

ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ ΣΧΟΛΗ

ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ
(ΠΡΩΗΝ ΤΜΗΜΑ ΑΙΣΘΗΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΚΟΣΜΗΤΟΛΟΓΙΑΣ)**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

**Εφαρμογές Ipl και Laser σε Δερματολογικούς και
Αισθητικούς Τομείς**



ΦΟΙΤΗΤΡΙΕΣ :ΚΥΡΙΑΚΙΔΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ

ΡΑΪΪΖΗ ΑΡΙΣΤΕΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΘΕΟΔΩΡΙΔΗΣ ΕΥΣΤΑΘΙΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2021

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με θέμα ' Εφαρμογές IPL και Laser σε δερματολογικούς και αισθητικούς τομείς' πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της πτυχιακής εργασίας του τμήματος Επιστημών Διατροφής και Διαιτολογίας του Διεθνούς πανεπιστημίου της Ελλάδος.

Στο σημείο αυτό αισθανόμαστε την ανάγκη να εκφράσουμε τις ειλικρινείς και θερμές μας ευχαριστίες σε όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας.

Στον καθηγητή κ. Θεοδωρίδη Ευστάθιο για την δυνατότητα που μας έδωσε να πραγματοποιήσουμε την πτυχιακή μας εργασία καθώς και για την συνεχή καθοδήγηση και αμέριστη υποστήριξή του.

Σε όλους τους καθηγητές μας για τις πολύτιμες γνώσεις που μας προσέφεραν όλα αυτά τα χρόνια. Και τέλος, στις οικογένειές μας για την εμπιστοσύνη και την στήριξη που μας έδειξαν καθ'όλη την διάρκεια των σπουδών μας και συνέβαλαν στην εκπλήρωση των στόχων που είχαμε θέσει.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Πρόσφατες εξελίξεις (νέα μήκη κύματος, έννοιες θεραπείας και συνδυασμοί) στον τομέα των λέιζερ, έντονο παλμικό φως (IPL), LED, καθώς και νέες πηγές ενέργειας και φωτός έχουν ανοίξει νέες θεραπευτικές επιλογές που εκτείνονται πέρα από απλές αισθητικές ενδείξεις. Έτσι, ενώ τα κλασματικά λέιζερ χρησιμοποιούνται για την απλή αντιμετώπιση των ρυτίδων, οι ίδιες συσκευές - στο πλαίσιο της παράδοσης φαρμάκων με τη βοήθεια λέιζερ - έχουν πλέον γίνει σημαντικά εργαλεία για τη θεραπεία ουλών, καρκίνου πεδίου και επιθηλιακών όγκων. Οι απαιτήσεις που τίθενται στους γιατρούς, τόσο όσον αφορά τον προσδιορισμό της ένδειξης όσο και τη διεξαγωγή της θεραπείας, έχουν αυξηθεί μαζί με την αύξηση της τεχνολογικής πολυπλοκότητας, καθώς και τον αυξανόμενο αριθμό συννοσηρότητας σε έναν πληθυσμό ασθενών που συνεχίζει να μεγαλώνει. Ταυτόχρονα, έχουν εισαχθεί συσκευές οικιακής χρήσης για διάφορες ενδείξεις. Αυτές οι συσκευές χαρακτηρίζονται από χαμηλή ισχύ και ειδικά χαρακτηριστικά ασφαλείας που αποσκοπούν στην πρόληψη ατυχημάτων, κινδύνων και παρενεργειών. Παρά τη μειωμένη αποτελεσματικότητα τέτοιων συσκευών αυτοθεραπείας, υπάρχει αυξημένος κίνδυνος κατάχρησης, δεδομένου ότι η βασική προϋπόθεση για επαρκή θεραπεία δεν μπορεί να διασφαλιστεί, με την ακριβή διάγνωση και τη θεραπευτική ένδειξη. Κατά συνέπεια, κατά τη διάρκεια της αφαίρεσης των μαλλιών ή της θεραπείας κατά των ρυτίδων, οι χρωματισμένες αλλοιώσεις και τα δερματικά νεοπλάσματα μπορεί να μεταβληθούν, προκαλώντας έτσι αναμενόμενες, απροσδόκητες και νέες παρενέργειες και επιπλοκές. Στοπροαναφερθέν περιβάλλον, είναι σημαντικό όλοι οι πιθανοί χρήστες αυτών των νέων τεχνολογιών να εκπαιδεύονται κατάλληλα με τρόπο που να εξασφαλίζει σε αυτούς που αντιμετωπίζονται το μέγιστο της ασφάλειας και της αποτελεσματικότητας σύμφωνα με την κατευθυντήρια αρχή διάγνωση πιστοποιητικών.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Laser, Ipl, Δερματολογική πρακτική, Κίνδυνοι, Θεραπείες

ABSTRACT

Recent developments (new wavelengths, treatment concepts and combinations) in the field of lasers, intense pulsed light (IPL), LEDs, as well as new energy and light sources have opened up new treatment options that extend beyond simple aesthetic indications. Thus, while fractional lasers are used to simply treat wrinkles, the same devices - in the delivery of laser-assisted drug delivery - have now become important tools in the treatment of scars, cancer and epithelial tumors. The demands on physicians, both in determining the indication and conducting treatment, have increased with increasing technological complexity, as well as the growing number of comorbidities in a growing patient population. At the same time, household appliances have been introduced for various indications. These devices are characterized by low power and special safety features designed to prevent accidents, hazards and side effects. Despite the reduced effectiveness of such self-healing devices, there is an increased risk of abuse, as the basic condition for adequate treatment cannot be guaranteed, with accurate diagnosis and therapeutic indication. As a result, during hair removal or anti-wrinkle treatment, pigmented lesions and skin tumors can change, causing unexpected, unexpected and new side effects and complications. In the aforementioned environment, it is important that all potential users of these new technologies are properly trained in a way that ensures maximum safety and effectiveness for those treated according to the certification guideline.

KEYWORDS

Laser, Ipl, Dermatological practice, Risks, Treatments

<u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	<u>8</u>
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΔΕΜΑΤΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΑΚΤΙΚΗ	10
1.1 Καλλυντικές Πρακτικές	10
1.2 <u>Γενική Πρακτική Δερματολογίας</u>	<u>12</u>
1.3 <u>Αποτρίχωση</u>	<u>13</u>
1.4 <u>Φλεβολογία</u>	<u>14</u>
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 LASER ΚΑΙ ΕΝΤΟΝΟ ΠΑΛΜΙΚΟ ΦΩΣ (IPL)</u>	<u>16</u>
2.1 Αρχές Λειζέρ και Έντονου Παλμικού Φωτός	16
2.2 <u>Θεραπεία Αγγειακών Βλαβών</u>	<u>18</u>
2.3 <u>Θεραπεία Υπερτροφικών Ουλών, Χηλοειδών και Ραβδώσεων</u>	<u>30</u>
2.4 <u>Θεραπεία των Χρωματισμένων Αλλοιώσεων</u>	<u>32</u>
2.5 Αφαιρετική Επανάσταση με Λειζέρ.	42
2.6 Μη Νομοθετική Επανεμφάνιση Λειζέρ.....	44
2.7 Επανεμφάνιση Κλασματικών Λειζέρ.	45
2.8 Φωτοθεραπεία με Λειζέρ.	51
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΚΙΝΔΥΝΟΙ IPL ΚΑΙ LASER.</u>	<u>54</u>
3.1 Κίνδυνοι που Σχετίζονται με Λειζέρ, Συσκευές Έντονου Παλμικού Φωτός και Νέες Πηγές Φωτός	52
3.2 <u>Αποτρίχωση</u>	<u>52</u>
3.3 <u>Κλασματική Φωτοθερμόλυση</u>	<u>62</u>
3.4 <u>Αγγεία</u>	<u>65</u>
3.5 <u>Αφαίρεση Χρωστικών Ουσιών</u>	<u>67</u>
<u>ΣΥΖΗΤΗΣΗ</u>	<u>68</u>
ΒΙΒΛΙΟΦΡΑΦΙΑ.....	71

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.1 Ερύθημα προσώπου και εμφανείς τελαγγειεκτασίες σε έναν ασθενή με ροδόχρου ακμή πριν από (Α) και μετά από δύο θεραπείες με παλμική βαφή 595 nm (PDL) (Β).....	20
Εικόνα 2.2 Αγγειώματα πριν από την έντονη θεραπεία παλμικού φωτός	22
Εικόνα 2.3 Βελτίωση των αγγειωμάτων τρεις μήνες μετά από τρεις έντονες θεραπείες παλμικού φωτός	23
Εικόνα 2.4 Οι φακοί πριν από την έντονη επεξεργασία παλμικού φωτός.....	27
Εικόνα 2.5 Βελτίωση των φακών, τρεις μήνες μετά από τέσσερις έντονες θεραπείες παλμικού φωτός	28
Εικόνα 2.6 Οι υπερτροφικές ουλές και τα χηλοειδή	31
Εικόνα 2.7 Επαγγελματικό τατουάζ πριν (Α) και μετά το τρίτο picosecond Nd: Θεραπεία λέιζερ YAG (Β).....	34
Εικόνα 2.8 Ανεπιθύμητες τρίχες πριν από έντονη παλμική θεραπεία.....	37
Εικόνα 2.9 Βελτίωση των ανεπιθύμητων τριχών έξι μήνες μετά από πέντε έντονες θεραπείες παλμικού φωτός	37
Εικόνα 2.10 Ρυτίδες πριν από την έντονη επεξεργασία παλμικού φωτός	40
Εικόνα 2.11 Βελτίωση των ρυτίδων ένα μήνα μετά από τρεις έντονες θεραπείες παλμικού φωτός	41
Εικόνα 2.12 Περιοφθαλμικά ρυθμίδια πριν από (Α) και μετά από τρεις μη επεξεργασμένες κλασματοποιημένες επεξεργασίες λέιζερ (1.550 nm) με λέιζερ (Β).	47
Εικόνα 2.13 Σοβαρές ατροφικές ουλές ακμής στην πλάτη ενός νεαρού άνδρα πριν από το (Α) και 6 μήνες μετά από μια αφαιρετική κλασματοποιημένη επεξεργασία με λέιζερ διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂) (Β).....	49

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1 Φωτοευαισθητοποίηση ναρκωτικών.....	56
Πίνακας 3.2 Δημοσιεύθηκαν παρενέργειες που σχετίζονται με αποτρίχωση με λέιζερ.	56
Πίνακας 3.3 Συγκεκριμένοι παράγοντες αύξησης κινδύνου στη θεραπεία με λέιζερ.	58
Πίνακας 3.4 Σημαντικά στοιχεία στη συζήτηση συναίνεσης κατόπιν ενημέρωσης πριν από την αποτρίχωση με λέιζερ.	61
Πίνακας 3.5 Λίστα ελέγχου για αποτρίχωση με λέιζερ.....	61

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πρόσφατες εξελίξεις (νέα μήκη κύματος, έννοιες θεραπείας και συνδυασμοί) στον τομέα των δερματολογικών λέιζερ, των συσκευών έντονου παλμικού φωτός (IPL), των LED (δίοδοι εκπομπής φωτός) και νέων πηγών φωτός έχουν ανοίξει πρόσθετες ενδείξεις και θεραπευτικές επιλογές για τους δερματολόγους. Είναι αξιοσημείωτο ότι, παρά τον αυξανόμενο αριθμό συννοσηρότητας σε μια γηράσκουσα κοινωνία, υπάρχει αυξημένη ζήτηση για αισθητικές διαδικασίες. Κατά συνέπεια, η λήψη ενός ακριβούς ιστορικού ασθενούς και η διεξοδική διαγνωστική επεξεργασία πριν από τη θεραπεία γίνεται απαραίτητο (Willey,2006).

Μια νέα πτυχή είναι η συγχώνευση της αισθητικής θεραπείας και της θεραπευτικής πρόθεσης, για παράδειγμα, στη θεραπεία του φωτοευαίσθητου δέρματος. Έτσι, ενώ τα κλασματικά λέιζερ χρησιμοποιούνται για την απλή θεραπεία των ρυτίδων και της δυσχρωμίας, οι ίδιες συσκευές - στο πλαίσιο της παράδοσης φαρμάκων με τη βοήθεια λέιζερ - έχουν πλέον γίνει σημαντικά εργαλεία για τη θεραπεία του καρκίνου του πεδίου. Εκτός από τη σωστή ένδειξη, η ασφαλής και αποτελεσματική θεραπεία απαιτεί ολοκληρωμένες πληροφορίες για τον ασθενή σχετικά με τα οφέλη, τους κινδύνους και τους περιορισμούς της διαδικασίας που πρέπει να εκτελεστεί, καθώς και επαρκή επιλογή παραμέτρων και παρακολούθηση του ασθενούς. Δεδομένου ότι δεν υπάρχουν δεσμευτικά πρότυπα για τη θεραπεία με λέιζερ (σε ανθρώπους) (Walgrave, 2011), αυτή η πρόκληση μπορεί να αντιμετωπιστεί μόνο με ενδεδειγμένη εκπαίδευση των χρηστών (Ochsendorf, 2013; Gawkrödger, 2011).

Η πιο κοινή πηγή επιπλοκών είναι οι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης (δηλαδή, μη ιατρικό προσωπικό). Περίπου το 30% των επιπλοκών, όπως εγκαύματα, ουλές, δυσχρωματισμός και λοιμώξεις, μπορεί να αποδοθεί σε αυτά τα άτομα μόνο (Zelickson, 2014; Alam, 2011), ενώ όλες οι άλλες ομάδες χρηστών είναι λιγότερο συχνά υπεύθυνες για τις εν λόγω ανεπιθύμητες ενέργειες. Πάνω από τα δύο τρίτα όλων των επιπλοκών προκαλούνται από λανθασμένη επιλογή παραμέτρων (Hammes 2013). Αντίθετα, οι εκπαιδευμένοι δερματολόγοι με πολυετή εμπειρία μπορούν να επιτύχουν ποσοστό επιπλοκών τόσο χαμηλό όσο 0,24% (Alam, 2015).

Στο πλαίσιο αυτό, πρέπει να αξιολογηθεί κριτικά η πρόσφατη εισαγωγή συσκευών οικιακής χρήσης για αποτρίχωση και η θεραπεία της γήρανσης του δέρματος. Με βάση δημοσιευμένα αποδεικτικά στοιχεία, θα συνοψίσουμε τους κλασικούς, γνωστούς και, ως εκ τούτου, αποτρέψιμους κινδύνους και παρενέργειες. Επιπλέον, επισημαίνονται οι πιθανοί κίνδυνοι που σχετίζονται με τη χρήση νέων θεραπευτικών εννοιών, συστημάτων, λέιζερ, καθώς και πηγών ενέργειας και φωτός.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΔΕΡΜΑΤΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΑΚΤΙΚΗ

1.1 Καλλυντικές Πρακτικές

Σε μια πρακτική καλλυντικών, η μη επεμβατική αναζωογόνηση και η αποτρίχωση με λέιζερ είναι ίσως οι δύο πιο δημοφιλείς διαδικασίες. Σε αυτή τη ρύθμιση, η επιλογή λέιζερ είναι ένα έντονο παλμικό φως (IPL). Μόνο ένα IPL μπορεί να θεραπεύσει τόσο επιφανειακές αγγειακές όσο και μελανοκυτταρικές βλάβες, να προκαλέσει διέγερση κολλαγόνου και να επηρεάσει την αποτρίχωση. Το IPL μπορεί να χειριστεί έτσι ώστε να μπορούν να παραχθούν πολλά διαφορετικά μήκη κύματος μαζί με έναν άπειρο αριθμό συνδυασμών και μήκους παλμών (Goldman,2005). Το IPL μπορεί επομένως να στοχεύει σε πολλά διαφορετικά μεγέθη αιμοφόρων αγγείων, μελαγχρωμένες αλλοιώσεις και θυλάκια των τριχών. Άλλα αγγειακά λέιζερ, όπως τα λέιζερ παλμικής βαφής και τα λέιζερ αλουμινίου υδτρίου με νευρώμιο 532nm (Nd: YAG), μπορεί να κάνουν εξαιρετική δουλειά για την εξάλειψη των αγγειακών εκτασιών, καθώς και πιθανώς ορισμένων φακών μέσω μη ειδικών θερμικών επιδράσεων όταν χρησιμοποιούνται χωρίς επιδερμική ψύξη, αλλά δεν μπορούν να θεραπεύσουν την τρίχα (Goldman,2006).

Ένα άλλο πλεονέκτημα των λέιζερ IPL και ειδικά για τα αγγεία είναι η ικανότητα να μαλακώσει τις επιφανειακές ρυτίδες. Μερικοί γιατροί πιστεύουν ότι η διέγερση του κολλαγόνου μπορεί να συμβεί μέσω ερεθισμού των ενδοθηλιακών κυττάρων που επικαλύπτουν τριχοειδή με απελευθέρωση αυξητικών παραγόντων ή μέσω άμεσης διέγερσης ινοβλαστών (Nootheti,2007). Δεν έχω εντυπωσιαστεί σημαντικά με την

ελαχιστοποίηση των ρυτίδων ή των ραβδώσεων με οποιοδήποτε αγγειακό λέιζερ, χρωστικό λέιζερ ή IPL, αλλά δεν έχω αποκλειστεί πλήρως οι απόψεις αυτών των ειδικών. Κατά τη γνώμη μου, οι δημοσιευμένες μελέτες δεν εξέτασαν αρκετά για τους ασθενείς που έλαβαν θεραπεία για να αξιολογήσουν με ακρίβεια την επίλυση των ρυτίδων, καθώς η αναδιαμόρφωση του κολλαγόνου μπορεί να διαρκέσει σχεδόν ένα χρόνο (Angram, 2004). Στην πρακτική μου, είναι σύνηθες τόσο για τον ασθενή όσο και για μένα να είμαστε λιγότερο ενθουσιώδεις με τη θεραπεία των ρυτίδων του μόνο να εκπλαγούμε όταν επιστρέφει ένα χρόνο αργότερα κοιτάζοντας καλύτερα. Διαλέγω το IPL ως το καλύτερο μηχάνημα γιατί μπορεί να θεραπεύσει τόσο τις αγγειακές όσο και τις χρωματισμένες βλάβες, καθώς και τα μαλλιά και ίσως την αναδιαμόρφωση του κολλαγόνου. Δυστυχώς, όλα τα μηχανήματα IPL δεν είναι ίδια. Πολύ λίγοι έχουν την ικανότητα να παράγουν πολλαπλούς διαδοχικούς παλμούς. Πολύ λίγοι επιτρέπουν στον χρήστη να μεταβάλλει τη ροή ανεξάρτητα από τη διάρκεια του παλμού. Η ικανότητα μεταβολής της διάρκειας του παλμού και της ροής ανεξάρτητα επιτρέπει περισσότερες επιλεκτικές επιδράσεις σε χρωστικές ή αγγειακές δομές. Στην πρακτική μου, διαπιστώσαμε ότι τα άριστα αποτελέσματα απαιτούν μόνο μία ή δύο θεραπείες και ποτέ δεν προσφέρουμε στον ασθενή μια «σειρά» θεραπειών (Goldman, 2005; Nootheti 2007).

Αυτό σημαίνει ότι όλοι πρέπει να απορρίψουμε τα αγγειακά και ειδικά χρωστικά λέιζερ και να αγοράζουμε IPL; Όχι. Εάν έχετε άλλο λέιζερ, θα συνιστούσα να το χρησιμοποιήσετε όπως περιγράφεται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Η ταυτόχρονη χρήση λέιζερ και τοπικών προϊόντων που περιέχουν αυξητικούς παράγοντες, ρετινοειδή και αντιοξειδωτικά μπορεί να βελτιώσει το αποτέλεσμα της θεραπείας. Η ένεση αίματος, προκαλώντας δερματική βλάβη μέσω μηχανικής βελόνας, δημιουργεί αγγειακό στόχο για το λέιζερ που βοηθά στην παραγωγή νέου κολλαγόνου. Η βαφή ή η σήμανση μιας χρωματισμένης βλάβης με αγγειακή ειδική μελάνη μπορεί επίσης να επιτρέψει μη ειδική θερμική αφαίρεση επιφανειακών βλαβών. Άλλα κόλπα πιθανότατα θα αναπτυχθούν για να επιτρέψουν ένα λέιζερ με μια αρχική μοναδική λειτουργία για τη θεραπεία αγγειακών, χρωστικών, καλοήθων επιδερμικών βλαβών, κολλαγόνου /

ινοβλαστών και πιθανώς μαλλιών μέσω βαφών ή φωτοδυναμικών φαρμάκων (Goldman, 2010).

1.2 Γενική Πρακτική Δερματολογίας

Σε μια γενική δερματολογική πρακτική, η θεραπεία του επιφανειακού καρκίνου του δέρματος, των κονδυλωμάτων και των καλοήθων επιδερμικών αναπτύξεων είναι κοινή και η επιλογή μου με λέιζερ θα ήταν ένα αφαιρετικό λέιζερ. Τα διαθέσιμα λέιζερ που διατίθενται σήμερα είναι είτε συρρέουν είτε κλασματωμένα CO₂ ή γρανάτης αλουμινίου υτρίου με προσθήκη erbium (Er: YAG). Και τα δύο συρρέοντα λέιζερ θα εξατμίσουν αλλοιώσεις. Κλασματικό CO₂ ή Er: H YAG θα το κάνει με ελάχιστη μη ειδική θερμική ζημία. Τα λέιζερ συνεχούς κύματος CO₂ θα προκαλέσουν μη ειδική θερμική ζημία. Τα λέιζερ Ultrapulse και / ή χιλιοστών του δευτερολέπτου μπορούν να εξατμιστούν με ελάχιστη θερμική ζημία. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τεχνικές για την ελαχιστοποίηση μη ειδικών θερμικών ζημιών, όπως η υπερ-ενυδάτωση του δέρματος ή η χρήση μοτίβου χαμηλής πυκνότητας και / ή της ελάχιστης ενέργειας εξάτμισης. Ωστόσο, η οικογένεια των λέιζερ CO₂ θα προκαλεί πάντα μεγαλύτερη μη ειδική θερμική ζημία από την ομάδα λέιζερ Er: YAG (Khoury, 2008).

Υπάρχουν τρεις μορφές λέιζερ Er: YAG. Τα στάνταρ, λέιζερ Er: YAG μικροσωματιδίων αφήνουν τη μικρότερη ποσότητα μη ειδικής θερμικής βλάβης με το μειονέκτημα της μη αιμόστασης. Τα λέιζερ Er: YAG με παλμικό ή μεταβλητό παλμό λειτουργούν όπως και τα τυπικά Er: YAG, καθώς και τα λέιζερ CO₂ Ultrapulse ή χιλιοστά του δευτερολέπτου. Το πλεονέκτημα εδώ είναι ότι η αιμόσταση μπορεί να συμβεί σε ένα πέρασμα με αλλαγή σε καθαρή εξάτμιση με ένα άλλο πέρασμα σε διαφορετικές ρυθμίσεις. Τέλος, η κλασματοποίηση του λέιζερ Er: YAG μπορεί να παράγει αποτελέσματα αναζωογόνησης καθώς και να ελαχιστοποιήσει την εμφάνιση ουλών (Goldman, 2002).

1.3 Αποτρίχωση

Εάν θέλετε να ανοίξετε μια πρακτική αποτρίχωσης, υπάρχουν πολλά διαφορετικά συστήματα που πρέπει να λάβετε υπόψη. Όλα τα συστήματα λέιζερ και IPL έχουν αποδειχθεί ότι έχουν παρόμοια αποτελεσματικότητα στην αποτρίχωση. Ανάλογα με τον πληθυσμό των ασθενών σας, τα λέιζερ με μικρότερο μήκος κύματος (ρουμπίνι, αλεξανδρίτης και δίοδος 810) λειτουργούν καλύτερα για ασθενείς με ανοιχτόχρωμο δέρμα (Rao, 2005). Σε άτομα με σκουρόχρωμες επιδερμίδες αποτελεσματικότερα είναι τα παλμικά λέιζερ Nd: YAG. Παρόλο που έχουν αναφερθεί υπερβολικά μεγάλοι (100msec) παλμοί αλεξανδρίτη και λέιζερ διόδων 810 που προκαλούν αποτρίχωση σε άτομα με σκουρόχρωμες επιδερμίδες με ελάχιστη επιδερμική βλάβη, αυτό δεν είναι εγγυημένο. Απαιτείται ειδική τεχνική για την επίτευξη βέλτιστων αποτελεσμάτων σε αυτά τα άτομα (Dover, 1999). Το πλεονέκτημα των λέιζερ Nd: YAG με μεγάλο παλμό είναι ότι μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν εύκολα για τη θεραπεία τριχών σε σκουρόχρωμες επιδερμίδες και να χρησιμοποιηθούν για τη θεραπεία αγγειακών βλαβών. Έχουν επίσης τη δυνατότητα διέγερσης του κολλαγόνου.

Το πλεονέκτημα των συστημάτων βραχύτερου μήκους κύματος είναι η ικανότητά τους να θεραπεύουν επιδερμικές χρωματισμένες αλλοιώσεις. Το πλεονέκτημα της χρήσης μιας μηχανής IPL στην αποτρίχωση είναι η πρόσθετη χρήση της ως μηχανή φωτο-αναζωογόνησης με θεραπεία αγγειακών και χρωματισμένων αλλοιώσεων καθώς και η πιθανότητα διέγερσης κολλαγόνου (Rao, 2005;Khoury, 2008).

1.4 Φλεβολογία

Σε μια πρακτική φλεβολογίας, η θεραπεία της τελαγγειεκτασίας των ποδιών ανθεκτική στη σκληροθεραπεία είναι η πιο σημαντική κατάσταση που θα αντιμετωπίσει κάποιος. Παρόλο που σχεδόν όλα τα αγγειακά λέιζερ IPL μπορεί να είναι αποτελεσματικά, τα λέιζερ Nd: YAG των 1064nm είναι η επιλογή μου. Μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για αυτά τα λέιζερ δείχνει σχεδόν την ίδια αποτελεσματικότητα μεταξύ τους. Θα επέλεγα λοιπόν το ένα μηχάνημα με την πιο ευελιξία όσον αφορά το μέγεθος του σημείου με το πιο αποτελεσματικό σύστημα επιδερμικής ψύξης. Τα λέιζερ μεγάλης διάρκειας 1064nm Nd: YAG είναι επίσης πολύ χρήσιμα για την αποτρίχωση, ειδικά εκείνα τα μηχανήματα με μεγάλο μέγεθος κηλίδων, αποτελεσματικό μηχανισμό ψύξης και ταχύ ρυθμό επανάληψης (Dover, 1999; Goldman, 2002).

Ο λόγος για τον οποίο δεν επιλέξαμε άλλα λέιζερ παλμικής βαφής ή λέιζερ μεγάλου μήκους 532nm Nd: YAG για φλέβες ποδιών είναι ότι αυτά τα μηχανήματα απαιτούν εξαιρετική ικανότητα από τον χειριστή για την αποφυγή υπερβολικής επιδερμικής βλάβης. Επιπλέον, η εμπειρία μου ήταν ότι αυτά τα λέιζερ παράγουν μακροχρόνια υπερχρωματισμό συχνότερα από τα λέιζερ μεγάλου μήκους 1064nm Nd: YAG.

Άλλη μία κατηγορία λέιζερ είναι τα λέιζερ με εναλλαγή Q (ρουμπίνι, αλεξανδρίτης και Nd: YAG), τα οποία αναπτύχθηκαν αρχικά για τη θεραπεία των τατουάζ. Αυτό συμβαίνει επειδή η αντιμετώπιση των τατουάζ δεν είναι από μόνη της κερδοφόρα. Οι ασθενείς που θέλουν να αφαιρεθούν τα τατουάζ τους δεν είναι πάντα ικανοί να ξοδέψουν το χρόνο ή τα χρήματα για να αφαιρέσουν εντελώς τα τατουάζ τους. Η αφαίρεση τατουάζ με λέιζερ συνήθως απαιτεί 6 έως 12 θεραπείες κάθε λίγους μήνες και κοστίζει πολλές φορές περισσότερο από το πραγματικό τατουάζ. Οι συνάδελφοί μου στην πρακτική της δερματολογίας με λέιζερ καλλυντικών και τώρα αξιολογώ μια νέα τεχνική αντιμετώπισης ενός τατουάζ πολλές φορές κατά τη διάρκεια μιας μόνο συνεδρία. Το πλεονέκτημα αυτής της τεχνικής είναι η καλύτερη αποτελεσματικότητα. Το μειονέκτημα είναι ότι οι χρόνοι θεραπείας μπορεί να είναι περισσότερο από μία ώρα, καθώς ο ασθενής πρέπει να περιμένει τουλάχιστον 20 λεπτά μεταξύ κάθε θεραπείας με λέιζερ. Δυστυχώς, μπορεί να υπάρχει αυξημένη συχνότητα υποχρωματισμού από αυτήν την τεχνική πολλαπλής θεραπείας.

Η κερδοφορία της κατοχής λέιζερ με εναλλαγή Q είναι στη θεραπεία επιδερμικών χρωματισμένων αλλοιώσεων. Οι ηλιακοί φακοί μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά με οποιοδήποτε από αυτά τα λέιζερ, όπως και οι δερματικές χρωστικές αλλοιώσεις, όπως το Nevus of Ota. Εάν ο πληθυσμός της πρακτικής σας είναι στραμμένος προς αυτόν τον πληθυσμό (συνήθως ασιατικός ή / και φωτοκαταστροφικός), τότε πρέπει να ληφθεί υπόψη ένα από αυτά τα λέιζερ. Η πρότασή μου για ένα λέιζερ με Q-switched είναι το λέιζερ Q-switched alexandrite, επειδή αυτό το λέιζερ 755nm έχει καλή απορρόφηση τόσο για επιδερμικές όσο και για δερματικές βλάβες. Είναι επίσης πιο απαλό (μεγαλύτερη διάρκεια παλμού, 60-100msec) από το ρουμπίνι Q-switched (24–28nsec) ή λέιζερ Nd: YAG (4-6nsec) που θα ελαχιστοποιήσει την επιδερμική βλάβη ειδικά για τους πιο σκούρους χρωματισμένους ασθενείς (Fitzpatrick, 1994).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 LASER ΚΑΙ ΕΝΤΟΝΟ ΠΑΛΜΙΚΟ ΦΩΣ (IPL)

2.1 Αρχές Λείζερ και Έντονου Παλμικού Φωτός

Το λέιζερ είναι ένα ακρωνύμιο, το οποίο αντιπροσωπεύει την ενίσχυση του φωτός από την διεγερμένη εκπομπή ακτινοβολίας. Η κατανόηση των θεμελιωδών ιδιοτήτων του φωτό λέιζερ είναι απαραίτητη για να εκτιμηθούν οι κλινικές επιδράσεις του στο δέρμα (Tanzi, 2003 ; Anderson, 1981). Πρώτον, το φως λέιζερ είναι μονοχρωματικό, που σημαίνει ότι το εκπεμπόμενο φως αποτελείται από ένα μόνο μήκος κύματος. Αυτό καθορίζεται από το μέσο του συστήματος λέιζερ μέσω του οποίου διέρχεται το φως. Δεύτερον, το φως λέιζερ είναι συνεκτικό - ταξιδεύει σε φάση χωρικά και χρονικά. Τρίτον, το φως λέιζερ παράγεται - εκπέμπεται παράλληλα με ελάχιστη απόκλιση.

Το φως λέιζερ μπορεί να απορροφηθεί, να ανακλαστεί, να μεταδοθεί ή να διασκορπιστεί όταν εφαρμόζεται στο δέρμα. Για να εμφανιστεί ένα κλινικό αποτέλεσμα, το φως πρέπει να απορροφάται από τον ιστό (Anderson, 1983). Η απορρόφηση του φωτός λέιζερ καθορίζεται από τα χρωμοφόρα - τα μόρια στόχου που βρίσκονται στο δέρμα, τα οποία έχουν συγκεκριμένα προφίλ απορρόφησης μήκους κύματος. Τα τρία κύρια ενδογενή δερματικά χρωμοφόρα είναι νερό, μελανίνη και αιμοσφαιρίνη, ενώ το μελάνι τατουάζ αντιπροσωπεύει ένα εξωγενές χρωμοφόρο. Κατά την απορρόφηση της ενέργειας λέιζερ από το δέρμα, ενδέχεται να εμφανιστούν φωτοθερμικά, φωτοχημικά ή φωτομηχανικά αποτελέσματα. Το δερματικό βάθος διείσδυσης της ενέργειας λέιζερ εξαρτάται από την απορρόφηση και τη διασπορά. Στην επιδερμίδα, υπάρχει ελάχιστη σκέδαση φωτός, ενώ στο χόριο υπάρχει σημαντική διασπορά λόγω της υψηλής συγκέντρωσης ινών κολλαγόνου. Η ποσότητα της σκέδασης της ενέργειας λέιζερ είναι αντιστρόφως ανάλογη με το μήκος κύματος του φωτός. Το βάθος της ενέργειας λέιζερ αυξάνεται με το μήκος κύματος μέχρι την περιοχή της υπέρυθρης ακτινοβολίας του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, οπότε η

δερματική διείσδυση γίνεται πιο επιφανειακή λόγω της αυξημένης απορρόφησης στο νερό του ιστού (Astafyeva, 2006).

Η θεωρία της επιλεκτικής φωτοθερμόλυσης που προτάθηκε από τους Anderson και Parrish (Anderson) το 1983 ήταν καθοριστικής σημασίας για την πρόοδο της χειρουργικής επέμβασης με λέιζερ. Εξηγεί τον μηχανισμό με τον οποίο μπορεί να επιτευχθεί ελεγχόμενη καταστροφή ενός δερματικού στόχου χωρίς σημαντική βλάβη στον περιβάλλοντα ιστό. Τρεις αρχές είναι ζωτικής σημασίας για τη διαδικασία. Πρώτον, πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα κατάλληλο μήκος κύματος που μπορεί να απορροφηθεί κατά προτίμηση από το στοχευμένο χρωμοφόρο του ιστού (West, 1998). Δεύτερον, η διάρκεια παλμού του λέιζερ πρέπει να είναι μικρότερη από τον χρόνο θερμικής χαλάρωσης του χρωμοφόρου, δηλαδή ο χρόνος που απαιτείται για να χάσει ο στόχος το ήμισυ της μέγιστης θερμοκρασίας του μετά την ακτινοβολήση. Τρίτον, η ευχέρεια (ή η ενέργεια) πρέπει να είναι επαρκής για την επίτευξη της καταστροφής του στόχου εντός του κατάλληλου χρονικού διαστήματος. Αυτοί οι παράγοντες καθοδηγούν την επιλογή των λέιζερ και του έντονου παλμικού φωτός (IPL) κατάλληλου για έναν συγκεκριμένο στόχο ή βλάβη του δέρματος (Wat, 2014).

Τα λέιζερ μπορούν να ταξινομηθούν περαιτέρω από τον τρόπο εκπομπής φωτός. Τα λέιζερ συνεχούς κύματος (CW) παράγουν μια συνεχή δέσμη φωτός με μακρά διάρκεια έκθεσης που μπορεί να προκαλέσει μη επιλεκτική βλάβη ιστού. Η λειτουργία Quasi-CW παράγει διακεκομμένες εκπομπές σταθερής ενέργειας λέιζερ κλείνοντας τη δέσμη CW σε σύντομα διαστήματα. Τα παλμικά συστήματα λέιζερ εκπέμπουν φως λέιζερ υψηλής ενέργειας σε διαστάσεις παλμού υπερανάστασης με σχετικά μεγάλα χρονικά διαστήματα παύσης. Μπορούν να έχουν παλμό μεγάλου μήκους (LP) ή πολύ σύντομο παλμό όπως τα συστήματα λέιζερ ποιότητας Q-switched (QS) nanosecond και picosecond (Becher, 2014).

Το IPL είναι μια συσκευή με λάμπα φιλτραρισμένη με φίλτρο. Σε αντίθεση με τα λέιζερ, οι συσκευές IPL εκπέμπουν πολύχρωμο, μη συνεκτικό και μη συμπίεμένο φως (420–1,400 nm) με ποικίλους χρόνους παλμού. Το ευρύτερο φάσμα φωτός μπορεί να

απορροφηθεί από μια ποικιλία χρωμοφόρων, καθιστώντας το IPL λιγότερο επιλεκτικό από τα λέιζερ. Ως τέτοια, τα φίλτρα αποκοπής χρησιμοποιούνται συχνά για να περιορίσουν το φάσμα των εκπεμπόμενων μηκών κύματος και να καταστήσουν τη συσκευή πιο συγκεκριμένη (Dover, 1995).

2.2 Θεραπεία Αγγειακών Βλαβών

Οι αγγειακές βλάβες αντιμετωπίζονται συχνά με λέιζερ και IPL λόγω της ικανότητας των συστημάτων να στοχεύουν συγκεκριμένα την ενδοαγγειακή οξυαιμοσφαιρίνη. Αυτό το ενδογενές χρωμοφόρο έχει τρεις κύριες κορυφές απορρόφησης εντός του φάσματος ορατού φωτός: 418, 542 και 577 nm (Tan 1989). Η οξυαιμοσφαιρίνη απορροφά το φως λέιζερ, το οποίο στη συνέχεια μετατρέπεται σε θερμότητα και μεταφέρεται στο τοίχωμα του αγγείου προκαλώντας πήξη και κλείσιμο του αγγείου. Η θεραπεία με αγγειακά ειδικά λέιζερ προκαλεί ανομοιογενή θέρμανση στα δερματικά αιμοφόρα αγγεία λόγω των διαφορετικών μεγεθών τους, αλλά οδηγεί σε αποτελεσματική και αποδοτική θεραπεία των αιμοφόρων αγγείων μικρής και μεγάλης διαμέτρου (Astafyeva, 2006). Ιστορικά, πολλά συστήματα λέιζερ αποδείχθηκαν αποτελεσματικά στη θεραπεία αγγειακών βλαβών, αλλά αρκετές δεν ευνοήθηκαν λόγω των υψηλών ποσοστών ανεπιθύμητων ενεργειών. Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα αγγειακά λέιζερ στην τρέχουσα κλινική πρακτική είναι το φωσφορικό κάλιο τιτανύλιο (KTP, 532 nm), το λέιζερ παλμικής βαφής (PDL, 585-595 nm), ο αλεξανδρίτης (755 nm), η δίοδος (800-810, 940 nm), και γρανάτηςυτρίου αλουμινίου με προσθήκη νεοδυμίου (Nd: YAG, 532 και 1.064 nm). Επιπλέον, IPL με κατάλληλα φίλτρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία ορισμένων αγγειακών βλαβών (Alster, 1994).

Το λέιζερ KTP είναι αποτελεσματικό στη θεραπεία πολυάριθμων επιφανειακών αγγειακών βλαβών, ιδιαίτερα των τηλεαγγειεκτάσιων του προσώπου (West, 1998; Becher, 2014). Οι θεραπείες είναι καλά ανεκτές και οι ανεπιθύμητες ενέργειες

περιλαμβάνουν ερύθημα, οίδημα και κρούστα. Ένα από τα πλεονεκτήματα του λέιζερ KTP είναι ότι η μετεγχειρητική πορφύρα και το ερύθημα ελαχιστοποιούνται. Το μικρότερο μήκος κύματος οδηγεί σε μειωμένη διείσδυση του ιστού και περιορισμένη απορρόφηση από την αιμοσφαιρίνη σε βαθύτερα αγγεία. Δεδομένου ότι υπάρχει σημαντική απορρόφηση ενέργειας 532 nm από τη μελανίνη, πρέπει να δίνεται προσοχή κατά τη θεραπεία ασθενών με πιο σκούρο δέρμα.

Το PDL είναι ένα εξαιρετικά αποτελεσματικό λέιζερ για τη θεραπεία ενός ευρέος φάσματος αγγειακών βλαβών και θεωρείται το εργαστήριο άγχος αγγείων σε πολλές πρακτικές λόγω της ευνοϊκής κλινικής αποτελεσματικότητας και του προφίλ χαμηλού κινδύνου. Το PDL έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για τη θεραπεία λεκέδων κρασιού port, (βρέφοι) (Dover, 1995; Alster, 2009) ευρυαγγείων προσώπου, (Lowe, 1991; Jasim, 2004) αιμαγγειωμάτων, (Ashinoff, 1991; Kwon, 2014) πυογόνων κοκκιωμάτων, (Goldberg, 1991) σάρκωμα Kaposi, (Marchell, 1997) και ποικιλόδερμα του Civatte (Wheeland, 1990). Επιπλέον, το PDL είναι πολύ αποτελεσματικό στην θεραπεία υπερτροφικών και χηλοειδών ουλών, (Alster, 1994; Alster, 1998) ραβδώσεις, (McDaniel, 1996; Jimenez, 2003) μια πελματιαία μυρμηγκιά, (Tan, 1993; Kauvar, 1995) αγγειοϊνώματα, (Hoffman, 1993) λεμφαγγειώματα και πολλές άλλες δερματολογικές καταστάσεις (Weingold, 1990; Hughes, 1998) που κυμαίνονται 5–10 J / cm² χρησιμοποιώντας μεγέθη σημείων 3–10 mm με επικάλυψη ελάχιστου έως καθόλου παλμού μειώνει τον ανεπιθύμητο θερμικό τραυματισμό. Οι ανεπιθύμητες ενέργειες περιλαμβάνουν μετεγχειρητική πορφύρα, παροδική δυσχρωματοποίηση και σπάνια κυστοποίηση, κρούστα και ουλές. Τα νεότερα PDL με μεγαλύτερα μήκη κύματος και παρατεταμένη διάρκεια παλμού έχουν επιτρέψει βαθύτερη διείσδυση ιστού και βελτιωμένα κλινικά αποτελέσματα (Εικόνα 2.1A και B).

A



B



Εικόνα 2.1 Ερύθημα προσώπου και εμφανείς τελαγγειεκτασίες σε έναν ασθενή με ροδόχρου ακμή πριν από (Α) και μετά από δύο θεραπείες με παλμική βαφή 595 nm (PDL) (Β). Πηγή: (Alster, 2009)

Το IPL έχει επίσης χρησιμοποιηθεί για την αποτελεσματική αντιμετώπιση μιας ποικιλίας αγγειακών βλαβών, συμπεριλαμβανομένων των τελαγγειωμάτων του προσώπου, των τριχοειδών δυσπλασιών, των πελματιαίων μυρμηγκιών του Civate, των φλεβικών δυσπλασιών και των αιμαγγειώματων (Goldman, 1997; Jay, 1998). Το μη συνεκτικό φως του εκπέμπει μήκη κύματος κυμαίνεται από 420 έως 1.400 nm. Τα φίλτρα χρησιμοποιούνται για να περιορίσουν τα μήκη κύματος που εκπέμπονται από τη συσκευή προκειμένου να βελτιωθεί η δερματική διείσδυση και να ελαχιστοποιηθεί η απορρόφηση ενέργειας από άλλα χρωμοφόρα. Η ενέργεια IPL παραδίδεται ως μια σειρά μονών, διπλών ή τριπλών παλμών ακολουθίας με διάρκεια παλμού 2–25 χιλιοστά του δευτερολέπτου και καθυστέρηση παλμού 10–500 χιλιοστά του δευτερολέπτου. Μεγαλύτερες διάρκειες παλμού χρησιμοποιούνται για την αποτελεσματικότερη θέρμανση βαθύτερων αγγείων, μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο πορφύρας και υπερχρωματισμού.

Οι εξέχουσες φλέβες των ποδιών είναι μια κοινή αισθητική ανησυχία και μπορεί να είναι δύσκολο να αντιμετωπιστεί. Η σκληροθεραπεία είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική για τις φλέβες των ποδιών και θεωρείται η τυπική θεραπεία χρυσού. Ωστόσο, μπορεί να συσχετιστεί με σημαντικές ανεπιθύμητες ενέργειες, όπως έλκος, αλλεργικές αντιδράσεις και τελαγγειακή επικάλυψη (Weiss, 2014; Weiss, 2002). Τα λέιζερ KTP και PDL καθώς και IPL έχουν δείξει αποτελεσματικότητα στη θεραπεία μικρών αγγείων διαστάσεων <1 mm (Reichert, 1998; Meesters, 2014). Η επεξεργασία μεγαλύτερων ή / και βαθύτερων αγγείων απαιτεί μεγαλύτερα μήκη κύματος και διάρκεια παλμού. Τα λέιζερ LP alexandrite (755 nm), diod (800 nm) και Nd: YAG (1.064 nm) καθένα κατάφερε να εξαλείψει τις μικρές έως μεσαίες φλέβες. Υπάρχουν πολλές καθιερωμένες και αποτελεσματικές θεραπείες λέιζερ για τη στόχευση αιμοφόρων αγγείων στο δέρμα, με το παλμικό λέιζερ βαφής να βρίσκεται στο επίκεντρο σε πολλές πρακτικές σε εθνικό επίπεδο. Ωστόσο, ένας περιορισμός του τελευταίου είναι η ανάγκη επίτευξης πορφύρας σε διάφορα κλινικά σενάρια για την επίτευξη αποδεκτών αποτελεσμάτων. Αντίθετα, ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της

τεχνολογίας IPL είναι η απουσία μετεγχειρητικής πορφύρας, η οποία ελαχιστοποιεί ουσιαστικά τον χρόνο διακοπής της μετεπεξεργασίας. Αντί να προκαλεί άμεση πορφύρα, ο στόχος της θεραπείας των αγγειακών βλαβών με IPL είναι η αύξηση της θερμοκρασίας των αιμοφόρων αγγείων αρκετά υψηλή ώστε να προκαλεί την πήξη του, οδηγώντας σε καταστροφή και αντικατάστασή του από ινώδη κοκκοποιητικό ιστό. Λόγω της πολυχρωμίας του, το IPL μπορεί να στοχεύσει την οξυαιμοσφαιρίνη (κυρίως βρίσκεται σε κλινικά ερυθρές βλάβες), την αποοξυγονωμένη αιμοσφαιρίνη (κυρίως σε μπλε βλάβες) και τη μεθεμοσφαιρίνη, με μέγιστα μήκη κύματος απορρόφησης 418, 542 και 577,(Anderson , 1983).



Εικόνα 2.2 Αγγειώματα πριν από την έντονη θεραπεία παλμικού φωτός. Πηγή: (Alster, 2009)



Εικόνα 2.3 Βελτίωση των αγγειωμάτων τρεις μήνες μετά από τρεις έντονες θεραπείες παλμικού φωτός. Πηγή: (Alster, 2009)

Η επιτυχής θεραπεία των αγγειακών βλαβών με IPL εξαρτάται από τον τύπο και το μέγεθος των αγγείων που στοχεύονται, με cherry αιμαγγειώματα και επιφανειακές τηλεαγγειεκτασίες που συνήθως δείχνουν την καλύτερη απόκριση. Σε αντίθεση με το παλμικό λέιζερ βαφής, το οποίο παρέχει μήκος κύματος 585nm σε σχετικά μικρή διάρκεια παλμού (450 μικροδευτερόλεπτα), περιορίζοντας έτσι το βάθος διείσδυσης σε μέγιστο βάθος 1,5 mm, το ευρύτερο εύρος μήκους κύματος που εκπέμπεται από συσκευές IPL και παραδίδεται μέσω μεταβλητές διαστάσεις παλμού και αλληλουχίες πολλαπλών παλμών επιτρέπουν τη στόχευση αγγείων με βαθύτερες θέσεις και αγγειακών βλαβών (Weiss, 1999). Ιδανικά, η διάρκεια του παλμού πρέπει να είναι συμβατή με τη διάμετρο του αγγείου και να είναι περίπου ίση ή κάτω από το χρόνο θερμικής χαλάρωσης για το δερματικό αυτό αγγείο έτσι ώστε ο περιβάλλον ιστός να βλάπτεται ελάχιστα (KimeI, 1994). Οι σύγχρονες συσκευές IPL παρέχουν διάρκεια

παλμού έως και 100 χιλιοστά του δευτερολέπτου, γεγονός που επιτρέπει την παροχή φωτεινής ενέργειας σε δοχεία για μεγαλύτερες χρονικές περιόδους, με αποτέλεσμα απαλή, ομοιόμορφη θέρμανση ή ακόμη και πήξη σε ολόκληρο το δοχείο, ενώ μειώνεται η ρήξη αγγείων και η σχετική πορφύρα και ο υπερχρωματισμός (Raulin, 1997; Schroeter, 1998). Η διάμετρος των στοχευμένων αγγείων είναι σημαντική κατά την επιλογή των ρυθμίσεων θεραπείας της συσκευής IPL για να ληφθούν επαρκώς υπόψη οι χρόνοι επιδερμικής χαλάρωσης. Για μικρά αγγεία κανονικού μεγέθους στο θηλώδες χόριο με διάμετρο 100 μικρά (0,1 mm), ο χρόνος θερμικής χαλάρωσης είναι περίπου 10 χιλιοστά του δευτερολέπτου. Για μεγαλύτερα αγγεία διαμέτρου 300 μικρά (0,3 mm), ο χρόνος θερμικής χαλάρωσης είναι περίπου 100 χιλιοστά του δευτερολέπτου. Υποθέτοντας ότι ο χρόνος θερμικής χαλάρωσης της ανθρώπινης επιδερμίδας (μέσο πάχος 100 μικρών ή 0,1 mm) είναι 10 χιλιοστά του δευτερολέπτου, η επεξεργασία των μικρότερων αγγείων θα πρέπει ιδανικά να γίνεται με πολλαπλούς παλμούς με καθυστερήσεις τουλάχιστον 10 χιλιοστών του δευτερολέπτου μεταξύ των παλμών ώστε να επιτρέπεται επαρκής επιδερμική ψύξη.

Τα συστήματα IPL έχουν χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά στη θεραπεία των αιμαγγειώσεων, των φλεβικών και τριχοειδών δυσπλασιών, των τελαγγειωμάτων του προσώπου και των ποδιών και του *roikiloderma* του Civatte¹⁰ (Raulin, 1997; Raulin 1999). Κατά τη θεραπεία λεκέδων λεκέδες κρασιού λιμένα¹¹, ειδικά εκείνων με οζώδες συστατικό στο εξωτερικό φως, μια παλιά πρόκληση στοχεύει σε βαθύτερα καθισμένα αγγεία που βρίσκονται στη βάση τέτοιων βλαβών. Έχει αποδειχθεί ότι χρησιμοποιώντας μια πηγή λέιζερ παλμικής βαφής μήκους κύματος 585nm, η περισσότερη ενέργεια εναποτίθεται στα επιφανειακά αγγεία και ότι αυτό μειώνει την ποσότητα φωτός που διατίθεται σε βαθύτερα αγγεία (εφέ σκιάς) (Lucassen, 1996).

¹⁰Το *Roikiloderma* του Civatte είναι μια καλοήθης, κοινή και χρόνια πάθηση, η οποία ανήκει στην ομάδα των μελανοδερμάτων (δερματικές διαταραχές) Ο όρος «*roikiloderma*» αναφέρεται σε μια αλλαγή του δέρματος με ατροφία, όπου η υπομελάγχρωση / υπερχρωματισμός αλλάζει και η διαστολή των λεπτών αιμοφόρων αγγείων (*telangiectasia*) μπορεί να παρατηρηθεί στο προσβεβλημένο δέρμα.

¹¹Οι λεκέδες από λιμάνι-κρασί στα νεογνά (*nevus flammeus*) είναι αποχρωματισμός του δέρματος σε ροζ, κόκκινο ή μοβ χρώμα. Αυτά τα σημάδια είναι παρόντα από τη γέννηση ή συμβαίνουν λίγο μετά τη γέννηση. Οι λεκέδες από λιμάνι-κρασί εξηγούνται ως αγγειακά σημάδια που δεν μπορούν πάντα να παραμείνουν χωρίς επίβλεψη, καθώς μερικές φορές μπορεί να υποδηλώνουν ορισμένες σοβαρές διαταραχές.

Έτσι, η κλινική απόκριση του φωτισμού σε λεκέδες κρασιού λιμένα με παλμική χρωστική το λέιζερ εξαρτάται από το βάθος, τη διάμετρο και το πάχος του αγγείου. Σε αντίθεση με το IPL, οι μεταβλητοί χρόνοι παλμού και οι παλμοί πολλαπλού διαχωρισμού φωτός προκαλούν θερμότητα πρόσθετου, οδηγώντας σε πήξη αγγείων διαφορετικών διαμέτρων και, θεωρητικά, καλύτερη ταυτόχρονη θερμότητα επιφανειακών και βαθύτερων αγγείων. Μια καθυστέρηση 5 έως 100 χιλιοστών του δευτερολέπτου μεταξύ των παλμών επιτρέπει στην επιδερμίδα να κρυώσει, αποτρέποντας τη ζημιά. Στις περισσότερες κλινικές μελέτες λεκέδων κρασιού λιμένα (βρέφοι), οι θεραπείες IPL ήταν καλά ανεκτές. Οι ανεπιθύμητες ενέργειες παρατηρήθηκαν σπάνια και περιελάμβαναν προσωρινό ερύθημα, επιφανειακές φουσκάλες, υπομελάγχρωση και υπερχρωματισμό (Raulin, 1997; Li, 2008).

Άλλες αγγειακές βλάβες που συνήθως στοχεύονται από το IPL είναι οι τελαγγειεκτασίες και τα αγγειώματα κερασιών διαφόρων ανατομικών θέσεων (Angermeier, 1999; Clementoni, 2006). Τα συχνότερα χρησιμοποιούμενα διαστήματα μεταξύ των θεραπειών που αναφέρονται στη βιβλιογραφία κυμαίνονται μεταξύ 3 και 8 εβδομάδων. Σε μια μελέτη 1.000 διαδοχικών ασθενών με τελαγγειεκταίες προσώπου ή αγγειακά σημάδια που έλαβαν θεραπεία από το 1998 έως το 2005 με το Photoderm VL (Lumenis Aesthetic, Santa Clara, Καλιφόρνια), το IPL αποδείχθηκε ότι είναι μια γρήγορη, ασφαλής και αποτελεσματική μέθοδος. Σε αυτή τη μελέτη, οι μεγάλες φλέβες του προσώπου αντιμετωπίστηκαν σε λειτουργία τριπλού παλμού χρησιμοποιώντας το φίλτρο αποκοπής 590 με χρόνους παλμού 2,4, 3,0 και 3,5 χιλιοστά του δευτερολέπτου, καθυστέρηση 30 και 25 χιλιοστών του δευτερολέπτου και μια ροή ενέργειας από 50 έως 56 J / cm². Οι κόκκινες λεπτές τελαγγεκτασίες συνήθως αντιμετωπίστηκαν σε λειτουργία διπλού παλμού χρησιμοποιώντας το φίλτρο αποκοπής 570nm με χρόνους παλμού 2,8 και 4,5 χιλιοστά του δευτερολέπτου, καθυστέρηση 30 χιλιοστών του δευτερολέπτου και επίπεδα ενέργειας 38 έως 42J / cm². Οι βλάβες των αραχνών¹² αντιμετωπίστηκαν με τις ίδιες ρυθμίσεις όπως και για τις μεγάλες φλέβες χρησιμοποιώντας μια λευκή οθόνη με μια οπή διαφορετικού μεγέθους (1,4 mm) για να

¹²Spider naevi είναι το όνομα που δίνεται σε μικρές αγγειοπάθειες που εμφανίζονται στην επιφάνεια του δέρματος.

χτυπήσει το αρτηριοειδές τμήμα της βλάβης. Το επιθηλιακό ερύθημα, η λεύκανση και η κάθαρση των αγγείων θεωρήθηκαν βέλτιστα τελικά σημεία θεραπείας.

Η IPL έχει επίσης αποδειχθεί ότι είναι μια αποτελεσματική θεραπεία για τις τελαγγειεκτασίες και το ερύθημα / έξαψη στο βάθος που παρατηρείται σε ασθενείς με ερυθματοταγγειακή ροδόχρου ακμή. Πρόσφατα, έχει αποδειχθεί ότι το IPL είναι τουλάχιστον εξίσου αποτελεσματικό με το παλμικό λέιζερ βαφής στη μείωση τόσο των σημείων όσο και των συμπτωμάτων της ροδόχρου ακμής.

Αποτρίχωση

Η εφαρμογή τεχνολογίας με βάση το φως για την αποτρίχωση βασίζεται επίσης στην αρχή της επιλεκτικής φωτοθερμόλυσης, χρησιμοποιώντας τη μελανίνη ως το χρωμοφόρο στόχο. Δεδομένου ότι η μελανίνη βρίσκεται στο επιθήλιο των τριχοθυλακίων καθώς και σε ολόκληρη την επιδερμίδα, είναι σημαντικό να στοχεύσετε επιλεκτικά τα αποθέματα χρωστικής μέσα στους άξονες των τριχών, ενώ αφήνετε ανέπαφα τα συσσωματώματα της επιδερμικής μελανίνης. Ωστόσο, η κορυφή απορρόφησης της μελανίνης είναι η καλύτερη σε χαμηλότερα μήκη κύματος, καθιστώντας πιο δύσκολη τη βαθύτερη διείσδυση του φωτός στη βάση του θύλακα των τριχών. Η χρήση μεγαλύτερων μηκών κύματος για την παροχή περισσότερης ενέργειας σε βαθύτερα στρώματα του δέρματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη στόχευση μεγαλύτερων, πιο πυκνών συλλογών μελανίνης στα θυλάκια των τριχών (Anderson, 1994). Μόλις η μελανίνη απορροφήσει την ελαφριά ενέργεια, μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια προκαλώντας νέκρωση του θυλακίου των τριχών (Sadick , 1999). Το θυλάκιο της τρίχας στη φάση του αναγόνου είναι το πιο ευαίσθητο σε αυτήν τη θεραπεία, δεδομένου ότι ο άξονας των τριχών περιέχει τη μεγαλύτερη ποσότητα μελανίνης.



Εικόνα 2.4 Οι φακοί¹³ πριν από την έντονη επεξεργασία παλμικού φωτός. Πηγή: (Li YH, 2008)

¹³Ένα μικρό, σαφώς καθορισμένο έμπλαστρο δέρματος που είναι πιο σκούρο από το περιβάλλον δέρμα ως αποτέλεσμα αυξημένου αριθμού χρωστικών κυττάρων. Οι φακοί είναι γενικά πιο σκοτεινοί από τις φακίδες, δεν εξασθενίζουν και γίνονται πιο συχνές με την ηλικία.



Εικόνα 2.5 Βελτίωση των φακών, τρεις μήνες μετά από τέσσερις έντονες θεραπείες παλμικού φωτός. Πηγή: (Li YH, 2008)

Ως αποτέλεσμα, το χρώμα και το μέγεθος των τριχών είναι σημαντικοί καθοριστικοί παράγοντες για την πρόβλεψη της αποτελεσματικότητας της αποτρίχωσης χρησιμοποιώντας IPL. Οι πιο τραχές και πιο σκούρες τρίχες τείνουν να απορροφούν περισσότερη ενέργεια και να ανταποκρίνονται καλύτερα από τις πιο ανοιχτές τρίχες. Στην πραγματικότητα, οι ξανθές τρίχες συνήθως δεν ανταποκρίνονται στη θεραπεία με IPL ή με λέιζερ και αντιμετωπίζονται καλύτερα με εναλλακτικές μεθόδους αφαίρεσης τρίχας που στοχεύουν τα θυλάκια τρίχας ανεξάρτητα από την περιεκτικότητά τους σε χρωστική ουσία, ενώ παλμοί χιλιοστών του δευτερολέπτου διαχωρίζονται από μικρούς χρόνους θερμικής χαλάρωσης

Το IPL μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία ανεπιθύμητων τριχών σε διάφορες ανατομικές τοποθεσίες. Το μεγάλο μέγεθος κηλίδας διευκολύνει τη θεραπεία μεγαλύτερων επιφανειακών περιοχών, όπως το πίσω μέρος, το στήθος ή τα πόδια, τα

οποία διαφορετικά θα ήταν δυσκίνητα για θεραπεία με μικρότερες συσκευές μεγέθους σημείου.

Η συμβουλευτική και η διαχείριση των προσδοκιών του κάθε ασθενούς αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της επιτυχούς αποτρίχωσης με λείζερ. Είναι σημαντικό για τους ασθενείς να καταλάβουν ότι θα χρειαστούν πολλαπλές συνεδρίες θεραπείας και ότι οι τρίχες τους σταδιακά θα γίνουν πιο λεπτές και πιο αραιές.

Η θεραπεία με τη συσκευή IPL είναι γενικά καλά ανεκτή από τους περισσότερους ανθρώπους όταν χρησιμοποιούν τυπικές ρυθμίσεις ενέργειας. Το αστάρωμα του δέρματος με τοπικές αναισθητικές κρέμες για μία ώρα πριν από τη θεραπεία θα βοηθήσει περαιτέρω στην ανακούφιση μερικής από την ταλαιπωρία, αλλά δεν είναι πάντα απαραίτητο. Αν και σπάνια παρατηρείται στα χέρια ενός έμπειρου χρήστη, πιθανές επιπλοκές από την αποτρίχωση με IPL, η υπερβολική ενέργεια ή ακατάλληλη τεχνική περιλαμβάνουν υπερχρωματισμό, υποχρωματισμό, θυλακίτιδα και παράδοξη υπερτρίχωση (Radmanesh, 2008).

Για την αποφυγή τέτοιων επιπλοκών, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν οι κατάλληλες ρυθμίσεις ενέργειας και να διασφαλιστεί η πλήρη επαφή μεταξύ του κρυσταλλικού τετραγώνου της χειρολαβής και του δέρματος. Για ορισμένα διαθέσιμα στο εμπόριο συστήματα, είναι συνετό να εφαρμόζετε ένα gel με βάση το νερό για να ενισχύσετε αυτήν την επαφή. Επιπλέον, ο κίνδυνος υπολειμματικής δυσχρωμίας είναι μεγαλύτερος σε πιο σκούρους τύπους δέρματος και θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την επιλογή της διάρκειας της ροής και του παλμού πριν από τη θεραπεία. Σε αυτές τις περιπτώσεις, συνιστάται η χρήση του υψηλότερου διαθέσιμου φίλτρου (755nm) με καθυστερήσεις παρεμβολών 50 έως 100 χιλιοστά του δευτερολέπτου για να επιτραπεί επαρκής χρόνος για την ψύξη της επιδερμίδας για την ελαχιστοποίηση της θερμικής ζημιάς.

Πρόσφατα, μια φορητή συσκευή με έντονο παλμικό φως για οικιακή χρήση έχει λάβει έγκριση από το FDA για τη θεραπεία ανεπιθύμητων τριχών προσώπου. Αν και αυτή η

τεχνολογία φαίνεται να είναι ασφαλής, τα αποτελέσματα από κλινικές μελέτες δείχνουν ότι η αποτελεσματικότητά της είναι χαμηλότερη από τις θεραπείες στο ινστιτούτο που εκτελούνται με λέιζερ ή συσκευές IPL σε υψηλότερες ενέργειες.

2.3 Θεραπεία Υπερτροφικών Ουλών, Χηλοειδών και Ραβδώσεων

Οι υπερτροφικές ουλές και τα χηλοειδή είναι ανώμαλες αποκρίσεις τραύματος στον δερματικό τραυματισμό και χαρακτηρίζονται από υπερβολικό σχηματισμό κολλαγόνου. Είναι δύσκολο να αντιμετωπιστούν και έχουν υψηλά ποσοστά υποτροπής μετά από συμβατικές θεραπείες όπως χειρουργική εκτομή, δερματική διάβρωση, ακτινοβολία και ενδοφλέβια θεραπεία (Alster, 2007;Sobanko, 2012). Έχουν δημοσιευτεί πολλές μελέτες στις οποίες οι ουλές που υποβλήθηκαν σε θεραπεία με PDL είχαν ως αποτέλεσμα τη βελτίωση του ερυθρήματος, της υφής, της ευλυγισίας και του πόνου, με ελάχιστες παρενέργειες (Alster, 1994;Alster 1998, Alster, 2000). Σημαντική κλινική βελτίωση των υπερτροφικών ουλών παρατηρείται συχνά μετά από μία ή δύο θεραπείες PDL, με τις μεγαλύτερες αποκρίσεις να παρατηρούνται με τη χρήση χαμηλότερης ενεργειακής πυκνότητας (Manuskiatti, 2001) (Σχήμα 2.6A και B). Οι συμπληρωματικές θεραπείες στο PDL όπως τα ενδοφλέβια κορτικοστεροειδή ή η 5-φθοροουρακίλη είναι πιο χρήσιμες για ανθεκτικά χηλοειδή ή για ενεργά πολλαπλασιασμό υπερτροφικών ουλών, αυθόρμητα με την πάροδο του χρόνου. Πιο πρόσφατα, τα αφαιρετικά κλασματικά λέιζερ έχουν αποδειχθεί ότι βελτιώνουν τις υπερτροφικές ουλές και συχνά συνδυάζονται με τοπική χορήγηση κορτικοστεροειδών για βελτιωμένη αποτελεσματικότητα (Waibel, 2013; Anderson ,2014).

A



B



Εικόνα 2.6 Οι υπερτροφικές ουλές και τα χηλοειδή. Πηγή: (Tretti, 2015)

Οι Striae distensae είναι κοινές ατροφικές βλάβες που συχνά σχετίζονται με παχυσαρκία, εγκυμοσύνη, εφηβεία και εξωγενή χρήση στεροειδών. Αρχικά παρουσιάζονται ως ελαφρώς ερυθριματώδεις έως ροζ ατροφικές ζώνες, που ονομάζονται ραβδώσεις. Σταδιακά γίνονται υποβαθμισμένοι και ινωτικοί και αναφέρονται ως striae alba. Τα Striae έχουν αντιμετωπιστεί επιτυχώς με PDL χαμηλής ροής, με το stria rubra να δείχνει μεγαλύτερη κλινική ανταπόκριση στη θεραπεία από ό, τι τα ώριμα ραβδώματα alba. (McDaniel, 1996; Alster, 2000). Τα κλασματικά αφαιρετικά και μη αφαιρετικά λέιζερ έχουν επίσης αποδειχθεί ότι βελτιώνουν τη μελάγχρωση και την υφή των striae distensae (Malekzad, 2014; Tretti, 2015).

2.4 Θεραπεία των Χρωματισμένων Αλλοιώσεων

Οι δερματικές χρωστικές βλάβες είναι συχνές στόχοι θεραπείας με λέιζερ και IPL. Τα λέιζερ QS είναι πολύ αποτελεσματικά στη μείωση ή την εξάλειψη καλοήθων επιδερμικών και δερματικών χρωστικών αλλοιώσεων όπως ηλιακών φακών, εφελίδων, café au lait macules, seborrheic keratoses, melanocytic nevi, blue nevi, nevi of Ota / Ito, infraorbital hyperpigmentation, drug -uced hyperpigmentation, οι nevi του Becker και οι nevi spilus. Αυτά τα ίδια λέιζερ έχουν χρησιμοποιηθεί επίσης για τη θεραπεία ερασιτεχνικών, επαγγελματικών και τραυματικών τατουάζ. Το κόκκινο και το υπέρυθρο μήκος κύματος των λέιζερ QS στοχεύουν τη μελανίνη εντός των μελανοσωμάτων (όπως συμβαίνει με τις χρωματισμένες αλλοιώσεις) και διάφορα υλικά με βάση τον άνθρακα ή οργανομεταλλικές βαφές (όπως συμβαίνει με τα τατουάζ), με περιορισμένο τραυματισμό σε παρακείμενο φυσιολογικό ιστό. Ποικιλία διαφορετικών λέιζερ (συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων CW έχουν χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία αλλοιώσεων που έχουν χρωματιστεί στο παρελθόν. Ωστόσο, προς το παρόν δεν χρησιμοποιούνται ευρέως λόγω σημαντικού κινδύνου ουλής και δυσχρωμίας (Arndt, 1984; Bailin, 1980). Τα βραχυκυκλωμένα συστήματα QS και picosecond που χρησιμοποιούνται συνήθως για τη θεραπεία τραυματισμών και τατουάζ σήμερα περιλαμβάνουν Nd: YAG (532 και 1.064 nm), ρουμπίνι (Λέιζερ 694 nm) και αλεξανδρίτη (755 nm).

Το QS ρουμπίνι ήταν το πρώτο σύστημα που αναπτύχθηκε για τη θεραπεία των χρωματισμένων αλλοιώσεων και τατουάζ και χρησιμοποιήθηκε ευρέως και με επιτυχία (Reid, 1990; Ono, 1998), ωστόσο, το μήκος κύματος των 694 nm απαιτούσε προσοχή σε ασθενείς με πιο σκούρους τόνους του δέρματος λόγω του ότι η ενέργεια του απορροφάται τόσο έντονα από τη μελανίνη με μεγαλύτερο κίνδυνο υποχρωματισμού (Grevelink, 1996; Kono, 2001). Η επακόλουθη ανάπτυξη των λέιζερ QS alexandrite και Nd: YAG αποδείχθηκε επίσης ότι αντιμετωπίζει αποτελεσματικά τις χρωματισμένες βλάβες και τατουάζ με το πλεονέκτημα ότι τα μεγαλύτερα μήκη κύματος τους θα μπορούσαν να αντιμετωπίσουν με ασφάλεια το πιο σκούρο δέρμα και να διεισδύσουν στο βαθύτερο δέρμα (Troilius, 1998). Πιο πρόσφατα, τα λέιζερ μεεναλλαγή Q που δημιουργούν παλμούς πεδίου picosecond έχουν εισαχθεί στο εμπόριο με ακόμη μεγαλύτερη ικανότητα στόχευσης και καταστροφής της δερματικής χρωστικής και της μελάνης (Freedman, 2014) (Εικόνα 2.7A και B).

A



B



Εικόνα 2.7 Επαγγελματικό τατουάζ πριν (Α) και μετά το τρίτο picosecond Nd: Θεραπεία λέιζερ YAG (Β). Πηγή: (Tretti, 2015)

Δεδομένου ότι η μελανίνη είναι επίσης φυσιολογικά παρούσα στην επιδερμίδα, παρουσιάζεται ως άλλη ανταγωνιστική πηγή απορρόφησης ενέργειας με λέιζερ και μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητες επιδερμικές βλάβες (Troilius, 1998). Οι ταυτόχρονες επιδερμικές πηγές ψύξης βοηθούν στην ελαχιστοποίηση του ανεπιθύμητου θερμικού τραυματισμού (ιδιαίτερα σε ασθενείς με πιο σκούρο δέρμα) κατά τη διάρκεια της θεραπείας. Ενώ χρησιμοποιούνται συνήθως παλμοί διάρκειας 10-100 χιλιοστών του δευτερολέπτου (σύμφωνα με τον χρόνο θερμικής χαλάρωσης των περισσότερων θυλακίων τρίχας), ο βιολογικός στόχος στην αποτρίχωση με λέιζερ είναι το ωοθυλακικό βλαστικό κύτταρο, το οποίο βρίσκεται στην περιοχή διόγκωσής στο δέρμα θυλάκιο τρίχων. Δεδομένου ότι αυτά τα βλαστοκύτταρα δεν περιέχουν πάντα σημαντικές ποσότητες μελανίνης και μπορεί να μην γειτνιάζουν άμεσα με τις στοχευμένες χρωστικές δομές, απαιτούνται μεγαλύτερες χρονικές παλμοί από αυτές που περιγράφονται συχνά για τη διάχυση της θερμότητας από τον ωοθυλακικό άξονα στον επιθυμητό τελικό στόχο (Fitzpatrick, 1994). Σε μόνιμη τριχοφυΐα έχει επιτευχθεί μείωση χωρίς σημαντικές δυσμενείς επιπτώσεις παρά τη χρήση παρατεταμένων παλμών.

LP ρουμπίνι (694 nm), αλεξανδρίτης (755 nm), δίοδος (800 nm) και λέιζερ Nd: YAG (1.064 nm) καθώς και IPL (590-1200 nm) έχουν αποδειχθεί, μέσω πολλών δημοσιευμένων μελετών, για επίτευξη μακράς διάρκειας - διαρκής μείωση των τριχών με χαμηλή συχνότητα ανεπιθύμητων ενεργειών (Nanni, 1998; Grossman, 1996; Tanzi, 2004). Η βέλτιστη επιλογή λέιζερ ή IPL καθορίζεται από τον τύπο δέρματος του ασθενούς. Το λέιζερ LP ruby χρησιμοποιείται καλύτερα σε ασθενείς με ανοιχτόχρωμο δέρμα με φωτοτύπους δέρματος Fitzpatrick I – III, (Grossman, 1996), ενώ τα λέιζερ LP alexandrite και δίοδων μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ασφάλεια σε άτομα με ελαφρώς πιο σκούρο δέρμα (φωτοτύποι δέρματος Fitzpatrick I – IV). Το σύστημα λέιζερ LP Nd: YAG θεωρείται η ασφαλέστερη επιλογή για ασθενείς με πιο σκούρο δέρμα, λόγω του μειωμένου κινδύνου επιδερμικής βλάβης λόγω του μεγαλύτερου

μήκους κύματος του (Alster, 1994). Χρησιμοποιώντας ειδικά φίλτρα αποκοπής, το σύστημα IPL μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για μείωση τριχών σε ασθενείς με πιο ανοιχτόχρωμο δέρμα. Ενώ η σημαντική μείωση των τριχών μπορεί να παρατηρηθεί μετά από μία θεραπεία, πολλαπλών συνεδριών σε μηνιαία χρονικά διαστήματα βελτιώνουν το κλινικό αποτέλεσμα (Weiss, 1999;Sadick, 2000). Οι ανεπιθύμητες ενέργειες μετά από θεραπείες με λέιζερ ή IPL περιλαμβάνουν φουσκάλες, κρούστα, δυσχρωμάτωση και σπάνια ουλές. Είναι σημαντικό να επιλέξετε το κατάλληλο σύστημα λέιζερ με σωστές παραμέτρους θεραπείας και θα πρέπει να είστε προσεκτικοί σε ασθενείς με μαυρίσματα ή εγγενώς σκοτεινό δέρμα.

Χρωστικές βλάβες και δυσχρωμία

Μεταξύ της ποικιλίας μεθόδων που χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία του φωτοευαίσθητου δέρματος, το IPL έχει αποκτήσει σημαντικό ενδιαφέρον λόγω της ταχείας ανάρρωσης του ασθενούς μετά τη διαδικασία. Η δυσχρωμία, ιδιαίτερα του προσώπου, είναι ένα κοινό παράπονο ασθενών που αναζητούν φωτοαναζωογόνηση με τεχνολογία λέιζερ ή φωτός. Τα εντοπισμένα επιδερμικά μελανοκύτταρα, μελανίνη ή εκστατικά συσσωματώματα αγγείων ενισχύουν την χρωματική αντίθεση με το περιβάλλον δέρμα δίνοντάς του έναν άνισο, ετερογενή τόνο. Διαλείμματα στην ομοιογενή χρωματική παλέτα του δέρματος θεωρούνται από το ανθρώπινο μάτι ως ατέλειες και έχει αποδειχθεί ότι είναι ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά καθορισμού του παλιού δέρματος που εμφανίζεται (Matts, 2007). Οι ηλιακοί φακοί είναι υπερχρωματικές κηλίδες που συνήθως προκύπτουν από χρόνια έκθεση στον ήλιο. Το υπεριώδες φως τους προκαλεί και επιδεινώνει και έχουν συσχετιστεί με αυξημένο κίνδυνο καρκίνου του δέρματος. Έχουν αναφερθεί διάφορες μέθοδοι, συμπεριλαμβανομένης της κρυοθεραπείας, των λέιζερ και των τοπικών και χημικών παραγόντων απολέπισης για τη θεραπεία ηλιακών φακών με διαφορετική επιτυχία.



Εικόνα 2.8 Ανεπιθύμητες τρίχες πριν από έντονη παλμική θεραπεία. Πηγή: (Morena Arias GA, 2001)



Εικόνα 2.9 Βελτίωση των ανεπιθύμητων τριχών έξι μήνες μετά από πέντε έντονες θεραπείες παλμικού φωτός. Πηγή: (Morena Arias GA, 2001)

Κατά τη χρήση μιας φωτεινής πηγής για τη θεραπεία των χρωματισμένων δερματικών αλλοιώσεων, ο εντοπισμός του στόχου χρωστικής ουσίας είναι καθοριστικός παράγοντας για την επιλογή του κατάλληλου θεραπευτικού μήκους κύματος. Τα μήκη κύματος στην περιοχή από 630 έως 1100nm αντιπροσωπεύουν τόσο την προτιμησιακή απορρόφηση της μελανίνης έναντι της αιμοσφαιρίνης όσο και ένα αποτελεσματικό βάθος διείσδυσης του δέρματος.

Ο μηχανισμός δράσης του IPL για τη θεραπεία των χρωστικών αλλοιώσεων θεωρείται ότι είναι το αποτέλεσμα της ταχείας διαφοροποίησης των κερατινοκυττάρων που προκαλείται από θερμική θέρμανση. Αυτή η διαδικασία οδηγεί σε ανοδική μεταφορά μελανοσωμάτων μαζί με νεκρωτικά κερατινοκύτταρα, με αποτέλεσμα την εξάλειψή τους καθώς οι μικροκρούσεις αφαιρούνται από την επιφάνεια του δέρματος. Αυτά τα αποτελέσματα έχουν αποδειχθεί *in vivo* χρησιμοποιώντας αμφίδρομη μικροσκοπία τρόπου ανάκλασης και τομογραφία οπτικής συνοχής, που επιτρέπουν την ακριβή απεικόνιση των μελανοσωμάτων στο δέρμα σε οριζόντιες και κατακόρυφες διαστάσεις, αντίστοιχα.

Οι εφελκίδες¹⁴, γεροντικοί και ηλιακοί φακοί είναι μεταξύ των πολλών παραδειγμάτων χρωματισμένων αλλοιώσεων που έχουν αντιμετωπιστεί επιτυχώς με IPL. Με τη χρήση διαφορετικών φίλτρων, η συσκευή IPL μπορεί να εκπέμψει φάσματα μήκους κύματος από 500 έως 670 και 870 έως 1.400 nm, επιτρέποντάς της να στοχεύει αγγειακές και χρωματισμένες βλάβες, αντίστοιχα. Το φιλτράρισμα μήκους κύματος μεταξύ 670 και 870nm βοηθά στη διατήρηση της πλούσιας σε μελανίνη επιδερμίδας και βελτιώνει την αναλογία καταστροφής αγγειακών προς χρωστικών ουσιών, για βαθύτερες βλάβες,

¹⁴Εφελκίδες είναι ένα κοινό σύμπτωμα των λοιμώξεων του δέρματος, ανοσιακή δερματικές διαταραχές, και της ζημίας

όπως το nevus spilus¹⁵ (Moreno Arias, 2001) η IPL έχει επίσης χρησιμοποιηθεί με ποικίλη επιτυχία σε ασιατικούς ασθενείς με μέλασμα¹⁶.

Το αποτέλεσμα της θεραπείας IPL για δυσχρωμία είναι αθροιστική και επαναλαμβανόμενες θεραπείες (συνήθως 3-6) κάθε 3 έως 4 εβδομάδες είναι γενικά απαραίτητες για πλήρη κάθαρση. Ο συγγραφέας σημείωσε ότι έχουν παρατηρηθεί λιγότερες θεραπείες με σχετική λιγότερη δυσφορία όταν το IPL συνδυάζεται μεσχετική φωτοπνευματική θεραπεία. Όπως ήταν αναμενόμενο, οι πιο σκοτεινόχρωμες βλάβες και εκείνες όπου η χρωστική ουσία εντοπίζεται σε βαθύτερα στρώματα του δέρματος ανταποκρίνονται συνήθως πιο αργά και απαιτούν μεγαλύτερο συνολικό αριθμό θεραπειών. Σε αυτές τις περιπτώσεις, παρά τα κατάλληλα θεραπευτικά σχήματα, οι βλάβες είναι συχνά επίμονες.

Είναι σημαντικό να αξιολογήσετε προσεκτικά τον τύπο δέρματος κάθε ασθενούς προεγχειρητικά και να προσαρμόσετε κατάλληλα τις ρυθμίσεις IPL για να αποφύγετε επιπλοκές. Σε πιο σκούρους τύπους δέρματος, υπάρχει κίνδυνος πρόκλησης υπερχρωματισμού. Το άμεσο τελικό σημείο από τη θεραπεία της δυσχρωμίας με IPL θα πρέπει να είναι ορατό σκουρόχρωμο των επεξεργασμένων καφέ κηλίδων. Αυτά είναι συνήθως η κρούστα πάνω από 24 έως 48 ώρες και ξεφλουδίζουν μέσα σε επτά ημέρες. Αυτή η διαδικασία μπορεί να επιταχυνθεί εάν οι ασθενείς εφαρμόσουν μια ενυδατική κρέμα δύο φορές την ημέρα ή πραγματοποιώντας μικροδερμοαπόξεση στην περιοχή της θεραπείας 1 έως 2 ημέρες μετά τη θεραπεία.

Ρυτίδες και σύσφιξη του δέρματος

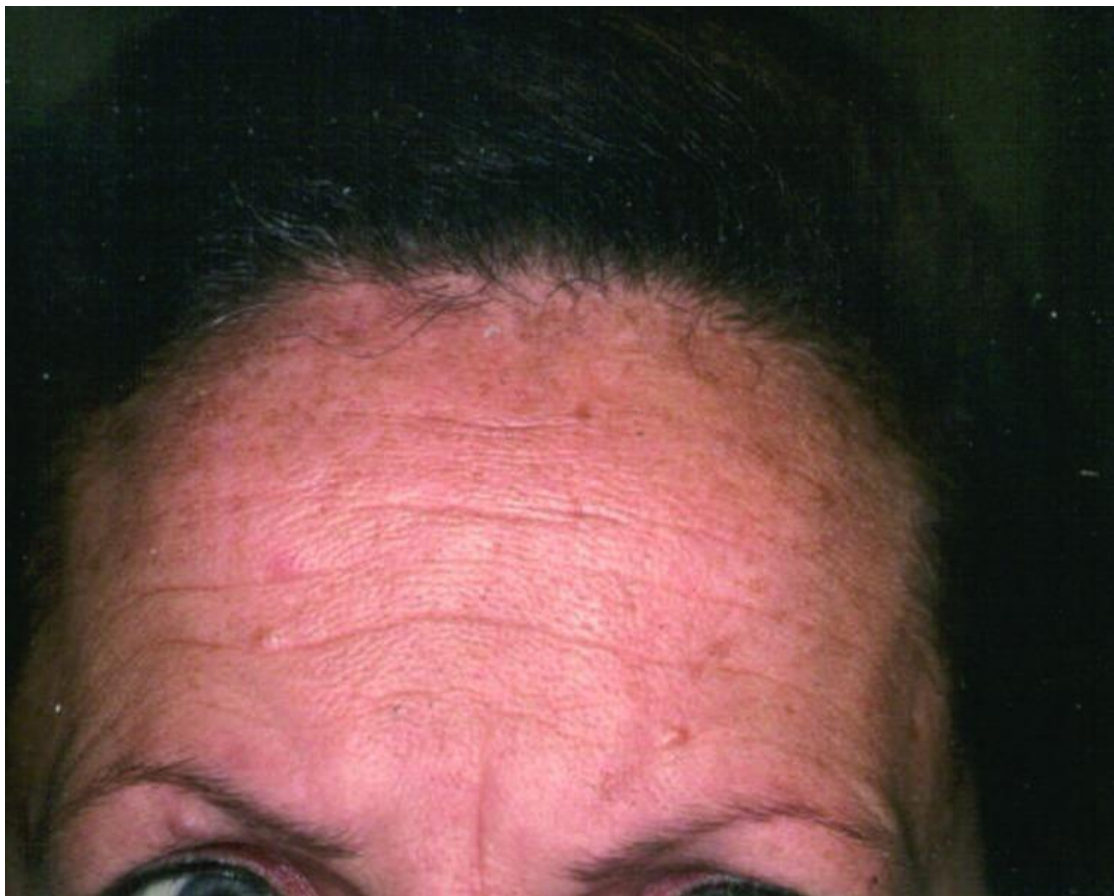
Οι λεπτές επιφανειακές ρυτίδες στο δέρμα είναι το αποτέλεσμα ενός συνδυασμού ενδογενών και εξωγενών διεργασιών γήρανσης που επηρεάζουν το δέρμα με την

¹⁵Το Nevus spilus (επίσης γνωστό ως στίγματα φακοειδούς νεύρου και ζωοειδές φακοειδές νεύρο είναι μια δερματική βλάβη που εμφανίζεται ως ανοιχτό καφέ ή μαύρισμα ωχράς κηλίδας, διάστικτος με μικρότερα, πιο σκούρα κηλίδες ή βλατίδες.

¹⁶Το μέλασμα είναι η εμφάνιση καφέ, γκρι χροιάς στην επιφάνεια του δέρματος κυρίως του προσώπου.

Ουσιαστικά πρόκειται για την ύπαρξη μελάγχρωσης σε βαθύτερα στρώματα της επιδερμίδας σε αντίθεση με τις πανάδες ή μελαγχρωματικές κηλίδες.

πάροδο του χρόνου. Η ενδογενής γήρανση οδηγεί στη σταδιακή μείωση των εξωκυτταρικών πρωτεϊνών μήτρας, όπως το κολλαγόνο και τα υαλουρονικά οξέα, στο χόριο λόγω μιας χρονολογικής γήρανσης των δερματικών ινοβλαστών. Η εξωγενή γήρανση του δέρματος οφείλεται κυρίως στη μακροχρόνια έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία από τον ήλιο, η οποία οδηγεί σε περαιτέρω διάσπαση των ιών κολλαγόνου από ρίζες οξυγόνου. Το συνολικό αποτέλεσμα είναι η μείωση της δομικής στήριξης και του όγκου του δέρματος, που οδηγεί σε μείωση της εκτατότητας στρέψης του δέρματος, προκαλώντας έτσι την υπερβολική πλεονασματική επιδερμίδα να τσαλακωθεί.



Εικόνα 2.10 Ρυτίδες πριν από την έντονη επεξεργασία παλμικού φωτός. Πηγή: (Bitter PH, 2000)



Εικόνα 2.11 Βελτίωση των ρυτίδων ένα μήνα μετά από τρεις έντονες θεραπείες παλμικού φωτός. Πηγή: (Bitter PH, 2000)

Τα τελευταία χρόνια, υπήρξε μια αύξηση των μη επεμβατικών τρόπων αναζωογόνησης με στόχο τη θεραπεία των λεπτών ρυτίδων και τη σύσφιξη του χαλαρού δέρματος, χρησιμοποιώντας μια ποικιλία εξωτερικών πηγών λέιζερ και φωτός. Μια σειρά από 4 έως 6 θεραπείες IPL που ονομάζονται «φωτοαναζωογόνηση» πρόσφατα διαδόθηκε και διατίθεται σε πολλές δερματολογικές πρακτικές σε εθνικό επίπεδο (Bitter, 2000). Η αρχή πίσω από το σφίξιμο του δέρματος με χρήση IPL βασίζεται στη θεωρία ότι η θέρμανση ινών κολλαγόνου με υψηλή ένταση φωτεινής ενέργειας οδηγεί σε μη σύμβασή τους. Αυτό μπορεί να εξηγεί την αλλαγή υφής που περιγράφεται στο δέρμα που έχει υποστεί αγωγή με IPL, η οποία έχει αναφερθεί ως δευτερεύουσα παρατήρηση σε αρκετές μελέτες (Weiss, 2002). Επιπλέον, η θερμική διέγερση των δερματικών ινοβλαστών από τα υψηλότερα μήκη κύματος εντός του φάσματος IPL έχει αποδειχθεί ότι έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση σύνθεση πρωτεϊνών εξωκυτταρικής μήτρας, οδηγώντας σε τουλάχιστον μερική αντικατάσταση του χαμένου όγκου του δέρματος. Συγκεκριμένα, τα μήκη κύματος στο φάσμα των 1200nm απορροφώνται από νερό στο

χόριο, προκαλώντας μια αντίδραση κυτοκίνης, η οποία, με τη σειρά της, διεγείρει το σχηματισμό νέου κολλαγόνου I, III και ελαστίνης. Τα μήκη κύματος 570 έως 645nm έδειξαν επιδερμική πάχυνση από 100 έως 300 μm, μείωση των κεράτοδερμάτων¹⁷, μείωση του ποσοστού εκφυλισμένων ελαστικών ινών και νέο σχηματισμό δερματικού κολλαγόνου.

Οι συνηθέστερα στοχευμένες ρυτίδες είναι εκείνες στις περιφερικές περιοχές, με λεπτότερες, πιο επιφανειακές γραμμές που συνήθως ανταποκρίνονται καλύτερα από τα βαθύτερα αυλάκια. Τα αποτελέσματα είναι συχνά ανεπαίσθητα και απαιτούν πολλαπλές συνεδρίες θεραπείας. Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι ο συνδυασμός τοπικών ή πλήρους θεραπείας IPL με ταυτόχρονες ενέσεις αλλαντικής τοξίνης για βαθιές ρυτίδες παράγει καλύτερα αποτελέσματα από τη θεραπεία IPL μόνο (Khoury , 2008). Η πρώτη έκθεση για τα οφέλη ενός τέτοιου συνδυασμού δημοσιεύθηκε από τους Carruthers και Carruthers το 2004, δείχνοντας ότι η συνδυασμένη θεραπεία IPL- Botox συσχετίστηκε με βελτιώσεις όχι μόνο στις ρυτίδες, αλλά και στις τελαγγειεκτασίες, στους φακούς, στο φαινόμενο μέγεθος πόρων και στην υφή του δέρματος. Η βάση αυτής της συνέργειας θεωρείται ότι είναι το αποτέλεσμα της ακινητοποίησης των πρωτεϊνών του δέρματος που επιτυγχάνονται με παράλυση στο υποκείμενο μυϊκό σύστημα, που οδηγεί σε πιο ομαλό κολλαγόνο.

2.5 Αφαιρετική Επανάσταση με Λείζερ

Η επανεμφάνιση του δέρματος με λείζερ έχει εξελιχθεί σημαντικά τις τελευταίες 2 δεκαετίες. Διαδόθηκε για πρώτη φορά στα μέσα της δεκαετίας του 1990 μετά την εισαγωγή του συστήματος λείζερ παλμικού διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) για τη θεραπεία των ρυτίδων του προσώπου και των ατροφικών ουλών ακμής (Aslam,2014). Το μήκος κύματος των 10.600 nm που εκπέμπεται από ένα λείζερ CO₂ απορροφάται

¹⁷Το κερατόδερμα των φοινίκων και των πέλμων είναι μια δερματολογική ασθένεια, η οποία χαρακτηρίζεται από εξασθενημένη κερατινοποίηση του δέρματος στην περιοχή του συγκεκριμένου τμήματος του σώματος.

από το ενδοκυτταρικό νερό, σε θέρμανση και εξάτμιση ιστών. Το παλμικό λέιζερ CO₂ παράγει ξεχωριστές περιοχές εξάτμισης ιστού, ελαχιστοποιώντας ταυτόχρονα τη θερμική βλάβη στον περιβάλλοντα ιστό που μπορεί να σχετίζεται με ουλές και υπομελάγχρωση. Μετά την ανάπτυξη των παλμικών και σαρωμένων συστημάτων λέιζερ CO₂, εισήχθη το λέιζερ γρανίτη υτρίου αλουμινίου (Er: YAG). Το μήκος κύματος των 2.940 nm είχε επίσης ως αποτέλεσμα ελεγχόμενη αφαίρεση του δέρματος με ελάχιστο θερμικό τραυματισμό. Επειδή το σύστημα Er: YAG δημιουργεί μικρή θερμική αντίδραση στο δέρμα, η σύσφιξη των ιστών δεν είναι τόσο δραματική όσο αυτή που παρατηρείται μετά τη θεραπεία με λέιζερ CO₂. Από την άλλη πλευρά, ο ελάχιστος θερμικός τραυματισμός που δημιουργείται από την ακτινοβολία λέιζερ Er: YAG οδηγεί σε ταχύτερη μετεγχειρητική επούλωση και λιγότερες παρενέργειες.

Ενώ έχουν αναφερθεί πολλές καλλυντικές εφαρμογές παλμικού και σαρωμένου CO₂ και Er: YAG αφαιρετικών λέιζερ, έχουν χρησιμοποιηθεί πιο συχνά για την αναζωογόνηση του προσώπου του φωτοαπαγόμενου δέρματος, συμπεριλαμβανομένων των ρυτίδων και της δυσχρωμίας (Alster, 1998; Alster, 1999). Η ατροφική ακμή και οι τραυματικές ουλές μπορούν επίσης να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά με αφαιρετικά λέιζερ (Alster, 1996; Walia, 1999). Έχει αποδειχθεί εντυπωσιακή σύσφιξη του δέρματος με την επανάσταση του δέρματος με λέιζερ CO₂ λόγω της θερμικής επίδρασης στο δερματικό κολλαγόνο (Wollina, 2010; Omi, 2014).

Αν και αναφέρθηκαν εξαιρετικά αποτελεσματικές, παρατεταμένες ανεπιθύμητες ενέργειες και επιπλοκές που σχετίζονται με την αφαιρετική εμφάνιση του λέιζερ (Tanzi, 2003;Tanzi, 2003). Οι συχνές αντιδράσεις μετά τη θεραπεία περιλαμβάνουν έντονο ερύθημα και οίδημα, τα οποία μπορούν να παραμείνουν για αρκετές εβδομάδες έως μήνες (Nappi, 1998). Ακμή μπορεί να εμφανιστεί, ιδιαίτερα σε άτομα με προηγούμενο ιστορικό ακμής και θεραπεία ουλών (Bernstein, 1997). Οι λοιμώξεις είναι σχετικά ασυνήθιστες, αλλά οι ασθενείς με ιστορικό εργαστηριακού έρπητα θα πρέπει να λαμβάνουν προφυλακτική θεραπεία από το στόμα κατά των ιών για τη μείωση της συχνότητας επανενεργοποίησης του λανθάνοντος έρπητα (Alster, 2002; Goldberg, 1997) ασθενείς με πιο σκούρους τόνους δέρματος ή μετά από επιθετική θεραπεία με

λείζερ (Kim, 2005). Ο καθυστερημένος υποχρωματισμός είναι πολύ λιγότερο συχνός - συνήθως παρατηρείται αρκετούς μήνες (> 6 μήνες) μετά τη θεραπεία (Bernstein, 1997) και αναπτύσσεται συχνότερα με αφαίρεση λείζερ CO₂ από ότι με Er: YAG. Οι υπερτροφικές ουλές είναι μια άλλη σπάνια επιπλοκή που μπορεί να προκύψει από επιθετική τεχνική λείζερ, μόλυνση και κακή διαχείριση τραυμάτων. Σπάνια παρατηρείται σχηματισμός εκτροπίου, ο οποίος μπορεί να συμβεί όταν το χαλαρό περιοδικό δέρμα εξατμίζεται σε ασθενείς με προηγούμενο ιστορικό κατώτερης βλεφαροπλαστικής.

2.6 Μη Νομοθετική Επανεμφάνιση Λείζερ

Τα μη νομοθετικά συστήματα λείζερ αναπτύχθηκαν πρωτίστως για να μειώσουν τον κίνδυνο ανεπιθύμητων ενεργειών και την εκτεταμένη περίοδο μετεγχειρητικής ανάκτησης που σχετίζεται με την αφαιρετική επανεμφάνιση λείζερ. Υπάρχουν πολλές μη νομοθετικές συσκευές λείζερ και IPL, οι περισσότερες από τις οποίες εκπέμπουν υπέρυθρο φως. Περιλαμβάνουν τα συστήματα Nd: YAG (1.064 και 1.320 nm), δίοδος (980 και 1.450 nm), erbium: glass (Er: glass, 1.540 nm) και IPL (500–1200 nm). Παρόμοια με τα αφαιρετικά λείζερ, στοχεύουν κυρίως στο δερματικό νερό, το οποίο προκαλεί θέρμανση κολλαγόνου και δερματική αναδιαμόρφωση. Σε αντίθεση με τους αφαιρετικούς ομολόγους τους. Ωστόσο, δεν συμβαίνει επιδερμική βλάβη και εξατμηση των ιστών λόγω της ταυτόχρονης εφαρμογής της επιδερμικής ψύξης. Οι κλινικές εφαρμογές των μη λεβητικών λείζερ περιλαμβάνουν τις ρυτίδες και τις ουλές του προσώπου (Lupton 2002, Doshi 2005). Οι θεραπείες εκτελούνται συνήθως σε μια σειρά τριών ή περισσότερων μηνιαίων συνεδριών για να επιτευχθούν τα βέλτιστα κλινικά αποτελέσματα. Χρησιμοποιείται με ασφάλεια σε μη πρόσωπο του δέρματος και σχετίζονται με ταχύτερη ανάκτηση και χαμηλότερη συχνότητα μετεγχειρητικών παρενεργειών σε σύγκριση με τα αφαιρετικά λείζερ. Το ερύθημα και το οίδημα μετά τη θεραπεία υποχωρούν εντός 24-48 ωρών, κάτι που είναι τυπικό, αλλά άλλες σημαντικές παρενέργειες είναι σπάνιες. Ο σχηματισμός κυψελών είναι μια ασυνήθιστη επιπλοκή που οφείλεται στην ανεπαρκή επιδερμική ψύξη.

2.7 Επανεμφάνιση Κλασματικών Λείζερ

Η κλασματική φωτοθερμόλυση εισήχθη το 2004, (Manstein, 2004), φέρνοντας την επανάσταση του δέρματος με λέιζερ. Τα κλασματικά συστήματα λέιζερ στοχεύουν νερό ιστού και παράγουν μικροσκοπικές ζώνες επεξεργασίας ελεγχόμενου πλάτους, βάθους και πυκνότητας στο δέρμα. Αυτές οι τρισδιάστατες ζώνες θερμικής βλάβης αναφέρονται ως «μικροσκοπικές θερμικές ζώνες» (MTZs) και είναι οι θεμελιώδεις μονάδες κλασματικής φωτοθερμόλυσης. Σε αντίθεση με την επανένταξη σε ολόκληρο το πεδίο, αφαιρείται μόνο ένα κλάσμα του δέρματος. Η ενέργεια στις κλασματοποιημένες στήλες του λέιζερ προκαλεί θερμική βλάβη χωρίς να επηρεάζεται ο γειτονικός ιστός. Ο παρακείμενος ιστός που δεν επηρεάζεται συμβάλλει στην επούλωση και την ταχεία επιδερμική διόρθωση. Η στοχευμένη βλάβη με MTZ διεγείρει τη νεοκολλαγόνο και την αναδιαμόρφωση κολλαγόνου (Hantash, 2007;Hantash, 2007). Ως αποτέλεσμα, η κλασματοποιημένη φωτοθερμόλυση ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο επιπλοκών και μειώνει τους χρόνους ανάκαμψης που παρατηρούνται με τα προαναφερθέντα λέιζερ. Η κλασματική τεχνολογία έχει εφαρμοστεί τόσο σε αφαιρετικά όσο και σε μη καταλυτικά συστήματα λέιζερ. Τα αφαιρετικά κλασματικά λέιζερ παράγουν MTZ εξάτμισης επιδερμικού και δερματικού ιστού, ενώ τα μη αφαιρετικά κλασματικά λέιζερ προκαλούν επιδερμική και δερματική πήξη χωρίς εξάτμιση ιστού.

Διάφορα μη καταστατικά κλασματικά λέιζερ διατίθενται στο εμπόριο, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων λέιζερ Nd: YAG (1.440 nm), διόδου (1.440 nm), erbium (1.410, 1.540 και 1.550 nm) και thulium (1.927 nm). Αυτά τα λέιζερ χρησιμοποιούνται συχνά για τη θεραπεία των προσώπων και των μη προσώπων των ρυτίδων, της δυσχρωμίας και των ουλών. Παρόλο που οι θεραπείες δέρματος του προσώπου οδηγούν σε ανώτερα κλινικά αποτελέσματα, οι θεραπείες δέρματος είναι επίσης εντυπωσιακές. Κλινικές μελέτες έχουν δείξει σημαντική βελτίωση των ρυτίδων του προσώπου, των ατροφικών ουλών της ακμής, των υπερτροφικών ουλών και των διογκωμένων πόρων όταν υποβάλλονται σε θεραπεία με διάφορα μη κλασματικά

λείζερ 161–168 (Εικόνα 2.12Α και Β). Η επιτυχής θεραπεία του μελάσματος με μη καταλυτικά λείζερ ήταν λιγότερο συνεπής (Katz, 2010; Lee, 2013).

A



B



Εικόνα 2.12 Περιοφθαλμικά ρυθμίδια πριν από (Α) και μετά από τρεις μη επεξεργασμένες κλασματοποιημένες επεξεργασίες λέιζερ (1.550 nm) με λέιζερ (Β). Πηγή: (Tierney, 2011)

Τα κλασματοποιημένα λέιζερ CO₂ και Er: YAG είναι και τα δύο πολύ αποτελεσματικά στη θεραπεία του φωτογραφημένου δέρματος και αποδίδουν παρόμοια κλινική αποτελεσματικότητα και ταχεία ανάκαμψη (Murphy, 1983; Tierney, 2011). Τα αφαιρετικά κλασματοποιημένα λέιζερ έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για την επιτυχή αντιμετώπιση ουλών ακμής, συμπεριλαμβανομένων σοβαρών ουλών σε μια ποικιλία ανατομικών θέσεων (Tierney, 2011; Hedelund, 2012) (Εικόνα 2.13Α και Β). Οι θεραπείες συνήθως εκτελούνται ως μία μόνο διαδικασία λόγω των ισχυρών κλινικών αποτελεσμάτων τους σε σύγκριση με τα μη καταστατικά κλασματικά λέιζερ.



Εικόνα 2.13 Σοβαρές ατροφικές ουλές ακμής στην πλάτη ενός νεαρού άνδρα πριν από το (Α) και 6 μήνες μετά από μια αφαιρετική κλασματοποιημένη επεξεργασία με λέιζερ διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) (Β). Πηγή: (Tierney, 2011)

Αν και τα κλασματικά αφαιρετικά και μη αραιωτικά λέιζερ έχουν ανώτερο προφίλ ασφάλειας σε σύγκριση με τα μη κλασματικά αντίστοιχα, μπορεί να εμφανιστούν παρενέργειες και επιπλοκές. Οι ασθενείς συχνά αντιμετωπίζουν ερύθημα και οίδημα μετά τη θεραπεία μετά από μη υποθετική κλασματική επανεμφάνιση που συνήθως υποχωρεί εντός 3 ημερών (Graber, 2008). Το ερύθημα που εκτείνεται πέραν των 4 ημερών θεωρείται παρατεταμένο και αναφέρεται σε <1% των ασθενών. Αντίθετα, το ερύθημα που διαρκεί περισσότερο από 1 μήνα μετά την αφαιρετική κλασματική θεραπεία με λέιζερ θεωρείται παρατεταμένο και παρατηρείται σε ~ 12,5% των ασθενών (Metelitsa, 2010). Ένα σύστημα διόδων εκπομπής φωτός 590 nm έχει αποδειχθεί ότι μειώνει το ερύθημα μετά από κλασματικό λέιζερ (Alster, 2009). Απλός έρπης η λοίμωξη από τον ιό είναι η πιο συχνή λοιμώδης επιπλοκή μετά από κλασματοποιημένη θεραπεία με λέιζερ, που επηρεάζει έως και 2% των ασθενών. Συνιστάται γενικά η θεραπεία προφυλακτικών ασθενών εάν έχουν ιστορικό ιού απλού έρπητα του προσώπου ή εάν πραγματοποιείται θεραπεία με περιφερικό λέιζερ. Η βακτηριακή λοίμωξη είναι συγκριτικά χαμηλή με συχνότητα 0,1%. Η αντιβακτηριακή προφύλαξη μπορεί να είναι χρήσιμη πριν από την αφαιρετική κλασματοποιημένη επανεισαγωγή λέιζερ. Επιπλέον, μπορεί να αναπτυχθούν παροδικές ακτινοειδείς εκρήξεις μετά από κλασματοποιημένη εμφάνιση λέιζερ σε ποσοστό έως και 10% των ασθενών, ειδικά σε ασθενείς με ιστορικό ακμής (Metelitsa, 2010). Μέτρια έως σοβαρή έκρηξη ακμής μπορεί να αντιμετωπιστεί με μια σύντομη πορεία αντιβιοτικών με βάση την τετρακυκλίνη.

Ο μεταφλεγμονώδης υπερχρωματισμός είναι μια άλλη πιθανή επιπλοκή, αν και λιγότερο συχνά συναντάται σε σύγκριση με μη κλασματικά λέιζερ. Η συχνότητα εμφάνισης μπορεί να είναι > 12% σε ασθενείς με σκοτεινότερους φωτοτύπους (III – VI) (Chan, 2007). Η καθυστερημένη έναρξη του αποχρωματισμού, οι υπερτροφικές ουλές και η ανάπτυξη κατακόρυφων και οριζόντιων ζωνών είναι εξαιρετικά σπάνιες επιπλοκές της αφαιρετικής κλασματικής ανάπλασης (Tan, 2008; Avram, 2009).

2.8 Φωτοθεραπεία με Λείζερ

Η αποτελεσματική θεραπεία μιας ποικιλίας δερματολογικών παθήσεων με υπεριώδη (UV) φωτοθεραπεία έχει από καιρό καθιερωθεί. Η ψωρίαση έχει αντιμετωπιστεί με ευρυζωνική και στενή ζώνη UVB καθώς και ψωραλένη με UVA για δεκαετίες με σημαντική κλινική ανταπόκριση. Το λέιζερ excimer χλωριούχου ξένου (308 nm) έχει χρησιμοποιηθεί επίσης για τη θεραπεία της ψωρίασης, καταδεικνύοντας την εκκαθάριση ψωριασικών πλακών με λιγότερες θεραπείες από τη θεραπεία στενής ζώνης UVB (Asawanonda, 2000; Trehan, 2002). Ένα από τα σημαντικά πλεονεκτήματα του λέιζερ excimer είναι ότι στοχεύει μόνο επηρεασμένες περιοχές του δέρματος, αποτρέποντας έτσι την περιττή έκθεση του φυσιολογικού ιστού στην υπεριώδη ακτινοβολία. Πολλές μελέτες έχουν δείξει την κλινική αποτελεσματικότητα του λέιζερ excimer για τη θεραπεία διαφόρων μορφών ψωρίασης, συμπεριλαμβανομένης μιας πολυκεντρικής μελέτης που έδειξε ότι το 84% των ασθενών έφτασε σε 75% βελτίωση μετά από 10 ή λιγότερες θεραπείες (Feldman, 2002). Οι θεραπείες συχνά είναι καλά ανεκτές, αλλά οι ανεπιθύμητες ενέργειες περιλαμβάνουν φουσκάλες, ερύθημα και υπερχρωματισμό. Αν και κλινικά αποτελεσματικοί, οι περιορισμοί της θεραπείας περιλαμβάνουν το σχετικό κόστος της θεραπείας, τους χρονικούς περιορισμούς όταν αντιμετωπίζουν μεγάλες επιφάνειες ψωρίασης και άγνωστο κίνδυνο καρκινογένεσης.

Το λέιζερ excimer έχει επίσης βρεθεί να είναι εξίσου αποτελεσματικό με το UVB στενής ζώνης στη θεραπεία της λεύκης, με μελέτες που αποδεικνύουν επαναχρωματισμό άνω του 75% σε έμπλαστρα λεύκης μετά τη θεραπεία (Spencer, 2002). Αυτά τα σημαντικά ποσοστά απόκρισης επιτυγχάνονται σε σχετικά σύντομο χρόνο θεραπείας σε σύγκριση με την παραδοσιακή φωτοθεραπεία (Sun, 2015). Άλλες καταστάσεις που έχουν δείξει κλινική ανταπόκριση στο λέιζερ excimer περιλαμβάνουν ατοπική δερματίτιδα, αλωπεκία areata, αλλεργική ρινίτιδα, θυλακίτιδα, κοκκώδη annulare, λειχήνα, μυκητίαση, φλοιώδη παλμοπλανάδα, pityriasis alba, CD30 + λεμφοπλασματική διαταραχή, prurigo nodularis, εντοπισμένο σκληροδερμία και γεννητική λειχήνα σκληροσώματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΚΙΝΔΥΝΟΙ IPL ΚΑΙ LASER

3.1 Κίνδυνοι που Σχετίζονται με Λείζερ, Συσκευές Έντονου Παλμικού Φωτός και Νέες Πηγές Φωτός

Εδώ και πολύ καιρό είναι καθιερωμένο στην κλινική πρακτική, τα λέιζερ, οι συσκευές IPL και ραδιοσυχνοτήτων που αντιπροσωπεύουν γενικά ασφαλείς τεχνολογίες. Ωστόσο, έχουν αναφερθεί τραυματισμοί σε ασθενείς για όλες τις κατηγορίες συσκευών (Medical Device Reports [MDR] in: Manufacturer and User Facility Device Experience [MAUDE] - FDA δεδομένα σχετικά με επιπλοκές με λέιζερ, πηγές φωτός και συσκευές με βάση την ενέργεια) (Zelickson 2014, Tremaine, 2015) ιδίως όταν χρησιμοποιείται από μη ιατρικό προσωπικό (Zelickson, 201; Alam, 2011). Από τις 1.257 ανεπιθύμητες ενέργειες που καταγράφηκαν μεταξύ 1991 και 2013, οι τραυματισμοί στα μάτια, οι οποίοι είναι ιδιαίτερα επιβλαβείς, προκλήθηκαν κυρίως από συσκευές IPL (Tremaine ,2015).

Για να απαντήσουμε στο ερώτημα εάν η θεραπεία IPL είναι δυνητικά πιο επιβλαβής για το δέρμα από τη θεραπεία με λέιζερ, πρέπει να εξεταστούν διάφορες πτυχές. Από τη μία πλευρά, χρησιμοποιούνται διάφορες γενιές συσκευών, με συσκευές πρώτης γενιάς που χρησιμοποιούν διαφορετικές τεχνολογίες από τα επόμενα συστήματα (τετραγωνικός παλμός / ελεύθερη εκφόρτιση). Αυτό επηρεάζει τη σταθερότητα του εκπεμπόμενου παλμού κατά τη διάρκεια του κύκλου εφαρμογής και συνεπώς έχει άμεσες επιδράσεις στο αναμενόμενο προφίλ παρενεργειών (Emerson, 2013; Ash, 2012). Οι συσκευές IPL πρώτης γενιάς εκπέμπουν φως στο υπέρυθρο φάσμα, που συχνά οδηγεί σε παράπλευρη βλάβη στην επιδερμίδα και σε υψηλά ποσοστά ανεπιθύμητων ενεργειών. Σε συσκευές IPL δεύτερης γενιάς, το ανεπιθύμητο υπέρυθρο συστατικό διηθείται από νερό, μειώνοντας έτσι σημαντικά τον κίνδυνο ανεπιθύμητων ενεργειών (Babilas, 2010). Αυτό, ωστόσο, δεν ισχύει για τη χρήση εκτός σήματος αυτών των συσκευών. Σε αυτό το πλαίσιο, η χρήση του IPL στη θεραπεία των τατουάζ είναι ιδιαίτερα προβληματική και μπορεί ακόμη και να έχει νομικές επιπτώσεις.

Η κατασκευή, ο χειρισμός και η συντήρηση ιατρικών λέιζερ ως ιατροτεχνολογικών προϊόντων ρυθμίζονται από το νόμο. Ισχύουν διεθνή πρότυπα όσον αφορά τη χρήση τους, τις επιθεωρήσεις ασφαλείας (sicherheitstechnische Kontrollen, STK), την τεκμηρίωση και τη συντήρηση. Σύμφωνα με το άρθρο 6 STK του γερμανικού διατάγματος χειριστή ιατρικών συσκευών (Medizinprodukte - Betreiberverordnung [MPBetreibV]), οι αναφορές δοκιμών πρέπει να καταρτίζονται σε τακτική βάση σε διαστήματα 6-, 12- ή 24- μηνών, ανάλογα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή. Για κάθε μεμονωμένη συσκευή, αυτοί οι έλεγχοι περιλαμβάνουν μια οπτική επιθεώρηση του εξωτερικού της συσκευής (προστατευτικό καλώδιο γείωσης, μόνωση, περίβλημα, καλώδιο σύνδεσης, ετικέτα τύπου), έλεγχος ισχύος, μετρήσεις ισχύος συμπεριλαμβανομένου ελέγχου τιμής αναφοράς, ηλεκτρικές μετρήσεις (προστατευτική αντίσταση γείωσης [R PG], αντίσταση μόνωσης [R Ins], ρεύμα διαρροής U [IL], Δ I) και λειτουργικές δοκιμές (U LN, Δ I, IV, LF).

Τα ιατρικά λέιζερ υπόκεινται επίσης σε διεθνή πρότυπα όσον αφορά την εκπεμπόμενη ακτινοβολία τους (μετρούμενη σε μονάδες SI) (Système international d'unités, διεθνές σύστημα μονάδων): οι μετρούμενες αποκλίσεις δεν πρέπει να υπερβαίνουν το $\pm 20\%$ (μετρούνται σε μονάδες SI).

Για συσκευές IPL, δεν υπάρχουν τέτοια πρότυπα που πρέπει να τηρούνται (Town 2012). Συνιστάται απλώς να συγκρίνονται τα δεδομένα που παρέχονται από τον κατασκευαστή με τις δικές τους μετρήσεις της χειρολαβής και να τεκμηριώνονται σε ένα βιβλίο επιθεώρησης (FA ET 3 2009). Ωστόσο, τέτοιες αρχικές ή ακόμη και επαναλαμβανόμενες μετρήσεις δεν είναι υποχρεωτικές. Αυτό ισχύει επίσης για τις μετρήσεις της εφαρμοζόμενης ενέργειας. Συνιστάται, ωστόσο, η μέτρηση πέντε βασικών παραμέτρων, προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι κίνδυνοι που συνδέονται με υπερβολή ή υποθεραπεία. Με βάση αυτές τις παραμέτρους, οι τεχνικοί σέρβις μπορούν να ελέγξουν την απόδοση και να εξαλείψουν τη δυσλειτουργία της συσκευής (Town, 2007).

Η συνάφεια αυτών των ελέγχων αντικατοπτρίζεται στο γεγονός ότι τα σφάλματα χειριστή λόγω λανθασμένης επιλογής παραμέτρων και ακατάλληλης συντήρησης της συσκευής ευθύνονται για την πλειονότητα των ανεπιθύμητων ενεργειών και επιπλοκών. Εκτός από συσκευές ραδιοσυχνότητας, λέιζερ διόδων, συσκευές IPL και - από το 2003 - οι συσκευές BBL (ευρυζωνικό φως) είναι τα συστήματα που συνηθέστερα σχετίζονται με παρενέργειες. Τα τελευταία έχουν χρησιμοποιηθεί συχνότερα για την αποτρίχωση (Tremaine, 2015).

Τελικά, η τεχνολογία πίσω από συσκευές IPL είναι ένας λόγος για τον εξαιρετικά υψηλό ρυθμό παρενεργειών τους, δεδομένου ότι το φάσμα μήκους κύματος τους δεν είναι τόσο ακριβές όπως συμβαίνει με τα λέιζερ (Ross, 2006). Τα απαιτούμενα μήκη κύματος επιτυγχάνονται με φίλτρα αποκοπής ανάντη και ενσωματωμένα φίλτρα νερού. Ανάλογα με την παραγωγή της συσκευής, ωστόσο, το δέρμα του ασθενούς μπορεί επίσης να εκτεθεί και να υποστεί βλάβη από υπέρυθρο και μπλε φως καθώς και από την υπεριώδη ακτινοβολία (Babilas, 2010; Town, 2007). Κατά συνέπεια, μπορεί να αναμένεται ένα ευρύ φάσμα παρενεργειών, όπως το ερύθημα, γήρανση, πιθανή πρόκληση νεοπλασμάτων 19, φωτοτοξικές και φωτοαλλεργικές αντιδράσεις και πολλά άλλα (FA ET 3 2009).

Αναμένεται νομική ασφάλεια από τον νόμο περί προστασίας από μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες (Gesetz zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung [NiSG]) που ψηφίστηκε το 2009. Το άρθρο 3 του NiSG ρυθμίζει την προστασία των ατόμων κατά τη χρήση καλλυντικών ή άλλων συσκευών εκτός του ιατρικού πεδίου, συμπεριλαμβανομένων των λέιζερ ή συσκευών IPL. Το άρθρο 5 του NiSG καθορίζει το πεδίο εφαρμογής των κανονισμών. Μεταξύ άλλων, προορίζεται να ρυθμίσει τα πιστοποιητικά πιστοποίησης, τις τιμές κατωφλίου και τους τεχνικούς ελέγχους. Αν και έχει μεγάλη σχέση με τη νομικά συμβατή χρήση τέτοιων συσκευών στον τομέα των καλλυντικών καθώς και με την προστασία της υγείας των χρηστών, ο κανονισμός αυτός δεν είναι ακόμη διαθέσιμος (Γερμανικό Κοινοβούλιο, αριθμός υποδοχής 18/2163).

3.2 Αποτρίχωση

Η αποτρίχωση έχει συνεχή δημοτικότητα. Με εξαίρεση τα μαλλιά του τριχωτού της κεφαλής, τα τελευταία απομεινάρια των τριχών του σώματος - για χιλιετίες - αφαιρέθηκαν με ολοένα και πιο εξελιγμένες μεθόδους: βούλωμα, ξύρισμα με ακονισμένες πέτρες, κελύφη και λεπίδες, αποτρίχωση με ρητίνες, κερί, καθώς και χημικές διαδικασίες. Η περιορισμένη αποτελεσματικότητα των συμβατικών τεχνικών αποτρίχωσης ενίσχυσε τη ζήτηση για διαδικασίες με μόνιμα ή τουλάχιστον μακροχρόνια αποτελέσματα. Επιπλέον, η συνεχιζόμενη ιατρική πρόοδος επέφερε νέες (ιατρογενείς) ενδείξεις για αποτρίχωση, για παράδειγμα, λόγω ανεπιθύμητων ενεργειών φαρμάκου ή ως αποτέλεσμα χειρουργικών επεμβάσεων, όπως κάλυψη ελαττωμάτων με δέρμα που φέρει τα μαλλιά στο πλαίσιο της θεραπείας του καρκίνου του δέρματος.

Η ανακάλυψη της επιλεκτικής φωτοθερμόλυσης και η εφαρμογή αυτής της ιδέας για αποτελεσματική και διαρκή φωτοαποστολή χρησιμοποιώντας διάφορα μήκη κύματος έχουν δώσει στους ιατρούς πολλά αποτελεσματικά συστήματα λέιζερ και IPL. Το ευρύ φάσμα συσκευών και εφαρμογών απαιτεί βαθιά γνώση προκειμένου να παρέχει στους ασθενείς ασφαλείς και αποτελεσματικές στρατηγικές θεραπείας, καθώς και να εντοπίζει πιθανές αλληλεπιδράσεις φαρμάκων (**Πίνακας 3.1**) και να αξιοποιεί αξιόπιστα ειδικές περιπτώσεις και επιπλοκές (**Πίνακας 3.2**) (Bodendorf, 2013). Αυτό ισχύει ιδιαίτερα λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι αυτή η συγκεκριμένη διαδικασία είναι αυτή που συνηθέστερα σχετίζεται με επιπλοκές (Zelickson, 2014; Hussain, 2003; Vano-Galvan, 2009). Δεδομένων των πολυάριθμων γνωστών - και μερικές φορές κοινών - ανεπιθύμητων ενεργειών, συνιστάται η χρήση λιστών ελέγχου (Hammes, 2014) (**Πίνακας 3.3**) Προκειμένου να αποφευχθούν επιπλοκές και, ειδικότερα, αλληλεπιδράσεις (**Πίνακας 3.1**). Επιπλέον, οι γιατροί πρέπει να γνωρίζουν και να παρατηρούν συγκεκριμένους συντελεστές που αυξάνουν τον κίνδυνο (Bodendorf 2013). Παρόλο που τα φωτοευαισθητοποιητικά φάρμακα συνήθως ενεργοποιούνται από την UVA, συνιστάται πάντα να αντιμετωπίζετε μόνο μια μικρή περιοχή και να βλέπετε πώς αντιδρά το δέρμα.

Πίνακας 3.1 Φωτοευαισθητοποίηση ναρκωτικών (Bodendorf, 2013).

Διουρητικά	Hydrochlorothiazide, furosemide, bendroflumethiazide, amiloride, etacrynic acid, triamterene, spironolactone, xipamide
Μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα	Naproxen, ketoprofen, tiaprofenic acid, piroxicam, diclofenac, phenylbutazone, mefenamic acid, indomethacin, ibuprofen
Αντιμικροβιακοί παράγοντες	Sulfamethoxazole/trimethoprim, sulfasalazine, ciprofloxacin, enoxacin, lomefloxacin, ofloxacin, norfloxacin, oxytetracycline, tetracycline, doxycycline, minocycline, isoniazid, gentamycin, griseofulvin, nitrofurantoin
Ανθελονοσιακοί παράγοντες	Chloroquine, quinine, pyrimethamine, mefloquine, hydroxychloroquine
Αντιψυχωσικά φάρμακα	Chlorpromazine, thioridazine, promethazine, chlorprothixene, perazine, fluphenazine, promazine, haloperidol
Αντικαταθλιπτικά	Amitriptyline, trimipramine, nortriptyline, desipramine, imipramine, doxepin, clomipramine
Καρδιαγγειακοί παράγοντες	Amiodarone, nifedipine, quinidine, captopril, enalapril, fosinopril, ramipril, disopyramide, hydralazine, simvastatin
Αντιεπιληπτικά φάρμακα	Carbamazepine, lamotrigine, phenobarbital, phenytoin, topiramate*2, valproic acid
Αντιισταμινικά	Cyproheptadine, diphenhydramine, loratadine
Κυτταροτοξικοί παράγοντες	Fluorouracil, vinblastine, dacarbazine, procarbazine, methotrexate, azathioprine
Ορμόνες	Corticosteroids, estrogens, progesterone, spironolactone
Συστηματικοί δερματολογικοί παράγοντες	Isotretinoin, alitretinoin, tretinoin, methoxsalen (8-methoxypsoralen)
Οι υπολοιποι	Gold salts, hematoporphyrin

Πίνακας 3.2 Δημοσιεύθηκαν παρενέργειες που σχετίζονται με αποτρίχωση με λέιζερ . (Bodendorf, 2013)

Άμεσες αντιδράσεις
▪ Εγκαύματα και κατσάρωμα εξωτερικών συστατικών μαλλιών, καμένη μυρωδιά
▪ Διάχυτο ερύθημα
▪ Περιφερικό ερύθημα
▪ Περιφερικό οίδημα

▪ Θεραπεία που σχετίζεται με τον πόνο
▪ Κρύα κνίδωση
Καθυστερημένες αντιδράσεις
▪ (Διάχυτο) ερύθημα
▪ Φουσκάλες / διαβρώσεις
▪ πορφύρα
▪ Κρούστα
▪ Υπερχρωματισμός
▪ Υποχρωματισμός
▪ Folliculitis, ακμή, αντιδράσεις, επιδείνωση της ακμής, λοιμώξεις
▪ ουλές
▪ λεύκη, ψωρίαση, Lichen planus
▪ Αλλαγές στους νεύι μετά τη φωτοαποστολή
▪ Θρομβοφλεβίτιδα
▪ Χωρίς αποτέλεσμα, μερική ή πλήρη αναγέννηση των μαλλιών
▪ Γωνιακή χειλίτιδα
▪ Εστιακή αποχρωματισμός των χειλιών
▪ Αλλεργική αντίδραση στο cryospray
▪ Υπερείδωση, βρωμίδωση μετά από μασχαλιαία αποτρίχωση
▪ Λευκοτριχία
▪ Παράδοση ανάπτυξη μαλλιών στην περιοχή που έχει υποστεί αγωγή ή δίπλα σε αυτήν
▪ Pili bigemini
▪ Ξηρό δέρμα
▪ Επανενεργοποίηση του απλού έρπητα
▪ Βακτηριακή μόλυνση
▪ Livedo reticularis
▪ Κνίδωση αγγειίτιδα
▪ Κνησμός
▪ Εξάρτηση
▪ Τερματισμός των τριχών
▪ Πρόκληση ροδόχρου ακμής
▪ Αλλαγές στην υφή
▪ Λάμψη των χρωματισμένων αλλοιώσεων
▪

Πίνακας 3.3 Συγκεκριμένοι παράγοντες αύξησης κινδύνου στη θεραπεία με λέιζερ. (Bodendorf, 2013)

Συγκεκριμένοι συντελεστές που αυξάνουν τον κίνδυνο
▪ Τρέχον φάρμακο φωτοευαισθητοποίησης (συγκρίνετε τον Πίνακα 1)
▪ Τοπικοί / συστημαικοί παράγοντες: για παράδειγμα, ρετινοειδή, ανοσοκατασταλτικά
▪ Αρνητικοί παράγοντες της επούλωσης πληγών: αντιπηκτικά φάρμακα, διαβήτης
▪ Ασθένειες που σχετίζονται με το Koebnerization: ψωρίαση, λειχήνες, ασθένεια Darier, λεύκη
▪ Αυτοάνοσες διαταραχές, ασθένειες με αυξημένη φωτοευαισθησία (PCT)
▪ Αλλεργικές αντιδράσεις στα φάρμακα (για παράδειγμα, τοπικά αναισθητικά, βάσεις αλοιφής, αντιικά φάρμακα, αντιβιοτικά)
▪ Πρόσφατη έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία, ακόμη και ήπιο αντηλιακό
▪ Ιστορικό ή ενεργή μόλυνση από έρπητα
▪ Επαναλαμβανόμενες λοιμώξεις στην περιοχή θεραπείας
▪ Ιστορικό ή τρέχοντα χηλοειδή / υπερτροφικά σημάδια
▪ Δυσχρωμάτωση, φακοί, τατουάζ στην περιοχή θεραπείας

Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται συνήθως περιλαμβάνουν το λέιζερ αλεξανδρίτη με μήκος κύματος 755 nm και το λέιζερ διόδων με μήκος κύματος 810 nm. Ο τρόπος δράσης και των δύο μηκών κύματος έχει μελετηθεί συνεπώς. Μέχρι τώρα, αυτές οι συσκευές έχουν χαρακτηριστεί από το τεχνικά περιορισμένο μέγεθος τους, με αποτέλεσμα είτε χρονοβόρες συνεδρίες θεραπείας είτε στη χρήση σαρωτών. Τα μειονεκτήματα των σαρωτών περιλαμβάνουν την τεχνική ανάγκη για αλληλεπικαλυπτόμενες κάρτες και την ευαισθησία τους σε δυσλειτουργία. Η ανάγκη για συστήματα γρήγορου λέιζερ που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη θεραπεία μεγάλων περιοχών, ιδίως για την αποτρίχωση, έχει καλυφθεί με λέιζερ γραμμικής σάρωσης και συνεχούς κύματος διόδων (Bodendorf, 2013). Τα τελευταία είναι επίσης διαθέσιμα με μήκη κύματος 755 nm και 1.064 nm (Grunewald ,2011). Με βάση τις αρχικές μελέτες, τα κλασικά λέιζερ αλεξανδρίτη και τα προαναφερθέντα νέα λέιζερ

διόδων είναι σχεδόν πανομοιότυπα όσον αφορά την αποτελεσματικότητα και τις παρενέργειες (Paasch, 2015).

Η διάρκεια της θεραπείας μειώνεται σημαντικά και η ενέργεια που πρέπει να εφαρμοστεί είναι χαμηλότερη. Θεωρητικά, οι βολβοί μαλλιών εκτίθενται έτσι σε θερμότητα τόσο για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα όσο και πιο ομοιόμορφα. Για το σκοπό αυτό, ένα μπλοκ διόδων λέιζερ είναι διατεταγμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να αποδίδει ένα σημείο με κατά προσέγγιση μέγεθος 1 mm x 10–20 mm. Χρησιμοποιώντας κινητούς καθρέφτες, το σημείο μπορεί στη συνέχεια να διέρχεται συνεχώς σε όλο το δέρμα σε διάμετρο έως 5 cm. Εναλλακτικά, μπορεί να κατασκευαστεί ένα μπλοκ διόδων λέιζερ μεγέθους > 1 cm², και να περνά συνεχώς πάνω από μεγάλες περιοχές (σούπερ αποτρίχωση [SHR] concept). Και οι δύο επιλογές έχουν ως αποτέλεσμα πολύ μεγάλες περιοχές θεραπείας. Στην περίπτωση συστημάτων γραμμικής σάρωσης, η ταχύτητα κίνησης μπορεί να ρυθμιστεί από το λογισμικό. Ενώ αυτό οδηγεί σε χρόνους έκθεσης (που αντιστοιχούν σε συμβατικούς χρόνους παλμού) που είναι συγκρίσιμοι με τα συμβατικά συστήματα, ωστόσο, είναι λιγότερο επώδυνα λόγω της διαδοχικής εφαρμογής τους (Bodendorf, 2013). Όσον αφορά το SHR, ο χειριστής παίζει καθοριστικό ρόλο καθώς τον συμπεριφέρεται να προσδιορίσετε με ακρίβεια το μέγεθος της περιοχής που θα υποβληθεί σε επεξεργασία και να εξασφαλίσει την ομοιογενή κατανομή της συνολικής ποσότητας ενέργειας που εφαρμόζεται. Η πολύ μικρή ενέργεια οδηγεί σε θεραπευτική αποτυχία και η υπερβολική ενέργεια αυξάνει τον κίνδυνο ανεπιθύμητων ενεργειών και επιπλοκών (Grunewald, 2011).

Ένα πρόβλημα της χρήσης επιλεκτικής φωτοθερμόλυσης στη θεραπεία μεγάλων περιοχών είναι η τυχαία ακτινοβόληση των χρωματισμένων αλλοιώσεων με πιθανό κίνδυνο πρόκλησης κακοηθειών. Οι κατευθυντήριες γραμμές της Ευρωπαϊκής Εταιρείας για Λείζερ και Συσκευές Βασισμένες στην Ενέργεια (ESLD, οι Ευρωπαϊκές Οδηγίες για Φροντίδα) προτείνουν να καλυφθούν οι βλάβες (Grunewald, 2011). Ωστόσο, οι παρενέργειες δεν μπορούν να αποκλειστούν, δεδομένης της υψηλής ενέργειας που χρησιμοποιείται σε συστήματα γραμμικής σάρωσης και της διαδοχικής, επαναλαμβανόμενης θέρμανσης που σχετίζεται με συστήματα SHR (μη δημοσιευμένα

δεδομένα). Η χρήση διαφόρων υλικών κάλυψης έχει προηγουμένως αναφερθεί σε σχέση με συμβατικές πηγές UV και λέιζερ. Η απλή εφαρμογή παχιών στρωμάτων πάστας ψευδαργύρου έχει αποδειχθεί αποτελεσματική στο νέο σύστημα αποτρίχωσης γραμμικής σάρωσης με διαχωριστικό (Grunewald, 2011). Αυτό έχει επίσης επιβεβαιωθεί ιστολογικά (Bodendorf, 2011). Όπως και με όλες τις άλλες έννοιες κάλυψης, αυτή η μέθοδος δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά τη χρήση λέιζερ αποτρίχωσης που απαιτούν επαφή με το δέρμα, ανεξάρτητα από το αν σαρώνονται ή χρησιμοποιούνται ως συσκευή SHR. Τέλος, πρέπει να υπογραμμιστεί ότι οι μη χρωματισμένες, αλλά ψηλαφητές δερματικές αλλοιώσεις, στην πραγματικότητα, μπορεί να αντιπροσωπεύουν κακοήθεις μελανοκυτταρικούς όγκους (Grunewald, 2011). Αυτή η κατάσταση τονίζει για άλλη μια φορά την ανάγκη για ενδελεχή αξιολόγηση του δέρματος σε ολόκληρη την περιοχή θεραπείας.

Μια άλλη νέα εξέλιξη είναι η εισαγωγή συστημάτων αποτρίχωσης λέιζερ οικιακής χρήσης (Hodson, 2008; Emerson, 2009). Δεδομένης της πολύ μειωμένης ροής για λόγους ασφαλείας, μπορεί κανείς να υποθέσει ότι η αποτρίχωση είναι μάλλον παροδική και λιγότερο αποτελεσματική. Εδώ, ένας νέος και σοβαρός κίνδυνος είναι η χρόνια εφαρμογή της ακτινοβολίας λέιζερ σε χρωματισμένες δερματικές βλάβες (Grunewald ,2011) που δεν πρέπει να αντιμετωπίζονται με λέιζερ (Town, 2010). Από δερματολογική σκοπιά, αυτή η εξέλιξη θα πρέπει επομένως να προκαλέσει ανησυχία (Grunewald, 2011). Μέχρι στιγμής, οι δημοσιευμένες παρενέργειες αντιστοιχούν σε αυτούς που είναι ήδη γνωστοί (Thaysen-Petersen ,2012).

Η φωτοαποστολή ως εκ τούτου είναι επιρρεπής σε επιπλοκές και ακόμη περισσότερο όταν χρησιμοποιούνται συσκευές IPL (Zelickson, 2014). Η αποφυγή της έκθεσης σε υπεριώδη ακτινοβολία πριν και τουλάχιστον 24 ώρες μετά τη θεραπεία IPL είναι ιδιαίτερα σημαντική. Ακόμη και η εφάπαξ εφαρμογή > 3 SED (τυπική δόση ερυθθήματος) έχει αποδειχθεί ότι προκαλεί πολλές ανεπιθύμητες ενέργειες όπως ερύθημα (87%), πορφύρα (27%), φουσκάλες (20%), οίδημα (13%), κρούστα (13%), υπερχρωματισμός (60%) και υποχρωματισμός (20%) (Thaysen-Petersen, 2016). Λόγω φωτοτοξικών αντιδράσεων και μαζικής θέρμανσης, τα τατουάζ στην περιοχή

αποτρίχωσης αποτελούν επαναλαμβανόμενη πηγή ανεπιθύμητων ενεργειών. Η θεραπεία χρωστικών με χρήση συσκευών IPL οδηγεί σχεδόν πάντα σε επιπλοκές. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να εγείρετε όλα τα σχετικά ζητήματα στη συζήτηση συναίνεσης κατόπιν ενημέρωσης (Πίνακας 3.4) και να χρησιμοποιήσετε λίστες ελέγχου πριν από την έναρξη της θεραπείας (Πίνακας 3.5).

Πίνακας 3.4 Σημαντικά στοιχεία στη συζήτηση συναίνεσης κατόπιν ενημέρωσης πριν από την αποτρίχωση με λέιζερ. (Bonderdof, 2013)

Συνολικά, οι επιπλοκές είναι σπάνιες σε περίπτωση επαρκούς επιλογής παραμέτρων προσαρμοσμένου τύπου δέρματος
Οι ανεπιθύμητες ενέργειες είναι πιο συχνές κατά τη θεραπεία ατόμων με ανοιχτόχρωμο δέρμα (Fitzpatrick IV – VI) (Goh 2003).
Ανάλογα με το μήκος κύματος που χρησιμοποιείται, οι πιο συχνές ανεπιθύμητες ενέργειες περιλαμβάνουν ερύθημα, εγκαύματα, φουσκάλες / κρούστα, υπομελάγχρωση, υπερχρωματισμός και ουλές (Breadon 2007).

Πίνακας 3.5 Λίστα ελέγχου για αποτρίχωση με λέιζερ. (Dierickx, 2008)

Σύντομη λίστα ελέγχου για την αξιολόγηση των αρχικών κλινικών ευρημάτων, τροποποιημένη (Dierickx 2008)	
1	Ταξινόμηση της ανώμαλης ανάπτυξης των μαλλιών (hirsutism, hypertrichosis, other)
2	Κλινική / διαγνωστική αξιολόγηση του κατά πόσον υπάρχει πιθανός υποκείμενος παθομηχανισμός που μπορεί επίσης να απαιτεί θεραπεία: ενδοκρινικό, προκαλούμενο από φάρμακο, που σχετίζεται με νεόπλασμα ή σύνδρομο, συνταγματικό
3	Υπάρχουν άλλες γνωστές διαταραχές ή αλλεργίες;
4	Ποια φάρμακα λαμβάνονται ή εφαρμόζονται τοπικά;
5	Ανοχή στον ήλιο;
6	Ποια μέτρα έχουν ληφθεί για τη θεραπεία της ανώμαλης ανάπτυξης των μαλλιών; Υπήρξαν προβλήματα;
7	Προσδιορισμός αντενδείξεων / συντελεστών αύξησης του κινδύνου

Επιπλέον, η τεχνική έκθεση IEC TR60825-9 απεικονίζει τους οφθαλμικούς κινδύνους που σχετίζονται με ασυνάρτητες πηγές φωτός. Ωστόσο, όταν χρησιμοποιούνται σωστά,

τα συστήματα IPL μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο αξιόπιστα όσο τα λέιζερ διόδων εάν ο χειριστής είναι κατάλληλα εκπαιδευμένος (Klein, 2013).

3.3 Κλασματική Φωτοθερμόλυση

Λαμβάνοντας υπόψη την αυξημένη αθροιστική έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία σε συνδυασμό με το μεγαλύτερο προσδόκιμο ζωής, οι δερματολόγοι αντιμετωπίζουν όλο και περισσότερο το αίτημα των ασθενών τους να αντιμετωπίσουν το χρόνιο φωτογραφημένο δέρμα τους, δηλαδή τις ρυτίδες, τη δυσχρωμάτωση, τις ουλές και τις προφανείς αρχικές νεοπλαστικές αλλαγές ως συνέπεια της βλάβης από τον ήλιο (Paasch, 2011). Σε αυτό το πλαίσιο, οι διαδικασίες λέιζερ έχουν ιδιαίτερη σημασία καθώς έχουν γίνει όλο και λιγότερο επεμβατικές λόγω των τεχνολογικών εξελίξεων.

Στο παρελθόν, τα καλά κλινικά αποτελέσματα επιτεύχθηκαν κυρίως με λέιζερ CO₂ και Er: YAG, τα οποία επιτρέπουν τη δισδιάστατη αφαίρεση μεγάλων περιοχών του δέρματος. Ωστόσο, τα άριστα θεραπευτικά αποτελέσματα του λέιζερ CO₂ πρέπει να σταθμίζονται έναντι των έντονων παρενεργειών και του μακροχρόνιου χρόνου που απαιτείται για την επούλωση (down time) περίοδος κατά την οποία ο ασθενής δεν μπορεί να συμμετάσχει στη δημόσια ζωή επίσης, χρόνος μέχρι την επανεπιθηλίωση (Lowe, 1995).

Οι πρόσφατες εξελίξεις στον τομέα των συστημάτων λέιζερ επέτρεψαν τη συνεχή εννοιολογική πρόοδο (Altshuler, 2001), με αποτέλεσμα την ανάπτυξη κλασματικής φωτοθερμόλυσης (Manstein, 2004). Εδώ, η απλή δέσμη λέιζερ χωρίζεται σε πολλές μικροσκοπικές ακτίνες λέιζερ, συγκρίσιμες με το νερό που ρέει από μια κεφαλή ντους (Bodendorf, 2009). Μέσω μη ειδικής πήξης (χωρίς αφαίρεση), αυτά τα λέιζερ αρχικά χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία ελαττωμάτων στη στήλη που μοιάζουν με στήλη,

με αποτέλεσμα την κλινική βελτίωση των κατεργασμένων βλαβών (ουλές, δέρμα που υπέστη βλάβη από τον ήλιο) κατά τη διάρκεια της διαδικασίας επούλωσης πληγών.

Μετά από αρκετές κλινικές μελέτες (Manstein, 2004; Rokhsar, 2005; Fisher, 2005), η αρχή της κλασματικής διανομής θερμότητας στο δέρμα (μη αφαιρετική κλασματική θεραπεία με λέιζερ, NAFXL) εγκρίθηκε από την Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ (FDA) για τη θεραπεία των ρυτίδων, της δυσχρωμίας και η πήξη του συνδετικού ιστού. Η τελευταία εξέλιξη συνδυάζει τις βασικές αρχές της κλασματικής φωτοθερμόλυσης και τις κλασικές διαδικασίες αφαίρεσης λέιζερ με την εισαγωγή μικροσκοπικών καναλιών στο δέρμα αφαιρετική κλασματική θεραπεία με λέιζερ. AFXL) (Grunewald, 2010). Η επίδραση των επιλεγμένων παραμέτρων λέιζερ στα χαρακτηριστικά αφαίρεσης έχει αξιολογηθεί συστηματικά στο δέρμα (Skonbolling, 2011).

Έχει επίσης αποδειχθεί ότι αυτά τα συστήματα είναι αποτελεσματικά στο νεοπλασματικό δέρμα (Togsverd-Bo, 2012) και ότι οι κατάλληλες συσκευές αναρρόφησης διασφαλίζουν την ασφάλεια των ασθενών και των ιατρών ακόμη και όταν αφαιρεθούν μεγάλες ποσότητες ιστών (Wagner, 2013). Σε κλινικές μελέτες (Dierickx 2008, (Charpas, 2008), η αφαιρετική κλασματική θεραπεία με λέιζερ, η οποία έχει συνήθως διεξήχθη χρησιμοποιώντας λέιζερ Er: YAG, Er: YSGG και CO₂, έδειξε συγκρίσιμα και πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα στη θεραπεία του κατεστραμμένου από τον ήλιο και κατά συνέπεια δυνητικά νεοπλασματικού δέρματος καθώς και των ουλών (Grunewald, 2012; Togsverd-Bo, 2012). Με βάση αυτά τα ευρήματα, ένα μοντέλο *in vitro* έκφρασης ιδρύθηκε για να μελετήσει τα ατομικά και συνδυασμένα αποτελέσματα διαφόρων συστημάτων λέιζερ στο δέρμα. Το HSP70 (πρωτεΐνη θερμικού σοκ 70) είναι ένα κρίσιμο σημείο ενεργοποίησης για την επούλωση πληγών χωρίς ουλές, καθώς και για τη θεραπεία του νεοπλαστικού δέρματος χρησιμοποιώντας φωτοδυναμική θεραπεία και αφαιρετικά κλασματικά λέιζερ (Paasch, 2014; Skonbolling, 2010). Στη συνέχεια, η διαδικασία χωροχρονικής επούλωσης αναλύθηκε *in vivo*, και προσδιορίστηκαν οι τιμές κατωφλίου (μέγεθος κηλίδας 250 μm, κάλυψη <50%, ροή <100 mJ για το σύστημα Quantel Exelo2) για ασφαλή και αποτελεσματική

θεραπεία (Grunewald, 2011; Helbig, 2010). Στη συνέχεια επιβεβαιώθηκαν με οπτική συνοχή τομογραφία και μικροσκόπηση κοκκικού ανάκλασης (Banzhaf, 2016).

Μέχρι σήμερα, πολλά αφαιρετικά κλασματικά λέιζερ CO₂ έχουν εγκριθεί από το FDA για αφαίρεση, πήξη και αναδιαμόρφωση του μαλακού ιστού, θεραπεία ρυτίδων, δυσχρωμία, αποχρώσεις που σχετίζονται με τα αγγεία και ειδικά για ουλές, όλες οι αλλαγές που σχετίζονται με την εξωγενή γήρανση του δέρματος (Paasch, 2011). Σήμερα, τα κλασματικά λέιζερ θεωρούνται το πρότυπο στη δερματολογία (Grunewald, 2010). Ωστόσο, απαιτούνται περαιτέρω εξελίξεις των κλασματικών συστημάτων λέιζερ προκειμένου να καθοριστούν με ασφάλεια οι πιθανοί τομείς εφαρμογής στη ρουτίνα κλινικής πρακτικής .

Έτσι, το φάσμα των ενδείξεων για αυτά τα λέιζερ διευρύνεται συνεχώς. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούνται ήδη για νεοπλάσματα, ινώδεις δερματικές παθήσεις, φλεγμονώδεις δερματικές παθήσεις και για την απομάκρυνση ξένων σωμάτων. Το δυναμικό τους έγκειται στο προσωρινό άνοιγμα του επιδερμικού φράγματος (TOR) (Paasch, 2013). Ενώ το TOR στο δέρμα έχει κυριολεκτικά τη δυνατότητα να ανοίξει το δρόμο για νέες και εντατικές θεραπείες, έχει επίσης φέρει στο φως πολλούς νέους κίνδυνους (Haedersdal, 2016). Δεδομένου ότι η έννοια αυτών των νέων τεχνικών, η οποία μπορεί να συνοψιστεί ως παράδοση φαρμάκων με χρήση λέιζερ (LADD), είναι να κάνει το δέρμα σαφώς πιο διαπερατό από το συνηθισμένο, είναι επιτακτική ανάγκη να καθοριστεί η ένδειξη από μια επιτροπή - πιστοποιημένος ειδικός. Η ενισχυμένη διείσδυση φαρμάκων σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο παρενεργειών και επιπλοκών λόγω συστηματικής απορρόφησης και επιδράσεων, εμβολιασμού παθογόνων, ευαισθητοποιήσεων και αναφυλακτικών αντιδράσεων.

Επί του παρόντος, το LADD χρησιμοποιείται για τη συνεχή θεραπεία του καρκίνου του πεδίου. Έχει αποδειχθεί ότι η φωτοδυναμική θεραπεία με υποβοηθούμενη με λέιζερ (PDT) είναι ανώτερη από τη συμβατική PDT στη θεραπεία της ακτινικής κερατίωσης και του καρκίνου του πεδίου, ειδικά σε ασθενείς με ανοσοκαταστολή (Haedersdal, 2010; Helsing, 2013). Έχει ακόμη και προληπτικά αποτελέσματα (Togsverd-Bo, 2015).

Σε επιφανειακό και οζώδες βασικό καρκίνωμα κυττάρων, η αποτελεσματικότητα του συμβατικού PDT μπορεί επίσης να ενισχυθεί (Haak, 2015; Haedersdal, 2012). Πρόσφατες μελέτες επιβεβαιώνουν την αυξημένη αποτελεσματικότητα τοπικών αντινεοπλασματικών παραγόντων όπως το μινουικό ιντενόλη (Erlendsson, 2015) και η μεθοτρεξάτη (MTX) (Taudorf, 2015; Karmisholt, 2016), καθώς και άλλα τοπικά φάρμακα όπως η 5 - fluorouracil (5 - FU) (Haedersdal, 2016). Τα βασικά βήματα για τη βελτίωση των θεραπευτικών εννοιών προσανατολίζονται στην αυξημένη αξιοπιστία και αποτελεσματικότητα στην περίπτωση εμφανών και αρχικών νεοπλασμάτων σε χρόνια φωτοδρασμένο δέρμα. Τα τρέχοντα παραδείγματα περιλαμβάνουν τη διαδοχική χρήση συνεργιστικών λέιζερ για τη μεγιστοποίηση της απόκρισης HSP70 (Paasch, 2014), την εφαρμογή πίεσης για πρόκληση βαθιάς απελευθέρωσης φαρμάκου μετά την κλασματική αφαίρεση (Erlendsson, 2016) και τη χρήση νανομεταφορέων (Haedersdal, 2016).

Πρόσφατες μελέτες σχετικά με τη χρήση εναλλακτικών πηγών φωτός για PDT καταδεικνύουν τη σημασία της ιατρικής επίβλεψης κατά τη χρήση αυτών των νέων, πολύ αποτελεσματικών θεραπειών. Το PDT είναι πάντα επώδυνο όταν χρησιμοποιείται σύμφωνα με τις συνήθεις διαδικασίες. Ενώ οι προκαταρκτικές μελέτες δείχνουν πολύ θετικά αποτελέσματα για το PDT με τη μεσολάβηση του φωτός της ημέρας (μειωμένος χρόνος επώασης) (Togsverd-Bo, 2015; Wiegell, 2012), πολλοί συντελεστές μπορούν να περιορίσουν σημαντικά την αποτελεσματικότητά του (Fitzmaurice, 2016). Η επαρκής ιατρική βοήθεια είναι επομένως απαραίτητη προϋπόθεση για οποιοδήποτε είδος LADD.

3.4 Αγγεία

Ιστορικά, η θεραπεία ανεπιθύμητων αγγείων είναι μία από τις πιο κοινές παρεμβάσεις. Και εδώ, μια διεξοδική διαγνωστική επεξεργασία πριν από την παρέμβαση είναι ζωτικής σημασίας, δεδομένου ότι ειδικά τα κακοήθη αγγειακά νεοπλάσματα μπορεί να παρουσιάζουν αργή κλινική πρόοδο. Εκτός από συσκευές IPL, λέιζερ αργού (488/514

nm), λέιζερ αλεξανδρίτη (755 nm), λέιζερ NAG: YAG (1.064 nm), λέιζερ βαφής (585/595/600 nm) και λέιζερ φωσφορικού τιτανυλίου καλίου (KTP) (532 nm) έχουν χρησιμοποιηθεί εκτενώς για τη θεραπεία επιφανειακών τελεγγειεκτασών, αιμαγγειωμάτων και άλλων αγγειακών βλαβών (Grunewald, 2011).

Το λέιζερ αργού εκπέμπει ένα μπλε - πράσινο φως μήκους κύματος 488 nm και 514 nm με χαμηλή επιδερμική διείσδυση. Η χρήση του συσχετίζεται συνήθως με ανεπιθύμητες ενέργειες όπως επίμονη μετεπεμβατική υπερχρωματισμός και σχηματισμός ουλής (Grunewald, 2011). Τα λέιζερ που εκπέμπουν φως 532 nm είναι εξίσου αποτελεσματικά και χαρακτηρίζονται από παρόμοιες παρενέργειες. Εδώ, η χρήση κρυστάλλων KTP ή βορικού λιθίου (LBO) έχει ως αποτέλεσμα τον διπλασιασμό της συχνότητας (1.064 nm).

Το λέιζερ μακράς παλμικής αλεξανδρίτης (755 nm, έως 20 ms) και τα λέιζερ διόδων (800 nm, 810 nm, 930 nm, 10–250 ms) έχουν αποδειχθεί λιγότερο αποτελεσματικά στη θεραπεία πολύ λεπτών αγγείων (Grunewald, 2011). Σύντομη Τα παλμικά λέιζερ αλεξανδρίτη χαρακτηρίζονται από πολύ υψηλή αποτελεσματικότητα και πολύ στενό θεραπευτικό εύρος. Ένας μάλλον υψηλός κίνδυνος ανεπιθύμητων ενεργειών πρέπει να αναμένεται κατά τη χρήση λέιζερ Nd: YAG με παλμικό παλμό (1.064 nm, παλμός έως 20–100 ms), αν και είναι εξαιρετικά αποτελεσματικοί εάν χρησιμοποιούνται σωστά (Grunewald, 2012). Εδώ, η αρμόδια διαχείριση πιθανών παρενεργειών Οι επιδράσεις (υπερχρωματισμός, βλάβη στην υφή, αιμορραγία) έχουν ιδιαίτερη σημασία.

Πρόσφατα, υπήρξε ένας αυξανόμενος αριθμός δημοσιεύσεων που περιγράφουν τη χρήση καθιερωμένων μηκών κύματος υπό ορισμένες συνθήκες ή σε συνδυασμό για τη βελτίωση των ποσοστών επιτυχίας. Η θεραπεία - ανθεκτική, ιδιαίτερα σκοτεινή και υπερτροφική *nevus flammeus* θέτει μια ιδιαίτερη πρόκληση. Τα σωληνώδη συστατικά μπορούν να αντιμετωπιστούν αρκετά καλά με το λέιζερ Nd: YAG με μακρύ παλμό ή με το λέιζερ αλεξανδρίτη με κοντό παλμό με μεγαλύτερα μεγέθη κηλίδων, ενώ δέχεται υψηλότερο κίνδυνο σχηματισμού ουλής (Grunewald, 2011). Οι εξελίξεις έχουν δείξει

καλά αποτελέσματα σε βλάβες στο επίπεδο χρησιμοποιώντας συνδυασμό με θέρμανση που προκαλείται από ραδιοσυχνότητες.

Εναλλακτικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν συσκευές IPL, ιδίως για εκτεταμένες και μικρές βλάβες. Εδώ, επίσης, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να λαμβάνεται κατά τη θεραπεία των μαυρισμένων ατόμων. Μετά τη θεραπεία, η έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία πρέπει να αποφεύγεται για τουλάχιστον 24 ώρες (Thaysen-Petersen, 2016).

3.5 Αφαίρεση Χρωστικών Ουσιών

Μια σημαντική καινοτομία για την απομάκρυνση των ανεπιθύμητων χρωστικών του δέρματος είναι τα συστήματα που εκπέμπουν φως στη σειρά picosecond (ps). Ωστόσο, έχει αποδειχθεί ότι αυτά τα συστήματα δεν είναι πιο αποτελεσματικά στη θεραπεία των τατουάζ από τα αντίστοιχα των νανοδευτερολέπτων (Reiter, 2016; Pinto, 2016). Επιπλέον, υπήρξαν αναφορές αλληλεπίδρασης με την επιδερμίδα (οπτική διάσπαση που προκαλείται από λέιζερ, LIOB), η οποία παρουσιάζεται ως δερματική διάτρηση που προκαλείται από το φως και είναι μικρότερη από το σημείο κηλίδας του λέιζερ (EP2366355 A1). Δεν είναι ακόμη δυνατή μια οριστική αξιολόγηση των επιπτώσεων αυτών των αλληλεπιδράσεων σε υγιές, τεχνητά μεταβαλλόμενο ή άρρωστο δέρμα.

Τα κλασματικά λέιζερ έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για την απομάκρυνση της ανεπιθύμητης χρωστικής. Στοιχεία περιορισμένης θεραπευτικής επιτυχίας στο μελάσμα παρέχονται από την ανίχνευση της μελανίνης στα προϊόντα απομάκρυνσης που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της μετακλασματικής επούλωσης πληγών (Haedersdal, 2016; Paasch, 2016). Αυτά τα ευρήματα επιβεβαιώνονται από αναφορές ότι η χρωστική που αποθηκεύεται σε μελανοφάγους απελευθερώνεται μετά τη ρήξη τους και διασκορπίζεται στον ιστό. Υπάρχουν ενδείξεις ότι οι κλασματικέςαφαιρετικές παρεμβάσεις είναι κατάλληλες για τη θεραπεία της δυσχρωμίας ακόμη και σε ουλές. Ωστόσο, είναι σημαντικό να έχετε κατά νου ότι τα κλασματικά λέιζερ δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία μελανοκυτταρικών βλαβών (Grunewald, 2011).

Ωστόσο, για να το κάνετε αυτό απαιτείται μια σαφής ένδειξη που έχει καθοριστεί από έναν ειδικό με πιστοποίηση από το συμβούλιο.

Λόγω του μεγάλου φάσματος μήκους κύματος, έχουν χρησιμοποιηθεί επίσης συστήματα IPL για τη θεραπεία ανεπιθύμητου υπερχρωματισμού. Τελικά, τα ποσοστά επιτυχίας είναι τόσο χαμηλά όσο για τα συμβατικά λέιζερ με εναλλαγή Q that που εκπέμπουν στην περιοχή νανοδευτερολέπτων (ns) και χρησιμοποιούνται γενικά για την αφαίρεση τατουάζ και χρωστικών βλαβών. Πριν από οποιαδήποτε επέμβαση, είναι επιτακτική ανάγκη να καθορίσει ένας ειδικός εάν η βλάβη που θα αντιμετωπιστεί είναι πραγματικά καλοήθης.

Σύμφωνα με την έννοια της επιλεκτικής φωτοθερμόλυσης, μόνο τα συστήματα με πολύ μικρή διάρκεια παλμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αφαίρεση τατουάζ προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί τυχόν παράπλευρη ζημιά. Ένα κοινό πρόβλημα είναι ο ανταγωνιστικός χρωμοφόρος στόχος μελανίνης (Thaysen-Petersen, 2016), που καθιστά τη διαδικασία επιρρεπής σε επιπλοκές. Επιπλέον, η αφαίρεση βαφών από το ανθρώπινο δέρμα σχετίζεται με κινδύνους όπως αλλεργικές αντιδράσεις (ειδικά για ερυθρές βαφές), αλλαγές χρώματος, σχηματισμός τοξικών προϊόντων αποδόμησης, ουλές και ατελή αφαίρεση ακόμη και μετά από πολλές συνεδρίες (Karsai, 2010; Laux, 2016).

Οι ανεπιθύμητες ενέργειες είναι πολύ πιο σοβαρές όταν χρησιμοποιούνται συστήματα IPL για αφαίρεση τατουάζ. Σε αυτήν την περίπτωση, πρέπει να αναμένονται φωτοτοξικές αντιδράσεις, δυσχρωματισμός, ουλές και χηλοειδή. Η περιοδοντική χρήση φέρει τον κίνδυνο επιπλοκών.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Συνοψίζοντας, όταν αποφασίζεται ποια λέιζερ θα αγοραστούν για την ανάλογη πρακτική, πρέπει πρώτα να ληφθεί υπόψη ο τύπος της άσκησης που θα πραγματοποιηθεί, καθώς και ο πληθυσμός των ασθενών. Πολλά λέιζερ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για περισσότερους από έναν σκοπούς. Οι βοηθητικές τεχνικές (όπως οι βλάβες με μελάνι ή η δερματική εξαγγείωση των ερυθρών αιμοσφαιρίων) μπορούν επίσης να επεκτείνουν τη χρησιμότητα των λέιζερ από τη μία βλάβη στην άλλη. Αυτοί οι παράγοντες μαζί με τη δημιουργικότητα θα οδηγήσουν σε ένα από τα καλύτερα λέιζερ για αγορά. Ωστόσο, καλό είναι να ληφθεί υπόψη ότι το να υπάρχουν δύο ή περισσότερα λέιζερ είναι πάντα καλύτερο.

Τα συστήματα λέιζερ και IPL έχουν ποικίλες κλινικές εφαρμογές σε όλο τον τομέα της δερματολογίας και εξελίσσονται συνεχώς. Αυτές οι τεχνολογίες διευκόλυναν τη θεραπεία καλοήθων αγγειακών και χρωματισμένων αλλοιώσεων, ανεπιθύμητων τριχών, τατουάζ, υπερτροφικών ουλών, χηλοειδών, ριζιδίων, καθώς και δερματολογικών παθήσεων όπως η ψωρίαση και η λεύκη. Η επανάσταση με λέιζερ, συμπεριλαμβανομένων των αφαιρετικών και μη αφαιρετικών κλασματικών θεραπειών, απέδωσε εξαιρετικά αισθητικά αποτελέσματα με βελτιωμένα προφίλ ασφάλειας και ανάκτηση. Η βελτίωση των υπαρχουσών συσκευών και η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών θα συνεχίσουν να επεκτείνουν το ρόλο των λέιζερ και του IPL στο μέλλον και να επιτρέψουν στους επαγγελματίες να προσφέρουν τις πιο προηγμένες και εξελιγμένες θεραπείες για ένα ευρύτερο φάσμα δερματικών παθήσεων.

Η έντονη παλμική τεχνολογία είναι μια εξαιρετικά ευέλικτη, ασφαλής και αποτελεσματική μέθοδος για τη θεραπεία αγγειακών και χρωματισμένων αλλοιώσεων, υπερτρίχωσης και επιδερμικής και δερματικής ατροφίας που σχετίζεται με φωτογήρανση, καθώς και ακμή, ροδόχρου ακμή, ακτινικές κερατόζες και καρκίνου του δέρματος. Καθώς εξελίσσεται η κατανόησή για τη βιολογική αποτελεσματικότητα διαφόρων κατανομών μήκους κύματος, τόσο θα επεκταθεί το φάσμα της τεχνολογίας

IPL, ιδίως όσον αφορά διαφορετικά φίλτρα μήκους κύματος, διάρκεια παλμού, συχνότητες παλμού και τρόπους ψύξης για προστασία από παρενέργειες. Το τελικό αποτέλεσμα θα είναι ένας διευρυμένος τομέας των κλινικών εφαρμογών και ενδείξεων του IPL. Εναπόκειται στους κλινικούς ιατρούς που χρησιμοποιούν αυτές τις συσκευές με κανονικότητα για τέτοιες νέες και αναδυόμενες ενδείξεις να αναφέρουν τις κλινικές τους εμπειρίες προκειμένου να διατηρήσουν τη συνεχή κατανόησή για το μακροπρόθεσμο προφίλ ασφάλειας και αποτελεσματικότητας της τεχνολογίας.

Πρόσφατες εξελίξεις (νέα μήκη κύματος, έννοιες και συνδυασμοί) στον τομέα των λέιζερ, συσκευές έντονου παλμικού φωτός, LED, καθώς και νέες πηγές ενέργειας και φωτός έχουν δώσει στους δερματολόγους νέους τομείς εφαρμογής, θεραπευτικές επιλογές και αισθητικές ενδείξεις.

Αυτές οι εξελίξεις επέφεραν συγχώνευση αισθητικής ένδειξης και θεραπευτικής πρόθεσης. Για παράδειγμα, ενώ τα κλασματικά λέιζερ χρησιμοποιούνταν αποκλειστικά για αισθητικές ενδείξεις, σήμερα αυτά τα συστήματα - στο πλαίσιο του LADD - έχουν καταστεί σημαντικά εργαλεία για τη θεραπεία του καρκίνου του πεδίου. Μαζί με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα, βελτιωμένες τεχνικές και εφαρμοσμένες απαιτήσεις ασφάλειας, οι γιατροί αντιμετωπίζουν αυξανόμενες απαιτήσεις, επίσης λόγω πιθανών αλληλεπιδράσεων με έναν αυξανόμενο αριθμό συννοσηρότητας και επιπλοκών σε έναν πληθυσμό ασθενών που συνεχίζει να μεγαλώνει.

Προκειμένου να αποφευχθούν σφάλματα θεραπείας, είναι επομένως απαραίτητο να καθοριστεί η ένδειξη από ιατρό, ιδίως όταν χρησιμοποιούνται διαδικασίες που περιλαμβάνουν πήξη (απόφραξη αγγείου), αφαίρεση, κλασματική θεραπεία, αφαίρεση χρωστικών ουσιών και αποτρίχωση. Η πρόσβαση σε οποιαδήποτε συσκευή που ενδέχεται να χρησιμοποιηθεί λανθασμένα θα πρέπει να απαγορεύεται σε άτομα καθώς και σε ιατρικό προσωπικό χωρίς ειδική εκπαίδευση και συνεπώς χωρίς διαγνωστική ικανότητα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Achauer BM, Nelson JS, Vander Kam VM, Applebaum R. Treatment of traumatic tattoos by Q-switched ruby laser. *Plast Reconstr Surg.* 1994;93(2):318–323. [PubMed] [Google Scholar]

Adamic M, Troilius A, Adatto M et al. Vascular lasers and IPLS: guidelines for care from the European Society for Laser Dermatology (ESLD). *J Cosmet Laser Ther* 2007; 9: 113– 24.

Alam M, Kakar R, Nodzenski M et al. Multicenter prospective cohort study of the incidence of adverse events associated with cosmetic dermatologic procedures: lasers, energy devices, and injectable neurotoxins and fillers. *JAMA Dermatol* 2015; 151: 271– 7.

Alam M, Warycha M. Complications of lasers and light treatments. *Dermatol Ther* 2011; 24: 571– 80.

Albertini JG, Holck DE, Farley MF. Zoon’s balanitis treated with Erbium:YAG laser ablation. *Lasers Surg Med.* 2002;30(2):123–126. [PubMed] [Google Scholar]

Alster T, Tan OT. Laser treatment of benign cutaneous vascular lesions. *Am Fam Physician.* 1991;44(2):547–554. [PubMed] [Google Scholar]

Alster T, Zaulyanov L. Laser scar revision: a review. *Dermatol Surg.* 2007;33(2):131–140. [PubMed] [Google Scholar]

Alster T. Laser scar revision: comparison study of 585-nm pulsed dye laser with and without intralesional corticosteroids. *Dermatol Surg.* 2003;29(1):25–29. [PubMed] [Google Scholar]

Alster TS, Bellew SG. Improvement of dermatochalasis and periorbital rhytides with a high-energy pulsed CO2 laser: a retrospective study. *Dermatol Surg.* 2004;30(4 Pt 1):483–487. discussion 487. [PubMed] [Google Scholar]

Alster TS, Bryan H, Williams CM. Long-pulsed Nd:YAG laser-assisted hair removal in pigmented skin: a clinical and histological evaluation. *Arch Dermatol.* 2001;137(7):885–889. [PubMed] [Google Scholar]

Alster TS, Garg S. Treatment of facial rhytides with a high-energy pulsed carbon dioxide laser. *Plast Reconstr Surg.* 1996;98(5):791–794. [PubMed] [Google Scholar]

Alster TS, Gupta SN. Minocycline-induced hyperpigmentation treated with a 755-nm Q-switched alexandrite laser. *Dermatol Surg.* 2004;30(9):1201–1204. [PubMed] [Google Scholar]

Alster TS, Handrick C. Laser treatment of hypertrophic scars, keloids, and striae. *Semin Cutan Med Surg.* 2000;19(4):287–292. [PubMed] [Google Scholar]

Alster TS, Lupton JR. Prevention and treatment of side effects and complications of cutaneous laser resurfacing. *Plast Reconstr Surg.* 2002;109(1):308–316. discussion 317–318. [PubMed] [Google Scholar]

Alster TS, Nanni CA, Williams CM. Comparison of four carbon dioxide resurfacing lasers. A clinical and histopathologic evaluation. *Dermatol Surg.* 1999;25(3):153–158. discussion 159. [PubMed] [Google Scholar]

Alster TS, Nanni CA. Pulsed dye laser treatment of hypertrophic burn scars. *Plast Reconstr Surg.* 1998;102(6):2190–2195. [PubMed] [Google Scholar]

Alster TS, Tanzi EL, Lazarus M. The use of fractional laser photothermolysis for the treatment of atrophic scars. *Dermatol Surg.* 2007;33(3):295–299. [PubMed] [Google Scholar]

Alster TS, Tanzi EL. Combined 595-nm and 1,064-nm laser irradiation of recalcitrant and hypertrophic port-wine stains in children and adults. *Dermatol Surg.* 2009;35(6):914–918. discussion 918–919. [PubMed] [Google Scholar]

Alster TS, Wanitphakdeedecha R. Improvement of postfractional laser erythema with light-emitting diode photomodulation. *Dermatol Surg.* 2009;35(5):813–815. [PubMed] [Google Scholar]

Alster TS, West TB. Resurfacing of atrophic facial acne scars with a high-energy, pulsed carbon dioxide laser. *Dermatol Surg.* 1996;22(2):151–154. discussion 154–155. [PubMed] [Google Scholar]

Alster TS, Williams CM. Treatment of keloid sternotomy scars with 585 nm flashlamp-pumped pulsed-dye laser. *Lancet.* 1995;345(8959):1198–1200. [PubMed] [Google Scholar]

Alster TS, Williams CM. Treatment of nevus of Ota by the Q-switched alexandrite laser. *Dermatol Surg.* 1995;21(7):592–596. [PubMed] [Google Scholar]

- Alster TS, Wilson F. Focal dermal hypoplasia (Goltz's syndrome). Treatment of cutaneous lesions with the 585-nm flashlamp-pumped pulsed dye laser. *Arch Dermatol.* 1995;131(2):143–144. [PubMed] [Google Scholar]
- Alster TS, Wilson F. Treatment of port-wine stains with the flashlamp-pumped pulsed dye laser: extended clinical experience in children and adults. *Ann Plast Surg.* 1994;32(5):478–484. [PubMed] [Google Scholar]
- Alster TS. Cutaneous resurfacing with CO₂ and erbium: YAG lasers: preoperative, intraoperative, and postoperative considerations. *Plast Reconstr Surg.* 1999;103(2):619–632. discussion 633–634. [PubMed] [Google Scholar]
- Alster TS. Improvement of erythematous and hypertrophic scars by the 585-nm flashlamp-pumped pulsed dye laser. *Ann Plast Surg.* 1994;32(2):186–190. [PubMed] [Google Scholar]
- Alster TS. Inflammatory linear verrucous epidermal nevus: successful treatment with the 585 nm flashlamp-pumped pulsed dye laser. *J Am Acad Dermatol.* 1994;31(3 Pt 1):513–514. [PubMed] [Google Scholar]
- Alster TS. Q-switched alexandrite laser treatment (755 nm) of professional and amateur tattoos. *J Am Acad Dermatol.* 1995;33(1):69–73. [PubMed] [Google Scholar]
- Altshuler GB, Anderson RR, Manstein D et al. Extended theory of selective photothermolysis. *Lasers Surg Med* 2001; 29: 416– 32.
- Altshuler GB, Anderson RR, Manstein D, Zenzie HH, Smirnov MZ. Extended theory of selective photothermolysis. *Lasers Surg Med.* 2001;29(5):416–432. [PubMed] [Google Scholar]
- Anderson RR, Donelan MB, Hivnor C, et al. Laser treatment of traumatic scars with an emphasis on ablative fractional laser resurfacing: consensus report. *JAMA Dermatol.* 2014;150(2):187–193. [PubMed] [Google Scholar]
- Anderson RR, Geronemus R, Kilmer SL, Farinelli W, Fitzpatrick RE. Cosmetic tattoo ink darkening. A complication of Q-switched and pulsed-laser treatment. *Arch Dermatol.* 1993;129(8):1010–1014. [PubMed] [Google Scholar]
- Anderson RR, Parrish JA. Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. *Science.* 1983;220(4596):524–527. [PubMed] [Google Scholar]

Anderson RR, Parrish JA. The optics of human skin. *J Invest Dermatol.* 1981;77(1):13–19. [PubMed] [Google Scholar]

Arndt KA. Argon laser treatment of lentigo maligna. *J Am Acad Dermatol.* 1984;10(6):953–957. [PubMed] [Google Scholar]

Asawanonda P, Anderson RR, Chang Y, Taylor CR. 308-nm excimer laser for the treatment of psoriasis: a dose-response study. *Arch Dermatol.* 2000;136(5):619–624. [PubMed] [Google Scholar]

Ash C, Donne K, Daniel G et al. Mathematical modeling of the optimum pulse structure for safe and effective photo epilation using broadband pulsed light. *J Appl. Clin Med Phys* 2012; 13: 3702.

Ash C, Town G, Bjerring P. Relevance of the structure of time-resolved spectral output to light-tissue interaction using intense pulsed light (IPL). *Lasers Surg Med* 2008; 40: 83– 92.

Ashinoff R, Geronemus RG. Capillary hemangiomas and treatment with the flash lamp-pumped pulsed dye laser. *Arch Dermatol.* 1991;127(2):202–205. [PubMed] [Google Scholar]

Ashinoff R, Geronemus RG. Rapid response of traumatic and medical tattoos to treatment with the Q-switched ruby laser. *Plast Reconstr Surg.* 1993;91(5):841–845. [PubMed] [Google Scholar]

Ashinoff R, Levine VJ, Soter NA. Allergic reactions to tattoo pigment after laser treatment. *Dermatol Surg.* 1995;21(4):291–294. [PubMed] [Google Scholar]

Aslam A, Alster TS. Evolution of laser skin resurfacing: from scanning to fractional technology. *Dermatol Surg.* 2014;40(11):1163–1172. [PubMed] [Google Scholar]

Astafyeva LG, Gade R, Schmidt WD, Ledneva GP, Wollina U, Fassler D. Laser heating of biological tissue with blood vessels: modeling and clinical trials. *Opt Spectrosc.* 2006;100(5):789–796. [Google Scholar]

Avram DK, Goldman MP. Effectiveness and safety of ALA-IPL in treating actinic keratoses and photodamage. *J Drugs Dermatol.* 2004;3(Suppl):S36–S39. [PubMed] [Google Scholar]

Avram DV, Goldman MP. The safety and effectiveness of single-pass erbium:YAG laser in the treatment of mild to moderate photodamage. *Dermatol Surg.* 2004;30:1073–1076. [PubMed] [Google Scholar]

- Avram MM, Tope WD, Yu T, Szachowicz E, Nelson JS. Hypertrophic scarring of the neck following ablative fractional carbon dioxide laser resurfacing. *Lasers Surg Med*. 2009;41(3):185–188. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
- Babilas P, Schreml S, Szeimies RM, Landthaler M. Intense pulsed light (IPL): a review. *Lasers Surg Med* 2010; 42: 93– 104.
- Babilas P. Light-assisted therapy in dermatology: the use of intense pulsed light (IPL). *Medical laser application* 2010; 25: 61– 9.
- Bailin PL, Ratz JL, Levine HL. Removal of tattoos by CO2 laser. *J Dermatol Surg Oncol*. 1980;6(12):997–1001. [PubMed] [Google Scholar]
- Banzhaf CA, Wind BS, Mogensen M et al. Spatiotemporal closure of fractional laser-ablated channels imaged by optical coherence tomography and reflectance confocal microscopy. *Lasers Surg Med* 2016; 48: 157– 65.
- Becher GL, Cameron H, Moseley H. Treatment of superficial vascular lesions with the KTP 532-nm laser: experience with 647 patients. *Lasers Med Sci*. 2014;29(1):267–271. [PubMed] [Google Scholar]
- Bernstein LJ, Kauvar AN, Grossman MC, Geronemus RG. The short- and long-term side effects of carbon dioxide laser resurfacing. *Dermatol Surg*. 1997;23(7):519–525. [PubMed] [Google Scholar]
- Bjerring P, Christiansen K. Intense pulsed light source for treatment of small melanocytic nevi and solar lentigines. *J Cutan Laser Ther*. 2000;2(4):177–181. [PubMed] [Google Scholar]
- Bodendorf MO, Grunewald S, Paasch U. *Epilationslaser*. KVM Verlag, Berlin, 2013.
- Bodendorf MO, Grunewald S, Wetzig T et al. Fractional laser skin therapy. *J Dtsch Dermatol Ges* 2009; 7: 301– 8.
- Bodendorf MO, Wagner JA, Grunewald S et al. Efficacy and safety of laser shields to prevent radiant transmission onto pigmented nevi during laser epilation: An ex vivo histology study. *Int J Hyperthermia* 2011; 27: 811– 8.
- Bodendorf MO, Willenberg A, Anderegg U et al. Connective tissue response to fractionated thermo-ablative Erbium: YAG skin laser treatment. *Int J Cosmet Sci* 2010; 32: 435– 45.
- Breadon JY, Barnes CA. Comparison of adverse events of laser and light-assisted hair removal systems in skin types IV–VI. *J Drugs Dermatol* 2007; 6: 40– 6.

Campbell T, Goldman MP. Complications of fractional CO₂ laser, a review of 373 treatments. *Dermatol Surg.* 2010;36:1645–1650. [PubMed] [Google Scholar]

Campos VB, Dierickx CC, Farinelli WA, Lin TY, Manuskiatti W, Anderson RR. Hair removal with an 800-nm pulsed diode laser. *J Am Acad Dermatol.* 2000;43(3):442–447. [PubMed] [Google Scholar]

Chan CS, Dover JS. Nd:YAG laser hair removal in Fitzpatrick skin types IV to VI. *J Drugs Dermatol.* 2013;12(3):366–367. [PubMed] [Google Scholar]

Chan HH, Fung WK, Ying SY, Kono T. An in vivo trial comparing the use of different types of 532 nm Nd:YAG lasers in the treatment of facial lentiginosities in Oriental patients. *Dermatol Surg.* 2000;26(8):743–749. [PubMed] [Google Scholar]

Chan HH, Manstein D, Yu CS, Shek S, Kono T, Wei WI. The prevalence and risk factors of post-inflammatory hyperpigmentation after fractional resurfacing in Asians. *Lasers Surg Med.* 2007;39(5):381–385. [PubMed] [Google Scholar]

Chapas AM, Brightman L, Sukal S et al. Successful treatment of acneiform scarring with CO₂ ablative fractional resurfacing. *Lasers Surg Med* 2008; 40: 381– 6.

Chrastil B, Glaich AS, Goldberg LH, Friedman PM. Second-generation 1,550-nm fractional photothermolysis for the treatment of acne scars. *Dermatol Surg.* 2008;34(10):1327–1332. [PubMed] [Google Scholar]

Cliff S, Felix RH, Singh L, Harland CC. The successful treatment of lupus pernio with the flashlamp pulsed dye laser. *J Cutan Laser Ther.* 1999;1(1):49–52. [PubMed] [Google Scholar]

Currie CL, Monk BE. Pulsed dye laser treatment of necrobiosis lipoidica: report of a case. *J Cutan Laser Ther.* 1999;1(4):239–241. [PubMed] [Google Scholar]

Dierickx C. Laser-assisted hair removal: state of the art. *Dermatol Ther* 2008; 13: 80.

Dierickx CC, Grossman MC, Farinelli WA, Anderson RR. Permanent hair removal by normal-mode ruby laser. *Arch Dermatol.* 1998;134(7):837–842. [PubMed] [Google Scholar]

Dierickx CC, Khatri KA, Tannous ZS et al. Micro-fractional ablative skin resurfacing with two novel erbium laser systems. *Lasers Surg Med* 2008; 40: 113– 23.

Dierickx CC. Hair removal by lasers and intense pulsed light sources. *Dermatol Clin.* 2002;20(1):135–146. [PubMed] [Google Scholar]

Doshi SN, Alster TS. 1,450 nm long-pulsed diode laser for nonablative skin rejuvenation. *Dermatol Surg*. 2005;31(9 Pt 2):1223–1226. discussion 1226. [PubMed] [Google Scholar]

Dover JS, Geronemus R, Stern RS, O'Hare D, Arndt KA. Dye laser treatment of port-wine stains: comparison of the continuous-wave dye laser with a robotized scanning device and the pulsed dye laser. *J Am Acad Dermatol*. 1995;32(2 Pt 1):237–240. [PubMed] [Google Scholar]

Dover JS, Sadick NS, Goldman MP. The role of lasers and light sources in the treatment of leg veins. *Dermatol Surg*. 1999;25:328–336. [PubMed] [Google Scholar]

Eisen D, Alster TS. Use of a 585 nm pulsed dye laser for the treatment of morphea. *Dermatol Surg*. 2002;28(7):615–616. [PubMed] [Google Scholar]

El-Domyati M, El-Ammawi TS, Medhat W et al. Expression of p53 protein after nonablative rejuvenation: the other side of the coin. *Dermatol Surg* 2013; 39: 934–43.

Emerson R, Ash C, Town G et al. Pigmentation: selective photothermolysis or non-specific skin necrosis using different intense pulsed light systems? *J Cosmet Laser Ther* 2013; 15: 133– 42.

Emerson R, Town G. Hair removal with a novel, low fluence, home-use intense pulsed light device. *J Cosmet Laser Ther* 2009; 11: 98– 105.

Eremia S, Li CY, Umar SH, Newman N. Laser hair removal: long-term results with a 755 nm alexandrite laser. *Dermatol Surg*. 2001;27(11):920–924. [PubMed] [Google Scholar]

Erlendsson AM, Doukas AG, Farinelli WA et al. Fractional laser-assisted drug delivery: Active filling of laser channels with pressure and vacuum alteration. *Lasers Surg Med* 2016; 48(2): 116– 24.

Erlendsson AM, Taudorf EH, Eriksson AH et al. Ablative fractional laser alters biodistribution of ingenol mebutate in the skin. *Arch Dermatol Res* 2015; 307: 515– 22.

Feldman SR, Mellen BG, Housman TS, et al. Efficacy of the 308-nm excimer laser for treatment of psoriasis: results of a multicenter study. *J Am Acad Dermatol*. 2002;46(6):900–906. [PubMed] [Google Scholar]

Ferguson JE, August PJ. Evaluation of the Nd/YAG laser for treatment of amateur and professional tattoos. *Br J Dermatol*. 1996;135(4):586–591. [PubMed] [Google Scholar]

Fife DJ, Fitzpatrick RE, Zachary CB. Complications of fractional CO₂ laser resurfacing: four cases. *Lasers Surg Med.* 2009;41(3):179–184. [PubMed] [Google Scholar]

Fisher GH, Geronemus RG. Short-term side effects of fractional photothermolysis. *Dermatol Surg* 2005; 31: 1245–9.

Fitzmaurice S, Eisen DB. Daylight Photodynamic Therapy: What is known and what is yet to be determined. *Dermatol Surg* 2016; 42: 286–95.

Fitzpatrick RE, Goldman MP, Satur NM, Tope WD. Pulsed carbon dioxide laser resurfacing of photo-aged facial skin. *Arch Dermatol.* 1996;132(4):395–402. [PubMed] [Google Scholar]

Fitzpatrick RE, Goldman MP. Tattoo removal using the alexandrite laser (755nm, 100ns) *Arch Dermatol.* 1994;130:1508–1514. [PubMed] [Google Scholar]

Fitzpatrick RE, Goldman MP. Tattoo removal using the alexandrite laser. *Arch Dermatol.* 1994;130(12):1508–1514. [PubMed] [Google Scholar]

Fitzpatrick RE, Lowe NJ, Goldman MP, Borden H, Behr KL, Ruiz-Esparza J. Flashlamp-pumped pulsed dye laser treatment of port-wine stains. *J Dermatol Surg Oncol.* 1994;20(11):743–748. [PubMed] [Google Scholar]

Fitzpatrick RE, Rostan EF, Marchell N. Collagen tightening induced by carbon dioxide laser versus erbium: YAG laser. *Lasers Surg Med.* 2000;27(5):395–403. [PubMed] [Google Scholar]

Freedman JR, Kaufman J, Metelitsa AI, Green JB. Picosecond lasers: the next generation of short-pulsed lasers. *Semin Cutan Med Surg.* 2014;33(4):164–168. [PubMed] [Google Scholar]

Garcia C, Alamoudi H, Nakib M, Zimmo S. Alexandrite laser hair removal is safe for Fitzpatrick skin types IV–VI. *Dermatol Surg.* 2000;26(2):130–134. [PubMed] [Google Scholar]

Garden JM, Bakus AD, Paller AS. Treatment of cutaneous hemangiomas by the flashlamp-pumped pulsed dye laser: prospective analysis. *J Pediatr.* 1992;120(4 Pt 1):555–560. [PubMed] [Google Scholar]

Gawkrodger DJ. Risk management in dermatology: an analysis of data available from several British-based reporting systems. *Br J Dermatol* 2011; 164: 537–43.

- Goh CL. Comparative study on a single treatment response to long pulse Nd:YAG lasers and intense pulse light therapy for hair removal on skin type IV to VI – is longer wavelengths lasers preferred over shorter wavelengths lights for assisted hair removal. *J Dermatolog Treat* 2003; 14: 243– 7.
- Goldberg D. Laser complications: hair removal. *J Cosmet Laser Ther* 2006; 8: 197–202.
- Goldberg DJ, Sciales CW. Pyogenic granuloma in children. Treatment with the flashlamp-pumped pulsed dye laser. *J Dermatol Surg Oncol*. 1991;17(12):960–962. [PubMed] [Google Scholar]
- Goldberg DJ, Silapunt S. Hair removal using a long-pulsed Nd:YAG laser: comparison at fluences of 50, 80, and 100 J/cm. *Dermatol Surg*. 2001;27(5):434–436. [PubMed] [Google Scholar]
- Goldberg DJ, Stampien T. Q-switched ruby laser treatment of congenital nevi. *Arch Dermatol*. 1995;131(5):621–623. [PubMed] [Google Scholar]
- Goldberg DJ, Whitworth J. Laser skin resurfacing with the Q-switched Nd:YAG laser. *Dermatol Surg*. 1997;23(10):903–906. discussion 906–907. [PubMed] [Google Scholar]
- Goldman MP, Weiss RA, Weiss MA. Intense pulsed light as a non-ablative approach to photoaging. *Dermatol Surg*. 2005;31:1179–1187. [PubMed] [Google Scholar]
- Goldman MP. *Cutaneous and Cosmetic Laser Surgery*. London: Mosby/Elsevier; 2006. [Google Scholar]
- Goldman MP. Laser and sclerotherapy treatment of leg veins: my perspective on treatment outcomes. *Dermatol Surg*. 2002;28:969–970. [PubMed] [Google Scholar]
- Goldman MP. Laser resurfacing. In: Draelos Z, editor. *Cosmetic Dermatology: A Comprehensive Medical and Surgical Text*. Wiley–Blackwell; 2010. pp. 393–408. [Google Scholar]
- Goldman MP. Treatment of benign vascular lesions with the Photoderm VL high-intensity pulsed light source. *Adv Dermatol*. 1997;13:503–521. [PubMed] [Google Scholar]
- Graber EM, Tanzi EL, Alster TS. Side effects and complications of fractional laser photothermolysis: experience with 961 treatments. *Dermatol Surg*. 2008;34(3):301–305. discussion 305–307. [PubMed] [Google Scholar]

- Green D, Friedman KJ. Treatment of minocycline-induced cutaneous pigmentation with the Q-switched Alexandrite laser and a review of the literature. *J Am Acad Dermatol*. 2001;44(2 Suppl):342–347. [PubMed] [Google Scholar]
- Grevelink JM, Duke D, van Leeuwen RL, Gonzalez E, DeCoste SD, Anderson RR. Laser treatment of tattoos in darkly pigmented patients: efficacy and side effects. *J Am Acad Dermatol*. 1996;34(4):653–656. [PubMed] [Google Scholar]
- Grossman MC, Dierickx C, Farinelli W, Flotte T, Anderson RR. Damage to hair follicles by normal-mode ruby laser pulses. *J Am Acad Dermatol*. 1996;35(6):889–894. [PubMed] [Google Scholar]
- Grunewald S, Bodendorf M, Illes M et al. In vivo wound healing and dermal matrix remodelling in response to fractional CO₂ laser intervention: Clinicopathological correlation in non-facial skin. *Int J Hyperthermia* 2011; 27: 811– 8.
- Grunewald S, Bodendorf MO, Elsner J et al. Ablative fractional laser treatment – practical recommendations. *Kosmetische Praxis* 2012; 12: 8– 14.
- Grunewald S, Bodendorf MO, Paasch U. *Gefäßlaser*. KVM Verlag, Berlin, 2012.
- Grunewald S, Bodendorf MO, Simon JC, Paasch U. Update dermatologic laser therapy. *J Dtsch Dermatol Ges* 2011; 9: 146– 59.
- Grunewald S, Bodendorf MO, Simon JC, Paasch U. Update dermatologic laser therapy. *J Dtsch Dermatol Ges* 2010; 9: 146– 59.
- Haak CS, Togsverd-Bo K, Thaysen-Petersen D et al. Fractional laser-mediated photodynamic therapy of high-risk basal cell carcinomas – a randomized clinical trial. *Br J Dermatol* 2015; 172: 215– 22.
- Haedersdal M, Bech-Thomsen N, Wulf HC. Skin reflectance-guided laser selections for treatment of decorative tattoos. *Arch Dermatol*. 1996;132(4):403–407. [PubMed] [Google Scholar]
- Haedersdal M, Erlendsson AM, Paasch U, Anderson RR. Translational medicine in the field of ablative fractional laser (AFXL)-assisted drug delivery: A critical review from basics to current clinical status. *J Am Acad Dermatol* 2016; 74(5): 981– 1004.
- Haedersdal M, Katsnelson J, Sakamoto FH et al. Enhanced uptake and photoactivation of topical methyl aminolevulinate after fractional CO₂ laser pretreatment. *Lasers Surg Med* 2011; 43: 804– 13.
- Haedersdal M, Sakamoto FH, Farinelli WA et al. Fractional CO₂ laser-assisted drug delivery. *Lasers Surg Med* 2010; 42: 113– 22.

- Haedersdal M, Togsverd-Bo K, Paasch U. Case reports on the potential of fractional laser-assisted photodynamic therapy for basal cell carcinomas. *Lasers Med Sci* 2012; 27: 1091– 3.
- Hammes S, Karsai S, Metelmann HR et al. Treatment errors resulting from use of lasers and IPL by medical laypersons: results of a nationwide survey. *J Dtsch Dermatol Ges* 2013; 11: 149– 56.
- Hammes S, Kimmig W. [Side effects and complications of therapy with laser and intense light sources]. *Hautarzt* 2013; 64: 145– 54.
- Handrick C, Alster TS. Comparison of long-pulsed diode and long-pulsed alexandrite lasers for hair removal: a long-term clinical and histologic study. *Dermatol Surg.* 2001;27(7):622–626. [PubMed] [Google Scholar]
- Handrick C, Alster TS. Laser treatment of atrophoderma vermiculata. *J Am Acad Dermatol.* 2001;44(4):693–695. [PubMed] [Google Scholar]
- Hantash BM, Bedi VP, Kapadia B, et al. In vivo histological evaluation of a novel ablative fractional resurfacing device. *Lasers Surg Med.* 2007;39(2):96–107. [PubMed] [Google Scholar]
- Hantash BM, Mahmood MB. Fractional photothermolysis: a novel aesthetic laser surgery modality. *Dermatol Surg.* 2007;33(5):525–534. [PubMed] [Google Scholar]
- Hedelund L, Haak CS, Togsverd-Bo K, Bogh MK, Bjerring P, Haedersdal M. Fractional CO₂ laser resurfacing for atrophic acne scars: a randomized controlled trial with blinded response evaluation. *Lasers Surg Med.* 2012;44(6):447–452. [PubMed] [Google Scholar]
- Helbig D, Bodendorf M, Anderegg U et al. Human skin explant model to study molecular changes in response to fractional photothermolysis: spatio-temporal expression of HSP70. *Medical laser application* 2010; 25: 173– 80.
- Helbig D, Moebius A, Simon JC, Paasch U. Nonablative skin rejuvenation devices and the role of heat shock protein 70: results of a human skin explant model. *J Biomed Opt* 2010; 15: 038002.
- Helbig D, Paasch U. Molecular changes during skin aging and wound healing after fractional ablative photothermolysis. *Skin Res Technol* 2011; 17: 119– 28.
- Helbig D, Simon JC, Paasch U. Epidermal and dermal changes in response to various skin rejuvenation methods. *Int. J Cosmet Sci* 2010; 32: 458– 69.

- Helbig D, Simon JC, Paasch U. Photodynamic therapy and the role of heat shock protein 70. *Int J Hyperthermia* 2011; 27: 802– 10.
- Helsing P, Togsverd-Bo K, Veierod MB et al. Intensified fractional CO laser-assisted photodynamic therapy versus laser alone for organ transplant recipients with multiple actinic keratoses and wart-like lesions: A randomized half-side comparative trial on dorsal hands. *Br J Dermatol* 2013; 169: 1087– 92.
- Hibler BP, Rossi AM. A case of delayed anaphylaxis after laser tattoo removal. *JAAD Case Rep* 2015; 1: 80– 1.
- Hodson DS. Current and future trends in home laser devices. *Semin Cutan Med Surg* 2008; 27: 292– 300.
- Hoffman SJ, Walsh P, Morelli JG. Treatment of angiofibroma with the pulsed tunable dye laser. *J Am Acad Dermatol.* 1993;29(5 Pt 1):790–791. [PubMed] [Google Scholar]
- Hu S, Chen MC, Lee MC, Yang LC, Keoprasom N. Fractional resurfacing for the treatment of atrophic facial acne scars in Asian skin. *Dermatol Surg.* 2009;35(5):826–832. [PubMed] [Google Scholar]
- Hughes PS. Treatment of molluscum contagiosum with the 585-nm pulsed dye laser. *Dermatol Surg.* 1998;24(2):229–230. [PubMed] [Google Scholar]
- Hussain M, Polnikorn N, Goldberg DJ. Laser-assisted hair removal in Asian skin: efficacy, complications, and the effect of single versus multiple treatments. *Dermatol Surg* 2003; 29: 249– 54.
- Jang KA, Chung EC, Choi JH, Sung KJ, Moon KC, Koh JK. Successful removal of freckles in Asian skin with a Q-switched alexandrite laser. *Dermatol Surg.* 2000;26(3):231–234. [PubMed] [Google Scholar]
- Jasim ZF, Woo WK, Handley JM. Long-pulsed (6-ms) pulsed dye laser treatment of rosacea-associated telangiectasia using subpurpuric clinical threshold. *Dermatol Surg.* 2004;30(1):37–40. [PubMed] [Google Scholar]
- Jay H, Borek C. Treatment of a venous-lake angioma with intense pulsed light. *Lancet.* 1998;351(9096):112. [PubMed] [Google Scholar]
- Jih MH, Goldberg LH, Kimyai-Asadi A. Fractional photothermolysis for photoaging of hands. *Dermatol Surg.* 2008;34(1):73–78. [PubMed] [Google Scholar]

Jimenez GP, Flores F, Berman B, Gunja-Smith Z. Treatment of striae rubra and striae alba with the 585-nm pulsed-dye laser. *Dermatol Surg.* 2003;29(4):362–365. [PubMed] [Google Scholar]

Jones A, Roddey P, Orengo I, Rosen T. The Q-switched ND:YAG laser effectively treats tattoos in darkly pigmented skin. *Dermatol Surg.* 1996;22(12):999–1001. [PubMed] [Google Scholar]

Jung JY, Lee JH, Ryu DJ, Lee SJ, Bang D, Cho SB. Lower-fluence, higher-density versus higher-fluence, lower-density treatment with a 10,600-nm carbon dioxide fractional laser system: a split-face, evaluator-blinded study. *Dermatol Surg.* 2010;36(12):2022–2029. [PubMed] [Google Scholar]

Karmisholt KE, Haedersdal M. Ablative fractional laser intensifies treatment outcome of scalp actinic keratoses with ingenol mebutate: a case report. *J Eur Acad Dermatol Venerol* 2016; 30: 854– 5.

Karsai S, Krieger G, Raulin C. Tattoo removal by non-professionals – medical and forensic considerations. *J Eur Acad Dermatol Venerol* 2010; 24: 756– 62.

Katz TM, Glaich AS, Goldberg LH, Firoz BF, Dai T, Friedman PM. Treatment of melasma using fractional photothermolysis: a report of eight cases with long-term follow-up. *Dermatol Surg.* 2010;36(8):1273–1280. [PubMed] [Google Scholar]

Kaufman AJ. Treatment of elastosis perforans serpiginosa with the flashlamp pulsed dye laser. *Dermatol Surg.* 2000;26(11):1060–1062. [PubMed] [Google Scholar]

Kauvar AN, Geronemus RG. Repetitive pulsed dye laser treatments improve persistent port-wine stains. *Dermatol Surg.* 1995;21(6):515–521. [PubMed] [Google Scholar]

Kauvar AN, Lou WW. Pulsed alexandrite laser for the treatment of leg telangiectasia and reticular veins. *Arch Dermatol.* 2000;136(11):1371–1375. [PubMed] [Google Scholar]

Kauvar AN, McDaniel DH, Geronemus RG. Pulsed dye laser treatment of warts. *Arch Fam Med.* 1995;4(12):1035–1040. [PubMed] [Google Scholar]

Kawada A, Shiraishi H, Asai M, et al. Clinical improvement of solar lentigines and ephelides with an intense pulsed light source. *Dermatol Surg.* 2002;28(6):504–508. [PubMed] [Google Scholar]

Khoury JG, Saluja M, Goldman MP. Comparative evaluation of long-pulse alexandrite and long-pulse 1064 nm Nd:YAG laser systems used individually and in combination and 810nm diode laser for axillary hair removal. *Dermatol Surg.* 2008;34:665–671. [PubMed] [Google Scholar]

Kilmer SL, Lee MS, Grevelink JM, Flotte TJ, Anderson RR. The Q-switched Nd:YAG laser effectively treats tattoos. A controlled, dose-response study. *Arch Dermatol.* 1993;129(8):971–978. [PubMed] [Google Scholar]

Kilmer SL, Wheeland RG, Goldberg DJ, Anderson RR. Treatment of epidermal pigmented lesions with the frequency-doubled Q-switched Nd:YAG laser. A controlled, single-impact, dose-response, multicenter trial. *Arch Dermatol.* 1994;130(12):1515–1519. [PubMed] [Google Scholar]

Kilmer SL. Laser eradication of pigmented lesions and tattoos. *Dermatol Clin.* 2002;20(1):37–53. [PubMed] [Google Scholar]

Kim YJ, Lee HS, Son SW, Kim SN, Kye YC. Analysis of hyperpigmentation and hypopigmentation after Er:YAG laser skin resurfacing. *Lasers Surg Med.* 2005;36(1):47–51. [PubMed] [Google Scholar]

Klein A, Steinert S, Baessler W et al. Photoepilation with a diode laser vs. intense pulsed light: a randomized, inpatient left-to-right trial. *Br J Dermatol* 2013; 168: 1287–93.

Kono T, Nozaki M, Chan HH, Mikashima Y. A retrospective study looking at the long-term complications of Q-switched ruby laser in the treatment of nevus of Ota. *Lasers Surg Med.* 2001;29(2):156–159. [PubMed] [Google Scholar]

Kunishige JH, Katz TM, Goldberg LH, Friedman PM. Fractional photothermolysis for the treatment of surgical scars. *Dermatol Surg.* 2010;36(4):538–541. [PubMed] [Google Scholar]

Kwon SH, Choi JW, Byun SY, et al. Effect of early long-pulse pulsed dye laser treatment in infantile hemangiomas. *Dermatol Surg.* 2014;40(4):405–411. [PubMed] [Google Scholar]

Lam AY, Wong DS, Lam LK, Ho WS, Chan HH. A retrospective study on the efficacy and complications of Q-switched alexandrite laser in the treatment of acquired bilateral

nevus of Ota-like macules. *Dermatol Surg*. 2001;27(11):937–941. discussion 941– 942. [PubMed] [Google Scholar]

Lask G, Elman M, Slatkine M, Waldman A, Rozenberg Z. Laser-assisted hair removal by selective photothermolysis. Preliminary results. *Dermatol Surg*. 1997;23(9):737–739. [PubMed] [Google Scholar]

Laux P, Tralau T, Tentschert J et al. A medical-toxicological view of tattooing. *Lancet* 2016; 387: 395– 402.

Lee HM, Haw S, Kim JK, Chang SE, Lee MW. Split-face study using a 1,927-nm thulium fiber fractional laser to treat photoaging and melasma in Asian skin. *Dermatol Surg*. 2013;39(6):879–888. [PubMed] [Google Scholar]

Leuenberger ML, Mulas MW, Hata TR, Goldman MP, Fitzpatrick RE, Grevelink JM. Comparison of the Q-switched alexandrite, Nd:YAG, and ruby lasers in treating blue-black tattoos. *Dermatol Surg*. 1999;25(1):10–14. [PubMed] [Google Scholar]

Lin JY, Warger WC, Izikson L, Anderson RR, Tannous Z. A prospective, randomized controlled trial on the efficacy of fractional photothermolysis on scar remodeling. *Lasers Surg Med*. 2011;43(4):265–272. [PubMed] [Google Scholar]

Lorenz S, Brunberg S, Landthaler M, Hohenleutner U. Hair removal with the long pulsed Nd:YAG laser: a prospective study with one year follow-up. *Lasers Surg Med*. 2002;30(2):127–134. [PubMed] [Google Scholar]

Lou WW, Quintana AT, Geronemus RG, Grossman MC. Prospective study of hair reduction by diode laser (800 nm) with long-term follow-up. *Dermatol Surg*. 2000;26(5):428–432. [PubMed] [Google Scholar]

Lowe NJ, Behr KL, Fitzpatrick R, Goldman M, Ruiz-Esparza J. Flash lamp pumped dye laser for rosacea-associated telangiectasia and erythema. *J Dermatol Surg Oncol*. 1991;17(6):522–525. [PubMed] [Google Scholar]

Lowe NJ, Lask G, Griffin ME, Maxwell A, Lowe P, Quilada F. Skin resurfacing with the ultrapulse carbon dioxide laser. Observations on 100 patients. *Dermatol Surg*. 1995;21(12):1025–1029. [PubMed] [Google Scholar]

Lowe NJ, Lask G, Griffin ME. Laser skin resurfacing. Pre- and posttreatment guidelines. *Dermatol Surg* 1995; 21: 1017– 9.

Lupton JR, Williams CM, Alster TS. Nonablative laser skin resurfacing using a 1540 nm erbium glass laser: a clinical and histologic analysis. *Dermatol Surg.* 2002;28(9):833–835. [PubMed] [Google Scholar]

Mafong EA, Friedman PM, Kauvar AN, Bernstein LJ, Alexiades-Armenakas M, Geronemus RG. Treatment of inverse psoriasis with the 308 nm excimer laser. *Dermatol Surg.* 2002;28(6):530–532. [PubMed] [Google Scholar]

Malekzad F, Shakoei S, Ayatollahi A, Hejazi S. The safety and efficacy of the 1540nm non-ablative fractional XD probe of star lux 500 device in the treatment of striae alba: before-after study. *J Lasers Med Sci.* 2014;5(4):194–198. [PMC freearticle] [PubMed] [Google Scholar]

Manstein D, Herron GS, Sink RK et al. Fractional photothermolysis: a new concept for cutaneous remodeling using microscopic patterns of thermal injury. *Lasers Surg Med* 2004; 34: 426– 38.

Manstein D, Herron GS, Sink RK, Tanner H, Anderson RR. Fractional photothermolysis: a new concept for cutaneous remodeling using microscopic patterns of thermal injury. *Lasers Surg Med.* 2004;34(5):426–438. [PubMed] [Google Scholar]

Manuskiatti W, Fitzpatrick RE, Goldman MP. Energy density and numbers of treatment affect response of keloidal and hypertrophic sternotomy scars to the 585-nm flashlamp-pumped pulsed-dye laser. *J Am Acad Dermatol.* 2001;45(4):557–565. [PubMed] [Google Scholar]

Manuskiatti W, Fitzpatrick RE. Treatment response of keloidal and hypertrophic sternotomy scars: comparison among intralesional corticosteroid, 5-fluorouracil, and 585-nm flashlamp-pumped pulsed-dye laser treatments. *Arch Dermatol.* 2002;138(9):1149–1155. [PubMed] [Google Scholar]

Marchell N, Alster TS. Successful treatment of cutaneous Kaposi's sarcoma by the 585-nm pulsed dye laser. *Dermatol Surg.* 1997;23(10):973–975. [PubMed] [Google Scholar]

McDaniel DH, Ash K, Lord J, Newman J, Adrian RM, Zukowski M. Laser therapy of spider leg veins: clinical evaluation of a new long pulsed alexandrite laser. *Dermatol Surg.* 1999;25(1):52–58. [PubMed] [Google Scholar]

McDaniel DH, Ash K, Zukowski M. Treatment of stretch marks with the 585-nm flashlamp-pumped pulsed dye laser. *Dermatol Surg.* 1996;22(4):332–337. [PubMed] [Google Scholar]

McDaniel DH, Lord J, Ash K, Newman J, Zukowski M. Laser hair removal: a review and report on the use of the long-pulsed alexandrite laser for hair reduction of the upper lip, leg, back, and bikini region. *Dermatol Surg.* 1999;25(6):425–430. [PubMed] [Google Scholar]

Meesters AA, Pitassi LH, Campos V, Wolkerstorfer A, Dierickx CC. Transcutaneous laser treatment of leg veins. *Lasers Med Sci.* 2014;29(2):481–492. [PubMed] [Google Scholar]

Mehraban S, Feily A. 308nm excimer laser in dermatology. *J Lasers Med Sci.* 2014;5(1):8–12. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

Metelitsa AI, Alster TS. Fractionated laser skin resurfacing treatment complications: a review. *Dermatol Surg.* 2010;36(3):299–306. [PubMed] [Google Scholar]

Murphy GF, Shepard RS, Paul BS, Menkes A, Anderson RR, Parrish JA. Organelle-specific injury to melanin-containing cells in human skin by pulsed laser irradiation. *Lab Invest.* 1983;49(6):680–685. [PubMed] [Google Scholar]

Nanni CA, Alster TS. A practical review of laser-assisted hair removal using the Q-switched Nd:YAG, long-pulsed ruby, and long-pulsed alexandrite lasers. *Dermatol Surg.* 1998;24(12):1399–1405. discussion 1405. [PubMed] [Google Scholar]

Nanni CA, Alster TS. Complications of carbon dioxide laser resurfacing. An evaluation of 500 patients. *Dermatol Surg.* 1998;24(3):315–320. [PubMed] [Google Scholar]

Nanni CA, Alster TS. Laser-assisted hair removal: side effects of Q-switched Nd:YAG, long-pulsed ruby, and alexandrite lasers. *J Am Acad Dermatol.* 1999;41(2 Pt 1):165–171. [PubMed] [Google Scholar]

Nehal KS, Levine VJ, Ashinoff R. The treatment of benign pigmented lesions and tattoos with the Q-switched ruby laser. A comparative study using the 5.0- and 6.5-mm spot size. *Dermatol Surg.* 1996;22(8):683–686. [PubMed] [Google Scholar]

Nootheti PK, Pettit KA, Yosowitz G, Goldman MP. Clinical improvement of photodamaged skin after a single intense pulsed light treatment. *Am J Cosmetic Surg.* 2007;24:15–20. [Google Scholar]

- Ochsendorf F, Paasch U. Laserschutz und STK – alles klar? *J Dtsch Dermatol Ges* 2013; 11: 101– 2.
- Omi T, Numano K. The role of the CO2 laser and fractional CO2 laser in dermatology. *Laser Therapy*. 2014;23(1):49–60. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
- Ono I, Tateshita T. Efficacy of the ruby laser in the treatment of Ota's nevus previously treated using other therapeutic modalities. *Plast Reconstr Surg*. 1998;102(7):2352– 2357. [PubMed] [Google Scholar]
- Paasch U, Bodendorf MO, and Grunewald S. *Dermatologische Lasertherapie: Fraktionale Laser*. KVM Verlag, Berlin, 2011.
- Paasch U, Haedersdal M. Laser systems for ablative fractional resurfacing. *Expert Rev Med Devices* 2011; 8: 67– 83.
- Paasch U, Sonja G, Haedersdal M. Synergistic skin heat shock protein expression in response to combined laser treatment with a diode laser and ablative fractional lasers. *Int. J Hyperthermia* 2014; 30: 245– 9.
- Paasch U, Sonja G, Haedersdal M. Synergistic skin heat shock protein expression in response to combined laser treatment with a diode laser and ablative fractional lasers. *Int J Hyperthermia* 2014; 30: 245– 9.
- Paasch U, Wagner JA, Paasch HW. Novel 755-nm diode laser vs. conventional 755-nm scanned alexandrite laser: Side-by-side comparison pilot study for thorax and axillary hair removal. *J Cosmet Laser Ther* 2015; 17: 189– 93.
- Paasch U. *Fraktionale Laser: Wunsch und Wirklichkeit*. *Akt Dermatol* 2013; 257– 62.
- Paasch U. The future of fractional lasers. *Facial Plast Surg* 2016; 32: 261– 8.
- Pinto F, Grosse-Buning S, Karsai S et al. Nd:YAG (1064-nm) picosecond laser vs. Nd:YAG (1064-nm) nanosecond laser in tattoo removal: A randomized controlled single-blind clinical trial. *Br J Dermatol* 2016. [Epub ahead of print].
- Poetke M, Philipp C, Berlien HP. Flashlamp-pumped pulsed dye laser for hemangiomas in infancy: treatment of superficial vs mixed hemangiomas. *Arch Dermatol*. 2000;136(5):628–632. [PubMed] [Google Scholar]
- Rao J, Goldman MP. A prospective, comparative evaluation of three laser systems used individually and in combination for axillary hair removal. *Dermatol Surg*. 2005;31:1671–1677. [PubMed] [Google Scholar]
- Raulin C, Schmidt C, Hellwig S. Cutaneous lupus erythematosus-treatment with pulsed dye laser. *Br J Dermatol*. 1999;141(6):1046–1050. [PubMed] [Google Scholar]

- Raulin C, Schonemark MP, Greve B, Werner S. Q-switched ruby laser treatment of tattoos and benign pigmented skin lesions: a critical review. *Ann Plast Surg.* 1998;41(5):555–565. [PubMed] [Google Scholar]
- Raulin C, Schroeter CA, Weiss RA, Keiner M, Werner S. Treatment of port-wine stains with a noncoherent pulsed light source: a retrospective study. *Arch Dermatol.* 1999;135(6):679–683. [PubMed] [Google Scholar]
- Raulin C, Weiss RA, Schonemark MP. Treatment of essential telangiectasias with an intense pulsed light source (PhotoDerm VL) *Dermatol Surg.* 1997;23(10):941–945. discussion 945–946. [PubMed] [Google Scholar]
- Reichert D. Evaluation of the long-pulse dye laser for the treatment of leg telangiectasias. *Dermatol Surg.* 1998;24(7):737–740. [PubMed] [Google Scholar]
- Reid WH, Miller ID, Murphy MJ, Paul JP, Evans JH. Q-switched ruby laser treatment of tattoos; a 9-year experience. *Br J Plast Surg.* 1990;43(6):663–669. [PubMed] [Google Scholar]
- Reiter O, Atzmony L, Akerman L et al. Picosecond lasers for tattoo removal: a systematic review. *Lasers Med Sci* 2016; 31: 1397– 405.
- Rogachefsky AS, Silapunt S, Goldberg DJ. Evaluation of a new super-long-pulsed 810 nm diode laser for the removal of unwanted hair: the concept of thermal damage time. *Dermatol Surg.* 2002;28(5):410–414. [PubMed] [Google Scholar]
- Rokhsar CK, Fitzpatrick RE. The treatment of melasma with fractional photothermolysis: a pilot study. *Dermatol Surg* 2005; 31: 1645– 50.
- Ross EV, Miller C, Meehan K, et al. One-pass CO₂ versus multiple-pass Er:YAG laser resurfacing in the treatment of rhytides: a comparison side-by-side study of pulsed CO₂ and Er:YAG lasers. *Dermatol Surg.* 2001;27(8):709–715. [PubMed] [Google Scholar]
- Ross EV. Laser versus intense pulsed light: competing technologies in dermatology. *Lasers Surg Med* 2006; 38: 261– 72.
- Rostan EF, Fitzpatrick RE, Goldman MP. Laser resurfacing with a long pulse erbium:YAG laser compared to the 950 ms pulsed CO₂ laser. *Lasers Surg Med.* 2001;29(2):136–141. [PubMed] [Google Scholar]

- Ruiz-Esparza J, Goldman MP, Fitzpatrick RE, Lowe NJ, Behr KL. Flash lamp- pumped dye laser treatment of telangiectasia. *J Dermatol Surg Oncol.* 1993;19(11):1000–1003. [PubMed] [Google Scholar]
- Sadick NS, Weiss RA, Shea CR, Nagel H, Nicholson J, Prieto VG. Long-term photoepilation using a broad-spectrum intense pulsed light source. *Arch Dermatol.* 2000;136(11):1336–1340. [PubMed] [Google Scholar]
- Saedi N, Petrell K, Arndt K, Dover J. Evaluating facial pores and skin texture after low-energy nonablative fractional 1440-nm laser treatments. *J Am Acad Dermatol.* 2013;68(1):113–118. [PubMed] [Google Scholar]
- Saluja, R, Khoury J, Detwiler S, Goldman MP. An evaluation of the histologic and clinical response to varying density settings with a fractionally scanned carbon dioxide laser. *J Drugs Dermatol.* 2009;8:17–20. [PubMed] [Google Scholar]
- Sasaya H, Kawada A, Wada T, Hirao A, Oiso N. Clinical effectiveness of intense pulsed light therapy for solar lentigines of the hands. *Dermatol Ther.* 2011;24(6):584–586. [PubMed] [Google Scholar]
- Scheibner A, Kenny G, White W, Wheeland RG. A superior method of tattoo removal using the Q-switched ruby laser. *J Dermatol Surg Oncol.* 1990;16(12):1091– 1098. [PubMed] [Google Scholar]
- Schonermark MP, Schmidt C, Raulin C. Treatment of sebaceous gland hyperplasia with the pulsed dye laser. *Lasers Surg Med.* 1997;21(4):313–316. [PubMed] [Google Scholar]
- Schreiver I, Hutzler C, Andree S et al. Identification and hazard prediction of tattoo pigments by means of pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry. *Arch Toxicol* 2016; 90: 1639– 50.
- Shen L, Zhou G, Zhao J, et al. Pulsed dye laser therapy for infantile hemangiomas: a systemic review and meta-analysis. *QJM.* 2015;108(6):473–480. [PubMed] [Google Scholar]
- Shi W, Wang J, Lin Y, et al. Treatment of port wine stains with pulsed dye laser: a retrospective study of 848 cases in Shandong Province, People’s Republic of China. *Drug Des Devel Ther.* 2014;8:2531–2538. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

Skovbolling HC, Illes M, Paasch U, Haedersdal M. Histological evaluation of vertical laser channels from ablative fractional resurfacing: an ex vivo pig skin model. *Lasers Med Sci* 2011; 26: 465–71.

Skovbolling HC, Illes M, Paasch U, Haedersdal M. Histological evaluation of vertical laser channels from ablative fractional resurfacing: an ex vivo pig skin model. *Lasers Med Sci* 2010; 26: 465–71.

Sobanko JF, Alster TS. Laser treatment for improvement and minimization of facial scars. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2011;19(3):527–542. [PubMed] [Google Scholar]

Sobanko JF, Alster TS. Management of acne scarring, part I: a comparative review of laser surgical approaches. *Am J Clin Dermatol.* 2012;13(5):319–330. [PubMed] [Google Scholar]

Sommer S, Sheehan-Dare RA. Pulsed dye laser treatment of port-wine stains in pigmented skin. *J Am Acad Dermatol.* 2000;42(4):667–671. [PubMed] [Google Scholar]

Spencer JM, Nossa R, Ajmeri J. Treatment of vitiligo with the 308-nm excimer laser: a pilot study. *J Am Acad Dermatol.* 2002;46(5):727–731. [PubMed] [Google Scholar]

Sriprachya-Anunt S, Fitzpatrick RE, Goldman MP, Smith SR. Infections complicating pulsed carbon dioxide laser resurfacing for photoaged facial skin. *Dermatol Surg.* 1997;23(7):527–535. discussion 535–536. [PubMed] [Google Scholar]

Stafford TJ, Lizek R, Boll J, Tan OT. Removal of colored tattoos with the Q-switched alexandrite laser. *Plast Reconstr Surg.* 1995;95(2):313–320. [PubMed] [Google Scholar]

Sun Y, Wu Y, Xiao B, et al. Treatment of 308-nm excimer laser on vitiligo: a systemic review of randomized controlled trials. *J Dermatolog Treat.* 2015:1–7. [PubMed] [Google Scholar]

Tan KL, Kurniawati C, Gold MH. Low risk of postinflammatory hyperpigmentation in skin types 4 and 5 after treatment with fractional CO₂ laser device. *J Drugs Dermatol.* 2008;7(8):774–777. [PubMed] [Google Scholar]

Tan OT, Hurwitz RM, Stafford TJ. Pulsed dye laser treatment of recalcitrant verrucae: a preliminary report. *Lasers Surg Med.* 1993;13(1):127–137. [PubMed] [Google Scholar]

- Tan OT, Sherwood K, Gilchrest BA. Treatment of children with port-wine stains using the flashlamp-pulsed tunable dye laser. *N Engl J Med*. 1989;320(7):416–421. [PubMed] [Google Scholar]
- Tanzi E, Alster TS. Pulsed dye laser treatment of multiple eccrine hidrocystomas: a novel approach. *Dermatol Surg*. 2001;27(10):898–900. [PubMed] [Google Scholar]
- Tanzi EL, Alster TS. Comparison of a 1450-nm diode laser and a 1320-nm Nd:YAG laser in the treatment of atrophic facial scars: a prospective clinical and histologic study. *Dermatol Surg*. 2004;30(2 Pt 1):152–157. [PubMed] [Google Scholar]
- Tanzi EL, Alster TS. Long-pulsed 1064-nm Nd:YAG laser-assisted hair removal in all skin types. *Dermatol Surg*. 2004;30(1):13–17. [PubMed] [Google Scholar]
- Tanzi EL, Alster TS. Side effects and complications of variable-pulsed erbium:yttrium-aluminum-garnet laser skin resurfacing: extended experience with 50 patients. *Plast Reconstr Surg*. 2003;111(4):1524–1529. discussion 1530–1532. [PubMed] [Google Scholar]
- Tanzi EL, Alster TS. Single-pass carbon dioxide versus multiple-pass Er:YAG laser skin resurfacing: a comparison of postoperative wound healing and side-effect rates. *Dermatol Surg*. 2003;29(1):80–84. [PubMed] [Google Scholar]
- Tanzi EL, Lupton JR, Alster TS. Lasers in dermatology: four decades of progress. *J Am Acad Dermatol*. 2003;49(1):1–31. quiz 31–34. [PubMed] [Google Scholar]
- Tanzi EL, Williams CM, Alster TS. Treatment of facial rhytides with a nonablative 1,450-nm diode laser: a controlled clinical and histologic study. *Dermatol Surg*. 2003;29(2):124–128. [PubMed] [Google Scholar]
- Taudorf EH, Lerche CM, Vissing AC et al. Topically applied methotrexate is rapidly delivered into skin by fractional laser ablation. *Expert Opin Drug Deliv* 2015; 12: 1059– 69.
- Taylor CR. Laser ignition of traumatically embedded firework debris. *Lasers Surg Med*. 1998;22(3):157–158. [PubMed] [Google Scholar]
- Thaysen-Petersen D, Bjerring P, Dierickx C et al. A systematic review of light-based home-use devices for hair removal and considerations on human safety. *J Eur Acad Dermatol Venerol* 2012; 26: 545– 53.

- Thaysen-Petersen D, Erlendsson AM, Nash JF et al. Side effects from intense pulsed light: Importance of skin pigmentation, fluence level and ultraviolet radiation – A randomized controlled trial. *Lasers Surg Med* 2016. [Epub ahead of print].
- Tierney EP, Hanke CW. Fractionated carbon dioxide laser treatment of photoaging: prospective study in 45 patients and review of the literature. *Dermatol Surg*. 2011;37(9):1279–1290. [PubMed] [Google Scholar]
- Tierney EP. Treatment of acne scarring using a dual-spot-size ablative fractionated carbon dioxide laser: review of the literature. *Dermatol Surg*. 2011;37(7):945–961. [PubMed] [Google Scholar]
- Togsverd-Bo K, Haak CS, Thaysen-Petersen D et al. Intensified photodynamic therapy of actinic keratoses with fractional CO2 laser – a randomized clinical trial. *Br J Dermatol* 2012; 166: 1262– 9.
- Togsverd-Bo K, Lei U, Erlendsson AM et al. Combination of ablative fractional laser and daylight-mediated photodynamic therapy for actinic keratosis in organ transplant recipients – a randomized controlled trial. *Br J Dermatol* 2015; 172: 467– 74.
- Togsverd-Bo K, Omland SH, Wulf HC et al. Primary prevention of skin dysplasia in renal transplant recipients with photodynamic therapy: a randomized controlled trial. *Am J Transplant* 2015; 15: 2986– 90.
- Togsverd-Bo K, Paasch U, Haak CS, Haedersdal M. Lesion dimensions following ablative fractional laser treatment in non-melanoma skin cancer and premalignant lesions. *Lasers Med Sci* 2012; 27: 675– 9.
- Togsverd-Bo K, Paasch U, Haak CS, Haedersdal M. Lesion dimensions following ablative fractional laser treatment in non-melanoma skin cancer and premalignant lesions. *Lasers Med Sci* 2012; 27: 675– 9.
- Town G, Ash C, Dierickx C et al. Guidelines on the safety of light-based home-use hair removal devices from the European Society for Laser Dermatology. *J Eur Acad Dermatol Venerol* 2012; 26: 799– 811.
- Town G, Ash C, Eadie E, Moseley H. Measuring key parameters of intense pulsed light (IPL) devices. *J Cosmet Laser Ther* 2007; 9: 148– 60.
- Town G, Ash C. Are home-use intense pulsed light (IPL) devices safe? *Lasers Med Sci* 2010; 25: 773– 80.
- Trehan M, Taylor CR. High-dose 308-nm excimer laser for the treatment of psoriasis. *J Am Acad Dermatol*. 2002;46(5):732–737. [PubMed] [Google Scholar]

Tremaine AM, Avram MM. FDA MAUDE data on complications with lasers, light sources, and energy-based devices. *Lasers Surg Med* 2015; 47: 133– 40.

Tretti Clementoni M, Lavagno R. A novel 1565 nm non-ablative fractional device for stretch marks: a preliminary report. *J Cosmet Laser Ther.* 2015;17(3):148–155. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

Troilius AM. Effective treatment of traumatic tattoos with a Q-switched Nd:YAG laser. *Lasers Surg Med.* 1998;22(2):103–108. [PubMed] [Google Scholar]

Tse Y, Levine VJ, McClain SA, Ashinoff R. The removal of cutaneous pigmented lesions with the Q-switched ruby laser and the Q-switched neodymium: yttrium-aluminum-garnet laser. A comparative study. *J Dermatol Surg Oncol.* 1994;20(12):795– 800. [PubMed] [Google Scholar]

Vano-Galvan S, Jaen P. Complications of nonphysician-supervised laser hair removal: case report and literature review. *Can Fam Physician* 2009; 55: 50– 2.

Wagner JA, Bodendorf MO, Grunewald S et al. Circular directed suction technique for ablative laser treatments. *Dermatol Surg* 2013; 39: 1184– 9.

Waibel J, Wulkan AJ, Lupo M, Beer K, Anderson RR. Treatment of burn scars with the 1,550 nm nonablative fractional Erbium laser. *Lasers Surg Med.* 2012;44(6):441– 446. [PubMed] [Google Scholar]

Waibel JS, Wulkan AJ, Shumaker PR. Treatment of hypertrophic scars using laser and laser assisted corticosteroid delivery. *Lasers Surg Med.* 2013;45(3):135–140.[PubMed] [Google Scholar]

Waldorf HA, Alster TS, McMillan K, Kauvar AN, Geronemus RG, Nelson JS. Effect of dynamic cooling on 585-nm pulsed dye laser treatment of port-wine stain birthmarks. *Dermatol Surg.* 1997;23(8):657–662. [PubMed] [Google Scholar]

Waldorf HA, Kauvar AN, Geronemus RG. Skin resurfacing of fine to deep rhytides using a char-free carbon dioxide laser in 47 patients. *Dermatol Surg.* 1995;21(11):940– 946. [PubMed] [Google Scholar]

Walgrave S, Jacobs MA, Kist D et al. Survey of regional laser centers: a Minnesota perspective. *Dermatol Surg* 2011; 37: 612– 8.

Walia S, Alster TS. Prolonged clinical and histologic effects from CO₂ laser resurfacing of atrophic acne scars. *Dermatol Surg.* 1999;25(12):926–930. [PubMed] [Google Scholar]

Wanner M, Tanzi EL, Alster TS. Fractional photothermolysis: treatment of facial and nonfacial cutaneous photodamage with a 1,550-nm erbium-doped fiber laser. *Dermatol Surg.* 2007;33(1):23–28. [PubMed] [Google Scholar]

Wat H, Wu DC, Rao J, Goldman MP. Application of intense pulsed light in the treatment of dermatologic disease: a systematic review. *Dermatol Surg.* 2014;40(4):359–377. [PubMed] [Google Scholar]

Weingold DH, White PF, Burton CS. Treatment of lymphangioma circumscriptum with tunable dye laser. *Cutis.* 1990;45(5):365–366. [PubMed] [Google Scholar]

Weiss MA, Hsu JT, Neuhaus I, Sadick NS, Duffy DM. Consensus for sclerotherapy. *Dermatol Surg.* 2014;40(12):1309–1318. [PubMed] [Google Scholar]

Weiss RA, Dover JS. Laser surgery of leg veins. *Dermatol Clin.* 2002;20(1):19–36. [PubMed] [Google Scholar]

Weiss RA, Weiss MA, Marwaha S, Harrington AC. Hair removal with a non-coherent filtered flashlamp intense pulsed light source. *Lasers Surg Med.* 1999;24(2):128–132. [PubMed] [Google Scholar]

Welsh JH, Schroeder TL, Levy ML. Granuloma faciale in a child successfully treated with the pulsed dye laser. *J Am Acad Dermatol.* 1999;41(2 Pt 2):351–353. [PubMed] [Google Scholar]

West TB, Alster TS. Comparison of the long-pulse dye (590–595 nm) and KTP (532 nm) lasers in the treatment of facial and leg telangiectasias. *Dermatol Surg.* 1998;24(2):221–226. [PubMed] [Google Scholar]

Wheeland RG, Applebaum J. Flashlamp-pumped pulsed dye laser therapy for poikiloderma of Civatte. *J Dermatol Surg Oncol.* 1990;16(1):12–16. [PubMed] [Google Scholar]

Wiegell SR, Fabricius S, Gniadecka M et al. Daylight-mediated photodynamic therapy of moderate to thick actinic keratoses of the face and scalp – a randomized multicentre study. *Br J Dermatol* 2012; 166: 1327– 32.

Wiegell SR, Fabricius S, Stender IM et al. A randomized, multicentre study of directed daylight exposure times of 1(1/2) vs. 2(1/2) h in daylight-mediated photodynamic therapy with methyl aminolaevulinate in patients with multiple thin actinic keratoses of the face and scalp. *Br J Dermatol* 2011; 164: 1083– 90.

Wiley Online Library CAS PubMed Google Scholar

Willey A, Anderson RR, Azpiazu JL et al. Complications of laserdermatologic surgery. *Lasers Surg Med* 2006; 38: 1– 15.

Wollina U. Ablative erbium:YAG laser treatment of idiopathic chronic inflammatory non-cicatricial balanoposthitis (Zoon's disease) – a series of 20 patients with long- term outcome. *J Cosmet Laser Ther.* 2010;12(3):120–123. [PubMed] [Google Scholar]

Zelickson Z, Schram S, Zelickson B. Complications in cosmetic laser surgery: a review of 494 Food and Drug Administration Manufacturer and User Facility Device Experience Reports. *Dermatol Surg* 2014; 40: 378– 82.