. PMID: 18279785.
- (12) Coelho M, Oliveira T, Fernandes R. Biochemistry of adipose tissue: an endocrine organ. *Arch Med Sci*. 2013;9(2):191-200. doi: 10.5114/aoms.2013.33181. PMID: 23671428.
- (13) Ahadzadeh AS, Rafik-Galea S, Alavi M, Amini M. Relationship between body mass index, body image, and fear of negative evaluation: Moderating role of self-esteem. *Health Psychol*. 2018;5(1):2055102918774251. doi: 10.1177/2055102918774251. PMID: 29977587.
- (14) Murray K, Rieger E, Byrne D. A longitudinal investigation of the mediating role of self-esteem and body importance in the relationship between stress and body dissatisfaction in adolescent females and males. *Body Image*. 2013;10(4):544-51. doi: 10.1016/j.bodyim.2013.07.011. PMID: 23993480.
- (15) Dunaev JL, Schulz JL, Markey CN. Cosmetic surgery attitudes among midlife women: Appearance esteem, weight esteem, and fear of negative appearance evaluation. *J Health Psychol*. 2018;23(1):59-66. doi: 10.1177/1359105316642249. PMID: 27114214.
- (16) Brown SA, Greenbaum L, Shtukmaster S, Zadok Y, Ben-Ezra S, Kushkule L. Characterization of Nonthermal Focused Ultrasound for Noninvasive Selective Fat Cell Disruption (Lysis): Technical and Preclinical

- Assessment. *Plast Reconstr Surg.* 2009;124(1):92-101. doi: 10.1097/PRS.0b013e31819c59c7. PMID: 19346998.
- (17) Jermeen MD, Amira MD. (2019). Effect of Ultrasound Cavitation on Weight Reduction for Prediabetic Obese Patients. *Med. J. Cairo Univ.* 2019;87:909-917.
- (18) Abboud S, Hachem JP. Heat Shock Lipolysis: Radiofrequency Combined with Cryolipolysis for the Reduction of Localized Subcutaneous Fat. *Dermatol Res Pract.* 2020;4093907. doi: 10.1155/2020/4093907. PMID: 32089673.
- (19) Jensen MD. Role of body fat distribution and the metabolic complications of obesity. *J Clin Endocrinol Metab.* 2008;93(11):S57-63. doi: 10.1210/jc.2008-1585. PMID: 18987271; PMCID: PMC2585758.
- (20) Stevens WG, Pietrzak LK, Spring MA. Broad overview of a clinical and commercial experience with CoolSculpting. *Aesthet Surg J.* 2013;33(6):835-46. doi: 10.1177/1090820X13494757. PMID: 23858510.
- (21) Kennedy J, Verne S, Griffith R, Falto-Aizpurua L, Nouri K. Non-invasive subcutaneous fat reduction: a review. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2015;29(9):1679-1688. doi: 10.1111/jdv.12994
- (22) Kammeyer A, Luiten RM. Oxidation events and skin aging. *Ageing Res Rev.* 2015;21:16-29. doi: 10.1016/j.arr.2015.01.001. PMID: 25653189.
- (23) Halper J, Kjaer M. Basic components of connective tissues and extracellular matrix: elastin, fibrillin, fibulins, fibrinogen, fibronectin, laminin, tenascins and thrombospondins. *Adv Exp Med Biol.* 2014;802:31-47. doi: 10.1007/978-94-007-7893-1_3. PMID: 24443019.
- (24) Woolery-Lloyd H, Kammer JN. Skin tightening. *Curr Probl Dermatol.* 2011;42:147-152. doi: 10.1159/000328284. PMID: 21865807.
- (25) Gupta V, Winocour J, Shi H, Shack RB, Grotting JC, Higdon KK. Preoperative Risk Factors and Complication Rates in Facelift: Analysis of

- 11,300 Patients. *Aesthet Surg J.* 2016;36(1):1-13. doi: 10.1093/asj/sjv162. PMID: 26578747.
- (26) Ramanadham SR, Costa CR, Narasimhan K, Coleman JE, Rohrich RJ. Refining the anesthesia management of the face-lift patient: lessons learned from 1089 consecutive face lifts. *Plast Reconstr Surg.* 2015;135(3):723-730. doi: 10.1097/PRS.0000000000000966. PMID: 25415274.
- (27) Fabi SG. Noninvasive skin tightening: focus on new ultrasound techniques. *Clin Cosmet Investig Dermatol.* 2015;8:47-52. doi: 10.2147/CCID.S69118. PMID: 25709486.
- (28) Kevin R, Kwan BA, Zachary Kolansky MS, Brian J, Abittan MD, Aaron S, Farberg MD, Goldenberg G. Skin Tightening. *Cutis.* 2020;106:134-137. doi:10.12788/cutis.0073.
- (29) Arnoczky SP, Aksan A. Thermal modification of connective tissues: basic science considerations and clinical implications. *J Am Acad Orthop Surg.* 2000;8(5):305-313. doi: 10.5435/00124635-200009000-00004. PMID: 11029558.
- (30) Ibrahim O, Munavalli GS, Dover JS. Radiofrequency with Microneedling. *Adv Cosmet Surg.* 2018;1:109-115.
- (31) Jacob CI, Paskova K. Safety and efficacy of a novel high-intensity focused electromagnetic technology device for noninvasive abdominal body shaping. *J Cosmet Dermatol.* 2018;17(5):783-787. doi: 10.1111/jocd.12779. PMID: 30225976.
- (32) Duncan D, Dinev I. Noninvasive Induction of Muscle Fiber Hypertrophy and Hyperplasia: Effects of High-Intensity Focused Electromagnetic Field Evaluated in an In-Vivo Porcine Model: A Pilot Study. *Aesthet Surg J.* 2020;40(5):568-574. doi: 10.1093/asj/sjz244. PMID: 31665217.
- (33) Mulholland RS, Paul MD, Chalfoun C. Noninvasive body contouring with radiofrequency, ultrasound, cryolipolysis, and low-level laser therapy.

- Clin Plast Surg. 2011;38(3):503-20, vii-iii. doi: 10.1016/j.cps.2011.05.002. PMID: 21824546.
- (34) Sasaki GH, Abelev N, Tevez-Ortiz A. Noninvasive selective cryolipolysis and reperfusion recovery for localized natural fat reduction and contouring. *Aesthet Surg J*. 2014;34(3):420-31. doi: 10.1177/1090820X13520320. PMID: 24598865.
- (35) Zocchi ML. Ultrasonic assisted lipoplasty. Technical refinements and clinical evaluations. *Clin Plast Surg*. 1996;23(4):575-98. PMID: 8906391.
- (36) Igra H, Satur NM. Tumescant liposuction versus internal ultrasonic-assisted tumescant liposuction. A side-to-side comparison. *Dermatol Surg*. 1997;23(12):1213-8. doi: 10.1111/j.1524-4725.1997.tb00477.x. PMID: 9426671.
- (37) Hamdy A, Medhat A, Gendy AE, Zikri EN, Elgengehy FT, Abdelhadi M, Fouad S. Effect of Ultrasound Fat Cavitation as a Complementary Modality to Weight Loss in Egyptian Women with Polycystic Ovarian Syndrome and Abdominal Obesity. *Der Pharma Chemica*. 2017;9(9):140-144.
- (38) Savoia A, Forenza AM, Vannini F et al. Noninvasive body contouring by low frequency ultrasound: a clinical study. *Open Reconstr. Cosmet. Surg*. 2010;3:11-16.
- (39) Bani D, Quattrini Li A, & Freschi, G, Lo Russo G. Histological and Ultrastructural Effects of Ultrasound-induced Cavitation on Human Skin Adipose Tissue. *Plastic and reconstructive surgery. Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2013;1:e41. doi: 10.1097/GOX.0b013e3182a7f222. PMID: 25289235.
- (40) Wu F, Wang ZB, Chen WZ, Wang W, Gui Y, Zhang M, Zheng G, Zhou Y, Xu G, Li M, Zhang C, Ye H, Feng R. Extracorporeal high intensity focused ultrasound ablation in the treatment of 1038 patients with solid carcinomas in China: an overview. *Ultrason Sonochem*. 2004;11(3-4):149-54. doi: 10.1016/j.ultsonch.2004.01.011. PMID: 15081972.

- (41) Shek SY, Yeung CK, Chan JC, Chan HH. Efficacy of high-intensity focused ultrasonography for noninvasive body sculpting in Chinese patients. *Lasers Surg Med.* 2014;46(4):263-9. doi: 10.1002/lsm.22232. PMID: 24585511.
- (42) Fatemi A. High-intensity focused ultrasound effectively reduces adipose tissue. *Semin Cutan Med Surg.* 2009;28(4):257-62. doi: 10.1016/j.sder.2009.11.005. PMID: 20123425.
- (43) Guth F, Bitencourt S, Bedinot C, Sinigaglia G, Tassinary JAF. Immediate effect and safety of HIFU single treatment for male subcutaneous fat reduction. *J Cosmet Dermatol.* 2018;17(3):385-389. doi: 10.1111/jocd.12466. PMID: 29205814.
- (44) Notarnicola A, Moretti B. The biological effects of extracorporeal shock wave therapy (eswt) on tendon tissue. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2012;2(1):33-7. PMID: 23738271.
- (45) Angehrn F, Kuhn C, Voss A. Can cellulite be treated with low-energy extracorporeal shock wave therapy? *Clin Interv Aging.* 2007;2:623-630. doi: 10.2147/cia.s1721. PMID: 18225463.
- (46) Christ C, Brenke R, Sattler G, Siems W, Novak P, Daser A. Improvement in skin elasticity in the treatment of cellulite and connective tissue weakness by means of extracorporeal pulse activation therapy. *Aesthet Surg J.* 2008;28(5):538-44. doi: 10.1016/j.asj.2008.07.011. PMID: 19083577.
- (47) Sattler G, Pohl U, Raegener K, Pilotstudie akustische Wellentherapie (AWT) bei Cellulite. *Aathet. Dermatol.* 2008;2(16):e25.
- (48) Knobloch K, Kraemer R. Extracorporeal shock wave therapy (ESWT) for the treatment of cellulite--A current metaanalysis. *Int J Surg.* 2015;24(B):210-7. doi: 10.1016/j.ijssu.2015.07.644. PMID: 26209782.
- (49) Jackson RF, Roche GC, Shanks SC. A double-blind, placebo-controlled randomized trial evaluating the ability of low-level laser therapy to

- improve the appearance of cellulite. *Lasers Surg Med.* 2013;45(3):141-7. doi: 10.1002/lsm.22119. PMID: 23508376.
- (50) Truitt A, Elkeeb L, Ortiz A, Saedi A, Echague KM. Evaluation of a long pulsed 1064-nm Nd:YAG laser for improvement in appearance of cellulite. *J. Cosmet. Laser Ther.* 2012;14(3):139e144. doi: 10.3109/14764172.2012.685480.
- (51) Ferraro GA, De Francesco F, Cataldo C, Rossano F, Nicoletti G, D'Andrea F. Synergistic effects of cryolipolysis and shock waves for noninvasive body contouring. *Aesthetic Plast Surg.* 2012;36(3):666-79. doi: 10.1007/s00266-011-9832-7. PMID: 22042359.
- (52) Bae H, Kim HJ. Clinical outcomes of extracorporeal shock wave therapy in patients with secondary lymphedema: a pilot study. *Ann Rehabil Med.* 2013;37(2):229-34. doi: 10.5535/arm.2013.37.2.229. PMID: 23705118.
- (53) Cho W, Kim SY, Jeong M, Park YM. Shockwaves Suppress Adipocyte Differentiation via Decrease in PPAR γ . *Cells.* 2020;9(1):166. doi: 10.3390/cells9010166. PMID: 31936603.
- (54) Adatto MA, Adatto-Neilson R, Novak P, Krotz A, Haller G. Body shaping with acoustic wave therapy AWT(®)/EPAT(®): randomized, controlled study on 14 subjects. *J Cosmet Laser Ther.* 2011;13(6):291-6. doi: 10.3109/14764172.2011.630089. PMID: 21981441.
- (55) Knobloch K, Joest B, Krämer R, Vogt PM. Cellulite and focused extracorporeal shockwave therapy for non-invasive body contouring: a randomized trial. *Dermatol Ther (Heidelb).* 2013;3(2):143-55. doi: 10.1007/s13555-013-0039-5. PMID: 24297647.
- (56) Russe-Wilflingseder K, Russe E, Vester JC, Haller G, Novak P, Krotz A. Placebo controlled, prospectively randomized, double-blinded study for the investigation of the effectiveness and safety of the acoustic wave therapy (AWT(®)) for cellulite treatment. *J Cosmet Laser Ther.* 2013;15(3):155-62. doi: 10.3109/14764172.2012.759235.

- (57) Schlaudraff KU, Kiessling MC, Császár NB, Schmitz C. Predictability of the individual clinical outcome of extracorporeal shock wave therapy for cellulite. *Clin Cosmet Investig Dermatol*. 2014;7:171-83. doi: 10.2147/CCID.S59851. PMID: 24920933.
- (58) Nassar AH, Dorizas AS, Shafai A, Sadick NS. A randomized, controlled clinical study to investigate the safety and efficacy of acoustic wave therapy in body contouring. *Dermatol Surg*. 2015;41(3):366-70. doi: 10.1097/DSS.0000000000000290. PMID: 25742559.
- (59) Kuhn C, Angehrn F, Sonnabend O, Voss A. Impact of extracorporeal shock waves on the human skin with cellulite: a case study of an unique instance. *Clin Interv Aging*. 2008;3(1):201-10. doi: 10.2147/cia.s2334. PMID: 18488890.
- (60) Siems W, Grune T, Voss P, Brenke R. Anti-fibrosclerotic effects of shock wave therapy in lipedema and cellulite. *Biofactors*. 2005;24(1-4):275-82. doi: 10.1002/biof.5520240132. PMID: 16403988.
- (61) Kim H. The combination of extracorporeal shock wave therapy and noncontact apoptosis-inducing radiofrequency achieved significant waist circumferential reduction: a pilot study. *Laser Ther*. 2017;26(2):129-136. doi: 10.5978/islm.17-OR-11. PMID: 28785133.
- (62) Manstein D, Laubach H, Watanabe K, Farinelli W, Zurakowski D, Anderson RR. Selective cryolysis: A novel method of non-invasive fat removal. *Lasers Surg Med*. 2008;40:595–604. doi: 10.3906/sag-1507-71
- (63) Preciado J, Allison J. The effect of cold exposure on adipocytes: examining a novel method for the noninvasive removal of fat. *Cryobiology*. 2008;57:327.
- (64) Epstein EH Jr, Oren ME. Popsicle panniculitis. *N Engl J Med*. 1970;282(17):966-7. doi: 10.1056/NEJM197004232821709. PMID: 5436034.

- (65) Derrick CD, Shridharani SM, Broyles JM. The Safety and Efficacy of Cryolipolysis: A Systematic Review of Available Literature. *Aesthet Surg J*. 2015;35(7):830-6. doi: 10.1093/asj/sjv039. PMID: 26038367.
- (66) Singh SM, Geddes ER, Boutrous SG, Galiano RD, Friedman PM. Paradoxical adipose hyperplasia secondary to cryolipolysis: An underreported entity? *Lasers Surg Med*. 2015;47(6):476-8. doi: 10.1002/lsm.22380. PMID: 26096832.
- (67) Bernstein EF. Longitudinal evaluation of cryolipolysis efficacy: two case studies. *J Cosmet Dermatol*. 2013;12:149-152. doi: 10.1111/jocd.12036. PMID: 23725309.
- (68) Boey GE, Wasilenchuk JL. Enhanced clinical outcome with manual massage following cryolipolysis treatment: A 4-month study of safety and efficacy. *Lasers Surg Med*. 2014;46:20-26. doi: 10.1002/lsm.22209. PMID: 24338439.
- (69) Shek SY, Chan NP, Chan HH. Non-invasive cryolipolysis for body contouring in Chinese--a first commercial experience. *Lasers Surg Med*. 2012;44(2):125-30. doi: 10.1002/lsm.21145. PMID: 22334296.
- (70) Coleman SR, Sachdeva K, Egbert BM, Preciado J, Allison J. Clinical efficacy of noninvasive cryolipolysis and its effects on peripheral nerves. *Aesthetic Plast Surg*. 2009;33:482-488. doi:10.1007/s00266-008-9286-8. PMID: 19296153.
- (71) Nishikawa A, Aikawa Y. Quantitative Assessment of the Cryolipolysis Method for Body Contouring in Asian Patients. *Clin Cosmet Investig Dermatol*. 2021;14:1773-1781. doi: 10.2147/CCID.S337487. PMID: 34848988.
- (72) Dierickx CC, Mazer JM, Sand M, Koenig S, Arigon V. Safety, tolerance, and patient satisfaction with noninvasive cryolipolysis. *Dermatol Surg*. 2013;39(8):1209-16. doi: 10.1111/dsu.12238. PMID: 23639062.

- (73) Adjadj L, SidAhmed-Mezi M, Mondoloni M, Meningaud JP, Hersant B. Assessment of the efficacy of cryolipolysis on saddlebags: a prospective study of 53 patients. *Plast Reconstr Surg.* 2017;140(1):50-7. doi: 10.1097/PRS.0000000000003433. PMID: 28654588.
- (74) Silva GA, Souza DR, Parreiras KAC, Polese JC, da Silva FS. Effectiveness of cryolipolysis for subcutaneous fat reduction: a systematic review and meta-analysis. *Surg. Cosmet. Dermatol.* 2021;13. doi: 10.5935/scd1984-8773.2021130005.
- (75) Garibyan L, Sipprell WH 3rd, Jalian HR, Sakamoto FH, Avram M, Anderson RR. Three-dimensional volumetric quantification of fat loss following cryolipolysis. *Lasers Surg Med.* 2014;46(2):75-80. doi: 10.1002/lsm.22207. PMID: 24535759.
- (76) Eldesoky MTM, Abutaleb EEM, Mousa GSM. Ultrasound cavitation versus cryolipolysis for non-invasive body contouring. *Australas J Dermatol.* 2016;57(4):288-93. doi: 10.1111/ajd.12386. PMID: 26299702.
- (77) Suh DH, Park JH, Kim BY, Lee SJ, Moon JH, Ryu HJ. Double stacking cryolipolysis treatment of the abdominal fat with use of a novel contoured applicator. *J Cosmet Laser Ther.* 2019;21(4):238-242. doi: 10.1080/14764172.2018.1525742. PMID: 30285505.
- (78) Zelickson B, Egbert BM, Preciado J, Allison J, Springer K, Rhoades RW, Manstein D. Cryolipolysis for noninvasive fat cell destruction: initial results from a pig model. *Dermatol Surg.* 2009;35(10):1462-70. doi: 10.1111/j.1524-4725.2009.01259.x. PMID: 19614940.
- (79) Klein KB, Zelickson B, Riopelle JG, Okamoto E, Bachelor EP, Harry RS, Preciado JA. Non-invasive cryolipolysis for subcutaneous fat reduction does not affect serum lipid levels or liver function tests. *Lasers Surg Med.* 2009;41(10):785-90. doi: 10.1002/lsm.20850. PMID: 20014252.

- (80) Majdabadi A, Abazari M. Analysis of laser-fat interaction through comparing 980 nm diode laser with 1064 nm Nd:YAG laser. *J. Skin Stem Cell.* 2014;1(1):1-6. doi: 10.17795/jssc17793.
- (81) Meyer PF, Consulin MCD, Rodrigues T, Pereira AM, Lopes PCM, da Silva RMV, de Vasconcellos LS. Effects of contrast cryolipolysis on flank region adiposity: Case study. *J Cosmet Dermatol.* 2018;17(6):1059-1062. doi: 10.1111/jocd.12785. PMID: 30246297.
- (82) Savacini MB, Bueno DT, Molina ACS, Lopes ACA, Silva CN, Moreira RG, Almeida S, Guidi RM, Sant'Ana E, Liebano RE. Effectiveness and Safety of Contrast Cryolipolysis for Subcutaneous-Fat Reduction. *Dermatol Res Pract.* 2018;2018:5276528. doi: 10.1155/2018/5276528. PMID: 30631345.
- (83) Shek SY, Chan NP, Chan HH. Non-invasive cryolipolysis for body contouring in Chinese--a first commercial experience. *Lasers Surg Med.* 2012;44(2):125-30. doi: 10.1002/lsm.21145. PMID: 22334296.
- (84) Caruso-Davis MK, Guillot TS, Podichetty VK, Mashtalir N, Dhurandhar NV, Dubuisson O, Yu Y, Greenway FL. Efficacy of low-level laser therapy for body contouring and spot fat reduction. *Obes Surg.* 2011;21(6):722-729. doi: 10.1007/s11695-010-0126-y. PMID: 20393809.
- (85) Chen AC, Arany PR, Huang YY, Tomkinson EM, Sharma SK, Kharkwal GB, Saleem T, Mooney D, Yull FE, Blackwell TS, Hamblin MR. Low-level laser therapy activates NF-kB via generation of reactive oxygen species in mouse embryonic fibroblasts. *PLoS One.* 2011;6(7):e22453. doi: 10.1371/journal.pone.0022453. PMID: 21814580.
- (86) Neira R, Arroyave J, Ramirez H, Ortiz CL, Solarte E, Sequeda F, Gutierrez MI. Fat liquefaction: effect of low-level laser energy on adipose tissue. *Plast Reconstr Surg.* 2002;110(3):912-22. doi: 10.1097/00006534-200209010-00030. PMID: 12172159.

- (87) Nestor MS, Zarraga MB, Park H. Effect of 635nm Low-level Laser Therapy on Upper Arm Circumference Reduction: A Double-blind, Randomized, Sham-controlled Trial. *J Clin Aesthet Dermatol*. 2012;5(2):42-8. PMID: 22468172.
- (88) Garavello-Freitas I, Baranauskas V, Joazeiro PP, Padovani CR, Dal Pai-Silva M, da Cruz-Höfling MA. Low-power laser irradiation improves histomorphometrical parameters and bone matrix organization during tibia wound healing in rats. *J Photochem Photobiol B*. 2003;70(2):81-9. doi: 10.1016/s1011-1344(03)00058-7. PMID: 12849698.
- (89) Croghan IT, Ebbert JO, Schroeder DR, Hurt RT, Hagstrom V, Clark MM. A randomized, open-label pilot of the combination of low-level laser therapy and lorcaserin for weight loss. *BMC Obes*. 2016;3:42. doi: 10.1186/s40608-016-0122-4. PMID: 27708788.
- (90) Jackson RF, Stern FA, Neira R, Ortiz-Neira CL, Maloney J. Application of low-level laser therapy for noninvasive body contouring. *Lasers Surg Med*. 2012;44(3):211-7. doi: 10.1002/lsm.22007. PMID: 22362380.
- (91) Croghan IT, Hurt RT, Schroeder DR, Fokken SC, Jensen MD, Clark MM, Ebbert JO. Low-level laser therapy for weight reduction: a randomized pilot study. *Lasers Med Sci*. 2020;35(3):663-675. doi: 10.1007/s10103-019-02867-5. PMID: 31473867.
- (92) Roche GC, Shanks S, Jackson RF, Holsey LJ. Low-Level Laser Therapy for Reducing the Hip, Waist, and Upper Abdomen Circumference of Individuals with Obesity. *Photomed Laser Surg*. 2017;35(3):142-149. doi: 10.1089/pho.2016.4172. PMID: 27935737.
- (93) Suarez DP, Roche GC, Jackson RF. A double-blind, shamcontrolled study demonstrating the effectiveness of low-level laser therapy using a 532-nm green diode for contouring the waist, hips, and thighs. *Am J Cosmet Surg* 2014;31:34-41.

- (94) GamalEldin H, Nasef SA, Shaban G, Elaggan A. Effect of low level laser on abdominal obesity in women with lumber disc prolapse: a randomized controlled trial. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. Eur. J. Mol. Clin. Med. 2021;8(3):2084-2095. ISSN 2515-8260.
- (95) Schilling L, Saedi N, Weiss R. 1060 nm diode hyperthermic laser lipolysis:the latest in non-invasive body contouring. *JDD*. 2017; 16(1):48-52.
- (96) Franco W, Kothare A, Ronan SJ, Grekin RC, McCalmont TH. Hyperthermic injury to adipocyte cells by selective heating of subcutaneous fat with a novel radiofrequency device: feasibility studies. *Lasers Surg Med*. 2010;42(5):361-70. doi: 10.1002/lsm.20925. PMID: 20583242.
- (97) Katz B, Doherty S. Safety and Efficacy of a Noninvasive 1,060-nm Diode Laser for Fat Reduction of the Flanks. *Dermatol Surg*. 2018;44(3):388-396. doi: 10.1097/DSS.0000000000001298. PMID: 28902034.
- (98) Decorato JW, Chen B, Sierra R. Subcutaneous adipose tissue response to a non-invasive hyperthermic treatment using a 1,060 nm laser. *Lasers Surg Med*. 2017;49(5):480-489. doi: 10.1002/lsm.22625. PMID: 28103642.
- (99) Kislevitz M, Wamsley C, Kang A, Kilmer S, Hoopman J, Barillas J, Kenkel JM. Clinical Evaluation of the Safety and Efficacy of a 1060-nm Diode Laser for Non-Invasive Fat Reduction of the Abdomen. *Aesthet Surg J*. 2021;41(10):1155-1165. doi: 10.1093/asj/sjaa418. PMID: 33647960.
- (100) Bass LS, Doherty ST. Safety and Efficacy of a Non-Invasive 1060 nm Diode Laser for Fat Reduction of the Abdomen. *J Drugs Dermatol*. 2018;17(1):106-112. PMID: 29320595.
- (101) Moon IJ, Choi JW, Jung CJ, Kim S, Park E, Won CH. Efficacy and safety of a novel combined 1060-nm and 635-nm laser device for non-invasive reduction of abdominal and submental fat. *Lasers Med Sci*. 2022;37(1):505-512. doi: 10.1007/s10103-021-03288-z. PMID: 33797649.

- (102) McDaniel D, Fritz K, Machovcova A, Bernardy J. A focused monopolar radiofrequency causes apoptosis: a porcine model. *J Drugs Dermatol*. 2014;13(11):1336-40. PMID: 25607699.
- (103) Rydén M, Arner P. Subcutaneous Adipocyte Lipolysis Contributes to Circulating Lipid Levels. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2017 Sep;37(9):1782-1787. doi: 10.1161/ATVBAHA.117.309759. PMID: 28663255.
- (104) Alexiades-Armenakas M, Dover JS, Arndt KA. Unipolar radiofrequency treatment to improve the appearance of cellulite. *J Cosmet Laser Ther*. 2008;10(3):148-153. doi: 10.1080/14764170802279651. PMID: 18788033.
- (105) Pino M, Rosado RH, Azuela A, Graciela Guzmán M, Argüelles D, Rodríguez C, Rosado GM. Effect of controlled volumetric tissue heating with radiofrequency on cellulite and the subcutaneous tissue of the buttocks and thighs. *J Drugs Dermatol*. 2006;5(8):714-22. PMID: 16989185.
- (106) Paul M, Blugerman G, Kreindel M, Mulholland RS. Three-dimensional radiofrequency tissue tightening: a proposed mechanism and applications for body contouring. *Aesthetic Plast Surg*. 2011;35(1):87-95. doi: 10.1007/s00266-010-9564-0. PMID: 20835826.
- (107) Cook J, Waughtel, J, Lennox PA, Pozner J. (2020). Fractional radiofrequency microneedling for skin rejuvenation. *Dermatol Rev*.2020;1:16-19. doi: 10.1002/der2.10.
- (108) Seo KY, Kim DH, Lee SE, Yoon MS, Lee HJ. Skin rejuvenation by microneedle fractional radiofrequency and a human stem cell conditioned medium in Asian skin: a randomized controlled investigator blinded split-face study. *J Cosmet Laser Ther*. 2013 Feb;15(1):25-33.
- (109) Hexsel DM, Siega C, Schilling-Souza J, Porto MD, Rodrigues TC. A bipolar radiofrequency, infrared, vacuum and mechanical massage device for

- treatment of cellulite: a pilot study. *J Cosmet Laser Ther.* 2011;13(6):297-302. doi: 10.3109/14764172.2011.630086. PMID: 21981326.
- (110) Peterson PS, Lei X, Wolf RM. CTRP7 deletion attenuates obesity-linked glucose intolerance, adipose tissue inflammation, and hepatic stress. *Ame J of Phys.* 2017;10:1152. doi: 10.1152/ajpendo.00344.2016. PMID: 28223291.
- (111) Figueiro MG, Plitnick B, Rea MS. Light modulates leptin and ghrelin in sleep-restricted adults. *Int J Endocrinol.* 2012;2012:530726. doi: 10.1155/2012/530726. PMID: 22988459.
- (112) Paolillo FR, Borghi-Silva A, Parizotto NA, Kurachi C, Bagnato VS. New treatment of cellulite with infrared-LED illumination applied during high-intensity treadmill training. *J Cosmet Laser Ther.* 2011;13(4):166-71. doi: 10.3109/14764172.2011.594065. PMID: 21740089.
- (113) Sene-Fiorese M, Duarte FO, de Aquino Junior AE, Campos RM, Masquio DC, Tock L, de Oliveira Duarte AC, Dâmaso AR, Parizotto NA, Bagnato VS. The potential of phototherapy to reduce body fat, insulin resistance and "metabolic inflexibility" related to obesity in women undergoing weight loss treatment. *Lasers Surg Med.* 2015;47(8):634-42. doi: 10.1002/lsm.22395. PMID: 26220050.
- (114) Amitrano C, Cappelletti R, Torre R. New trends in Drug Delivery Systems: Mesoporation, a novel technique. *Am J Mesotherapy.* 2012;24-25.
- (115) Konda D, Thappa DM. Mesotherapy: What is new? *Indian J Dermatol Venereol Leprol.* 2013;79(1):127-34. doi: 10.4103/0378-6323.104689. PMID: 23254749.
- (116) Alexiades M. High Intensity Focused Electromagnetic Field (HIFEM) Devices in Dermatology. *J Drugs Dermatol.* 2019;18(11):1088. PMID: 31738491.
- (117) Katz B, Weiss R, Samuels JB, F.A.C.S. Radiofrequency heating and HIFEM delivered simultaneously - the first sham-controlled randomized trial.

Annual Meeting of the American Society for Dermatologic Surgery. 2020 Virtual Meeting.

- (118) Palm M. Magnetic Resonance Imaging Evaluation of Changes in Gluteal Muscles After Treatments With the High-Intensity Focused Electromagnetic Procedure. *Dermatol Surg.* 2021;47(3):386-391. doi: 10.1097/DSS.0000000000002764. PMID: 32947301.
- (119) Kinney BM, Kent DE. MRI and CT Assessment of Abdominal Tissue Composition in Patients After High-Intensity Focused Electromagnetic Therapy Treatments: One-Year Follow-Up. *Aesthet Surg J.* 2020;40(12):NP686-NP693. doi: 10.1093/asj/sjaa052. PMID: 32103232.
- (120) Weiss RA, Bernardy J, Tichy F. Radiofrequency treatment used in combination with HIFEM therapy: histological analysis including scanning electron microscopy of adipocytes. *ASLMS Abstracts.* 2020;52(S32):S5-S82.
- (121) Halaas Y, Duncan D, Bernardy J, Ondrackova P, Dinev I. Activation of Skeletal Muscle Satellite Cells by a Device Simultaneously Applying High-Intensity Focused Electromagnetic Technology and Novel RF Technology: Fluorescent Microscopy Facilitated Detection of NCAM/CD56. *Aesthet Surg J.* 2021;41(7):NP939-NP947. doi: 10.1093/asj/sjab002. PMID: 33433586.
- (122) Jacob C, Kinney B, Busso M, Chilukuri S, McCoy JD, Bailey C, Denkova R. High Intensity Focused Electro-Magnetic Technology (HIFEM) for Non-Invasive Buttock Lifting and Toning of Gluteal Muscles: A Multi-Center Efficacy and Safety Study. *J Drugs Dermatol.* 2018;17(11):1229-1232. PMID: 30500146.
- (123) Goldberg DJ, Enright KM, Goldfarb R, Katz B, Gold M. The role and clinical benefits of high-intensity focused electromagnetic devices for non-invasive lipolysis and beyond: A narrative review and position paper. *J Cosmet Dermatol.* 2021;20(7):2096-2101. doi: 10.1111/jocd.14203. PMID: 33960109.

- (124) Nelson AA, Wasserman D, Avram MM. Cryolipolysis for reduction of excess adipose tissue. *Semin Cutan Med Surg.* 2009;28(4):244-9. doi: 10.1016/j.sder.2009.11.004. PMID: 20123423.
- (125) Mahmoud ELdesoky MT, Mohamed Abutaleb EE, Mohamed Mousa GS. Ultrasound cavitation versus cryolipolysis for non-invasive body contouring. *Australas J Dermatol.* 2016;57(4):288-293. doi: 10.1111/ajd.12386. PMID: 26299702.
- (126) Ascher B. Safety and efficacy of UltraShape Contour I treatments to improve the appearance of body contours: multiple treatments in shorter intervals. *Aesthetic Surg J.* 2010;30(2):217e24. doi: 10.1177/1090820X09360692. PMID: 20442099.
- (127) Khedmatgozar H, Yadegari M, Khodadadegan MA, Khodabandeh AK, Ghazavi H, Esmaily H, Sajedeh Yousefian, Badpeyma M, Mahsa Amarlou, Bagherniya M, Saghafi N, Sadeghi R, Ferns GA, Ghazizadeh H, Ghayour-Mobarhan M. The effect of ultrasound cavitation in combination with cryolipolysis as a non-invasive selective procedure for abdominal fat reduction. *Diabetes Metab Syndr.* 2020;14(6):2185-2189. doi: 10.1016/j.dsx.2020.10.034. PMID: 33395779.
- (128) Zelickson BD, Burns AJ, Kilmer SL. Cryolipolysis for safe and effective inner thigh fat reduction. *Lasers Surg Med.* 2015;47(2):120-7. doi: 10.1002/lsm.22320. PMID: 25586980.
- (129) Kim J, Kim DH, Ryu HJ. Clinical effectiveness of non-invasive selective cryolipolysis. *J Cosmet Laser Ther.* 2014;16(5):209-13. doi: 10.3109/14764172.2014.946050. PMID: 25046234.
- (130) Abotaleb AMR, Sayed AA, Abdeen HA, Fawzy MW. Ultrasound Cavitation Versus Cryolipolysis on Central Obese Patients. *Med. J. Cairo Univ.* 2019;87(1):835-842.
- (131) Naeimi M, Khorasanchi Z, Mohammadzadeh E, Safari M, Naseri Z, Afshari A, et al. Treatment by Cryolipolysis with radio-frequency and

- ultrasound cavitation combination is no more effective in improving indices of adiposity than radio-frequency and ultrasound cavitation alone. *Transl Met Syn Res.* 2019;2. doi: 10.1016/j.tmsr.2019.06.001.
- (132) O'Connor K, Kandula P, Kaminer M. Non-surgical skin tightening. *PAR.* 2021;8:64. doi: 10.20517/2347-9264.2021.60
- (133) Samuels JB, Katz B, Weiss RA. Radiofrequency Heating and High-Intensity Focused Electromagnetic Treatment Delivered Simultaneously: The First Sham-Controlled Randomized Trial. *Plast Reconstr Surg.* 2022;149(5):893e-900e. doi: 10.1097/PRS.0000000000009030. PMID: 35259147.
- (134) Duncan DI. Combination treatment for buttock and abdominal remodeling and skin improvement using HIFEM procedure and simultaneous delivery of radiofrequency and targeted pressure energy. *J Cosmet Dermatol.* 2021;20(12):3893-3898. doi: 10.1111/jocd.14554. PMID: 34679227.
- (135) Brightman L, Geronemus R. Can second treatment enhance clinical results in cryolipolysis? *Cosmetic Derm.* 2011;24(2):85-88.
- (136) Few J, Saltz R, Beaty M, Kelly M, Movassaghi K, Marcus KA, Sieber D, Burns AJ, Sangha S. Cryolipolysis: Clinical Best Practices and Other Nonclinical Considerations. *Aesthet Surg J Open Forum.* 2020;2(2):ojaa010. doi: 10.1093/asjof/ojaa010. PMID: 33791637.
- (137) Jalian HR, Avram MM. Cryolipolysis: a historical perspective and current clinical practice. *Semin Cutan Med Surg.* 2013;32(1):31-4. PMID: 24049927.
- (138) Ingargiola MJ , Motakef S, Chung MT, Vasconez HC, Sasaki GH. Cryolipolysis for fat reduction and body contouring: safety and efficacy of current treatment paradigms. *Plast Reconstr Surg.* 2015;135(6):1581-1590.
- (139) Kilmer SL. Prototype CoolCup cryolipolysis applicator with over 40% reduced treatment time demonstrates equivalent safety and efficacy with

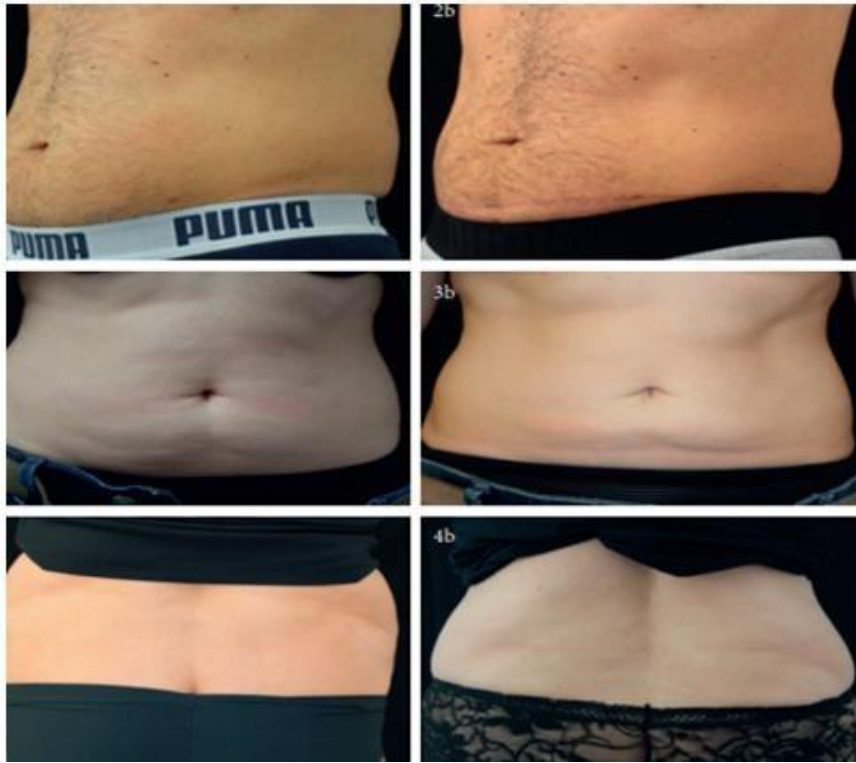
- greater patient preference. *Lasers Surg Med.* 2017;49(1):63-68. doi: 10.1002/lsm.22550. PMID: 27327898.
- (140) Harper M, Lassetter JH. *Cryolipolysis: A Guide for Primary Care Practitioners.* Faculty Publications. 2019;5192.
- (141) Mostafa MS, Elshafey MA. Cryolipolysis versus laser lipolysis on adolescent abdominal adiposity. *Lasers Surg Med.* 2016 Apr;48(4):365-70. doi: 10.1002/lsm.22475. PMID: 26791606.
- (142) McDaniel D, Samková P. Evaluation of the Safety and Efficacy of a Non-contact Radiofrequency Device for the Improvement in Contour and Circumferential Reduction of the Inner and Outer Thigh. *J Drugs Dermatol.* 2015;14(12):1422-4. PMID: 26659935.
- (143) Pinto H, Ricart-Jané D, Pardina E. Pre and post lipocryolysis thermic conditioning enhances rat adipocyte destruction. *CryoLetters,* 2014;35(2)154-160.
- (144) Kapoor R, Shome D, Ranjan A. Use of a novel combined radiofrequency and ultrasound device for lipolysis, skin tightening and cellulite treatment. *J Cosmet Laser Ther.* 2017;19(5):266-274. doi: 10.1080/14764172.2017.1303169. PMID: 28281840.

Παράρτημα

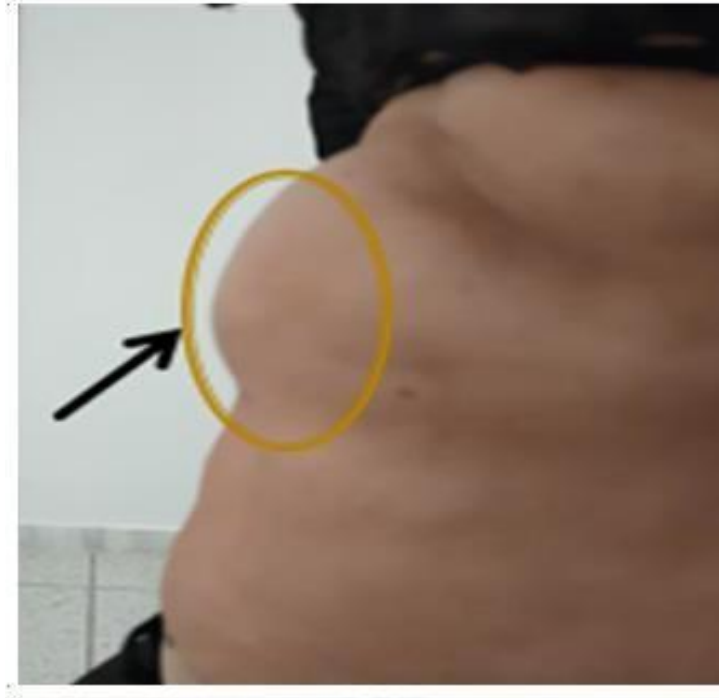


Εικόνα 1.1 Στάδια κυτταρίτιδας¹

¹ Αρχειακό Υλικό από Δρ. Φωτεινή Μπισκανάκη, 2016



Εικόνα 1.2.: Πριν (α) και μετά (β) από 1 εφαρμογή κρυολιπόλυσης και ραδιοσυχνότητας (18)



Εικόνα 1.3.: Τοπική λιποδυστροφία-Παράδοξη υπερπλασία λιπώδους ιστού.²

² Αρχαικό Υλικό από Δρ. Φωτεινή Μπισκανάκη, 2020.



Εικόνα 1.4.: Πριν (α) και μετά (β) από την εφαρμογής ραδιοσυχνότητων στην περιοχή της κοιλιάς για 8 συνεδρίες (συχνότητα:1 φορά /βδομάδα).³



Εικόνα 1.5.: Πριν (α) και μετά (β) από 3 μήνες εφαρμογής τεχνολογίας HIFEM, η οποία φαίνεται να ενδυναμώνει τους μύες και να βοηθά στη μείωση του λιπώδους ιστού.. Οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε 4 θεραπείες, όπου κάθε μία διήρκεσε 30 λεπτά και οι μεταξύ τους συνεδρίες απείχαν μεταξύ τους 2-3 ημέρες. (31)

³ Αρχαικό Υλικό της Δρ.Φωτεινής Μπισκανάκη, 2015.