
**42ο ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ ΔΕΡΜΑΤΟΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ LASER ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΔΕΡΜΑΤΟΛΟΓΙΑ**

Ιστορία και εξέλιξη

History and evolution

ΠΕΡΙΛΗΨΗ Στη σημερινή εποχή, οι εφαρμογές των συσκευών Laser αυξάνονται διαρκώς και το Laser αποτελεί ένα εξαιρετικό όπλο στα χέρια του κάθε δερματοχειρουργού, αρκεί να ξέρει να το χρησιμοποιεί σωστά. Τα μηχανήματα αυτά υπάρχουν εδώ και δεκαετίες αλλά σήμερα αυξάνονται διαρκώς οι τομείς στους οποίους μπορούν να εφαρμοστούν. Στην παρούσα εργασία, περιγράφονται η ιστορία και η εξέλιξη των συσκευών laser και των πολυχρωματικών πηγών ενέργειας (PCL), οι τύποι αλληλεπίδρασης μεταξύ ακτινών και ιστών-στόχων, η δομή ενός laser μακρού παλμού (long-pulse laser) και οι ενδείξεις επιλεκτικής και εκτεταμένης επιλεκτικής φωτοθερμόλυσης. Επιπλέον, γίνεται αναφορά στα επιφανειακά μέσα ψύξης, στις αρχές λειτουργίας και στις εφαρμογές των laser και PCL στη χειρουργική δέρματος. Αναλύονται οι προδιαγραφές των εργασιακών χώρων με laser-PCL, οι κανόνες ασφαλείας που πρέπει να τηρούνται, η προκαθορισμένη διαδικασία που πρέπει να ακολουθείται στους χώρους αυτούς και η διαδικασία ελέγχου της εισόδου στον εργασιακό χώρο. Τέλος, γίνεται αναφορά στην εκπαίδευση και στο χρόνο εκμάθησης και εφαρμογής των κανόνων ασφαλείας των φορέων υγείας, καθώς και στα συχνά λάθη που γίνονται στους χώρους εγκατάστασης laser-PCL και αφορούν την εφαρμογή των πρωτοκόλλων ασφαλείας.

Λέξεις κλειδιά: Laser, πολυχρωματικές πηγές ενέργειας (PCL), αλληλεπίδραση ακτινών και ιστών-στόχων, επιλεκτική και εκτεταμένη επιλεκτική φωτοθερμόλυση, προδιαγραφές των εργασιακών χώρων με laser-PCL, πρωτόκολλα ασφαλείας.

PROF. LEONARDO MARINI M.D.

Skin Doctors' Center, Trieste, Italy

Tel.: 00390405199674

Fax: 00390405199671

E-mail: segretaria@skindoctors.it

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:

ΠΕΤΣΑ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ¹

ΣΤΑΜΑΤΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ¹

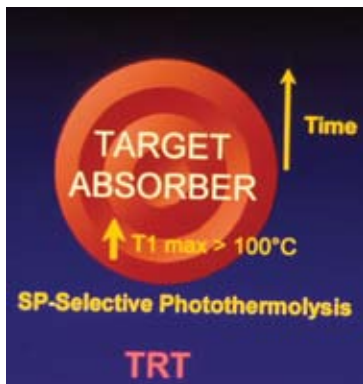
ΠΟΛΥΖΩΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ²

¹Ιατρός

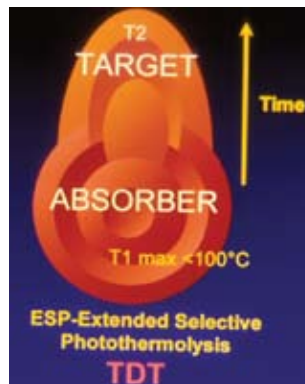
²Φοιτητής Ιατρικής

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

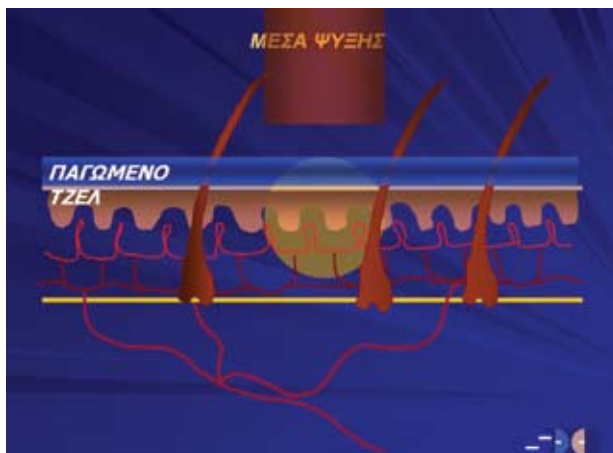
Στη σύγχρονη εποχή, ο κάθε δερματοχειρουργός έχει στη διάθεσή του ένα σημαντικό αριθμό μηχανημάτων, όπως τα laser και οι πολυχρωματικές πηγές ενέργειας. Κάνοντας μία αναδρομή στην ιστορία τους, βλέπουμε ότι τόσο τα laser όσο και οι πολυχρωματικές πηγές ενέργειας υπάρχουν εδώ και δεκαετίες. Αυτό που συμβαίνει ωστόσο, και αποτελούν σήμερα πόλο έλξης για τον επιστημονικό κόσμο, είναι ότι ο αριθμός των εφαρμογών τους έχει αυξηθεί σημαντικά. Σαν αποτέλεσμα, πολλές παθήσεις, που δεν είχαν θεραπεία ή που για τη θεραπεία τους απαιτούνταν φαρμακευτική ή/και χειρουργική αποκατάσταση, σήμερα να αντιμετωπίζονται με ένα γρήγορο, αναίμακτο και αποτελεσματικό τρόπο.



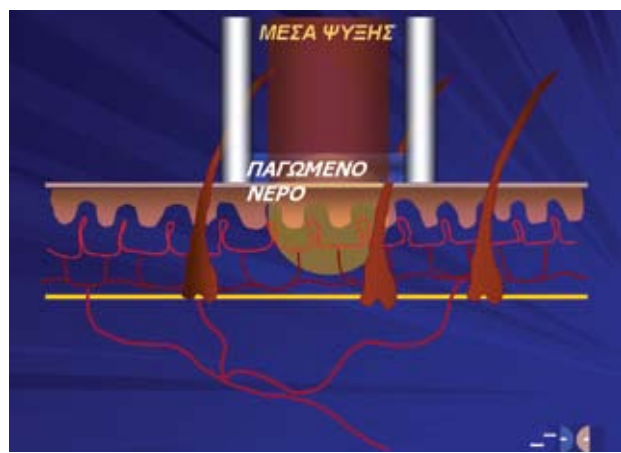
Εικόνα 1. Η επιλεκτική φωτοθερμόλυση (SR-Selective Photothermolysis).



Εικόνα 2. Η εκτεταμένη επιλεκτική φωτοθερμόλυση (ESP-Extended Selective Photothermolysis).



Εικόνα 3. Η εφαρμογή παγωμένου τζελ ως μέσου ψύξης.



Εικόνα 4. Η εφαρμογή παγωμένου νερού ως μέσου ψύξης.

ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ

Αναλυτικά, παρατίθενται οι ημερομηνίες-ορόσημα στην εξέλιξη των lasers:

- Το 1960: κατασκευάστηκε το laser ρουβινίου (ruby laser) από τον Thodore H. Maiman στις Η.Π.Α. (Hughes Aircraft Research Lab U.S.A.).
- Το 1962: κατασκευάστηκε το laser αργού (argon laser) από τον William B. Bridges στις Η.Π.Α. (Hughes Aircraft Research Lab U.S.A.).
- Το 1964: κατασκευάστηκε το laser διοξειδίου του άνθρακα (CO₂ laser) από τον Kumar Patel στις Η.Π.Α.
- Το 1968: κατασκευάστηκε το Nd: YAG laser (neodymium-doped yttrium aluminium garnet) από τον Leon Goldman στις Η.Π.Α.
- Το 1969: κατασκευάστηκε το laser χρωστικής με λάμπα παλμικού φάσματος (Flash Pumped Dye Laser) από τον Horace Furumoto στις Η.Π.Α.
- Το 1970: χρησιμοποιήθηκαν laser διόδου (diode

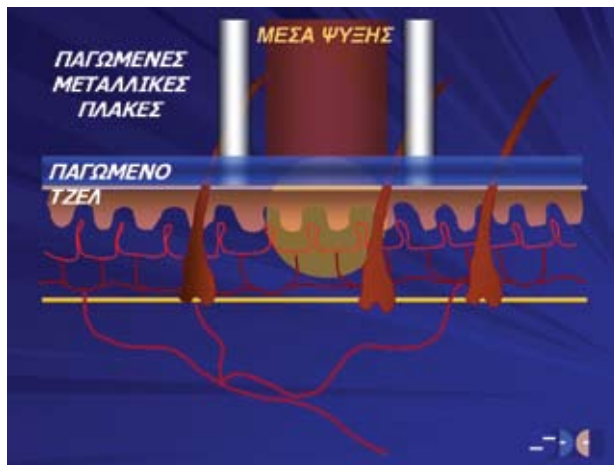
laser).

- Το 1976: χρησιμοποιήθηκε το πολυχρωματικό υπέρυθρο φως (polychromatic infrared light).
- Το 1983: εφαρμόστηκε η θεωρία της επιλεκτικής φωτοθερμόλυσης από τον Rox Anderson και τον John Parrish στο Παρίσι.
- Το 2001: εφαρμόστηκε η εκτεταμένη θεωρία της επιλεκτικής φωτοθερμόλυσης από τον Rox Anderson και τους συνεργάτες του.

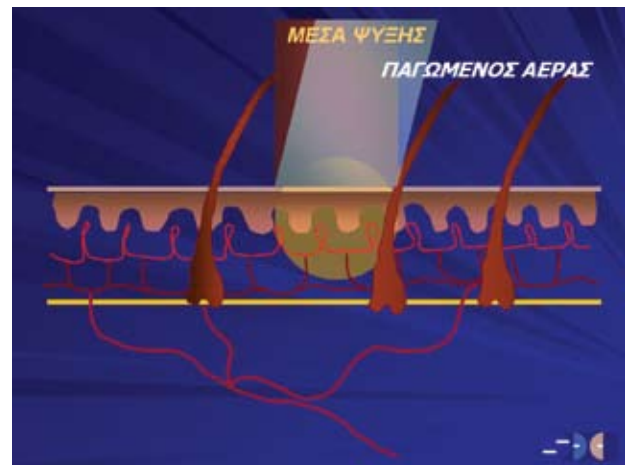
ΤΥΠΟΙ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΑΚΤΙΝΩΝ-ΣΤΟΧΩΝ

Οι δύο τύποι αλληλεπίδρασης των ακτίνων-στόχων είναι:

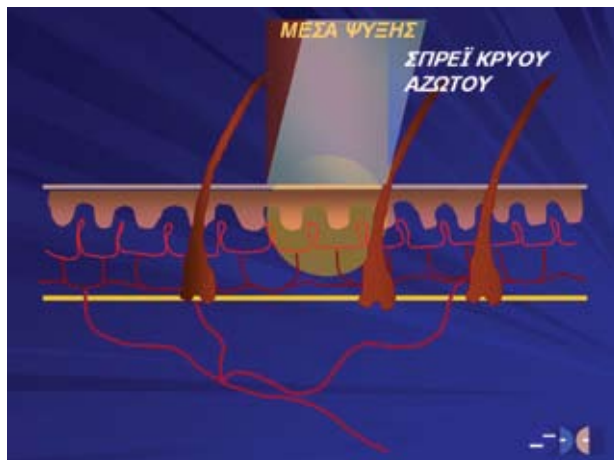
- 1) η επιλεκτική φωτοθερμόλυση (SP-Selective Photothermolysis), όπως φαίνεται στην εικόνα 1 και
- 2) η εκτεταμένη επιλεκτική φωτοθερμόλυση (ESP-Extended Selective Photothermolysis), όπως φαίνεται στην εικόνα 2.



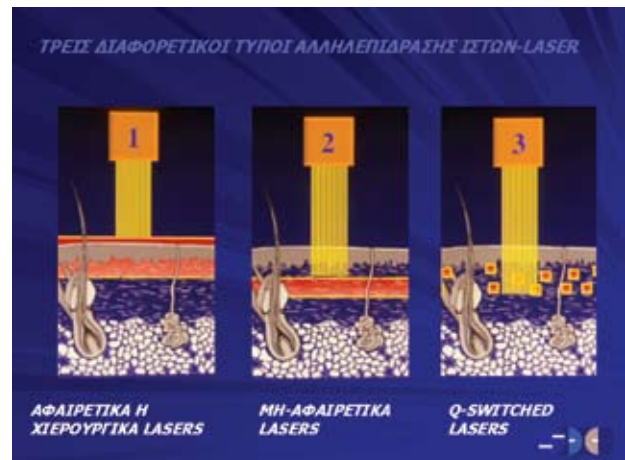
Εικόνα 5. Η εφαρμογή παγωμένων μεταλλικών πιακών (peltier) ως μέσου ψύξης.



Εικόνα 6. Η εφαρμογή παγωμένου αέρα ως μέσου ψύξης.



Εικόνα 7. Η εφαρμογή σπρέϊ κρύου αζώτου ως μέσου ψύξης.



Εικόνα 8. Οι τρεις τύποι αλληλεπίδρασης ιστών και laser.

ΔΟΜΗ ΕΝΟΣ LASER ΜΑΚΡΟΥ ΠΑΛΜΟΥ (LONG-PULSE LASER)

Ένα laser μακρού παλμού αποτελείται από:

- 1) έναν υπο-παλμό,
- 2) ένα διάστημα ενδιάμεσου υπο-παλμού ή ελαφρώς μεγαλύτερο σε διάρκεια από το χρόνο θερμικής χαλάρωσης της πηγής θερμότητας (αφορά στατικούς στόχους),
- 3) έναν υπο-παλμό,
- 4) ένα διάστημα ενδιάμεσου υπο-παλμού ή ελαφρώς μεγαλύτερο σε διάρκεια από το χρόνο θερμικής χαλάρωσης της πηγής θερμότητας (αφορά δυνα-

μικούς στόχους) και
5) έναν υπο-παλμό.

ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΗΣ (SR) ΚΑΙ ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΗΣ ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΗΣ ΦΩΤΟΘΕΡΜΟΛΥΣΗΣ

Όταν ο στόχος χαρακτηρίζεται από μία συγκεκριμένη ομάδα χρωμοφόρων και επιπλέον είναι μικρός και σταθερός, τότε η ιδανική επιλογή είναι η επιλεκτική φωτοθερμόλυση (SP). Αντίθετα, όταν ο στόχος δε χαρακτηρίζεται από μία συγκεκριμένη ομάδα, είναι σχετικά μεγάλος και πολύπλοκος, τότε η επιλογή που ενδείκνυται είναι η εκτεταμένη επιλεκτική φωτοθερμόλυση (ESP).



Εικόνα 9. Πολλαπλές διαδοχικές εφαρμογές μονοχρωματικών και πολυχρωματικών παλμών ποικίλων μηκών κύματος.



Εικόνα 10. Μονοχρωματικό επαγγελματικό tattoo: Q-S 1064 nm Tx.



Εικόνα 11. Εφαρμογή του laser για την αφαίρεση ηλιακών φακίδων: CALM: Q-S 532 nm LASER TX.

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΜΕΣΑ ΨΥΞΗΣ

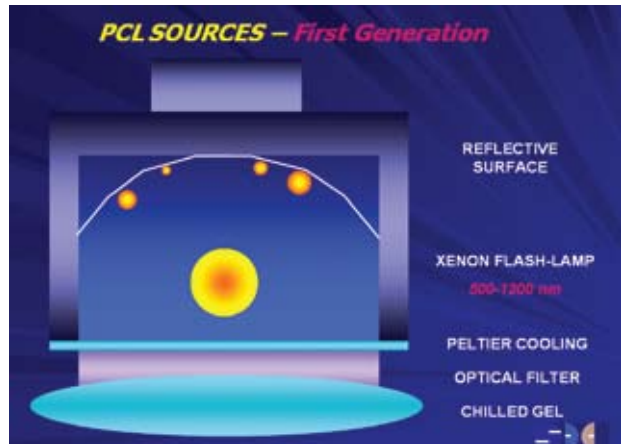
Τα μέσα ψύξης χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: σε αυτά που έρχονται σε επαφή με το δέρμα και σε αυτά που δεν έρχονται.

Τα μέσα ψύξης που έρχονται σε επαφή με το δέρμα είναι:

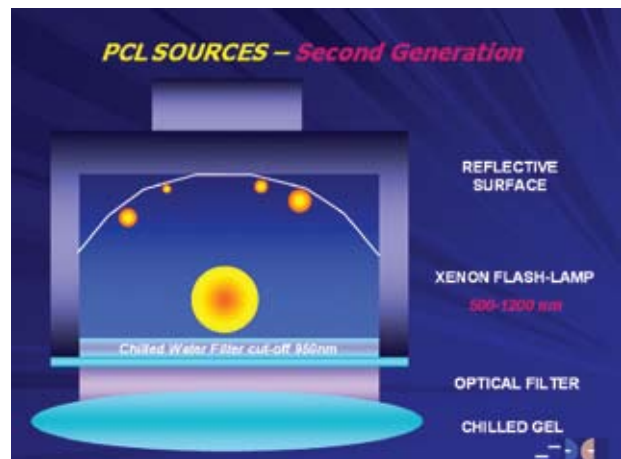
- 1) το παγωμένο (3-4° C) οπτικό διαφανές τζελ (εικόνα 3),
- 2) το παγωμένο νερό οπτικά διαφανές (εικόνα 4) και
- 3) οι παγωμένες (2-4° C) μεταλλικές πλάκες (peltier-εικόνα 5) και

Τα μέσα ψύξης που δεν έρχονται σε επαφή με το δέρμα είναι:

- α) ο παγωμένος αέρας (εικόνα 6),



Εικόνα 12. Πολυχρωματικές πηγές ενέργειας πρώτης γενιάς (PCL sources-first generation).



Εικόνα 13. Πολυχρωματικές πηγές ενέργειας δεύτερης γενιάς (PCL sources-second generation).

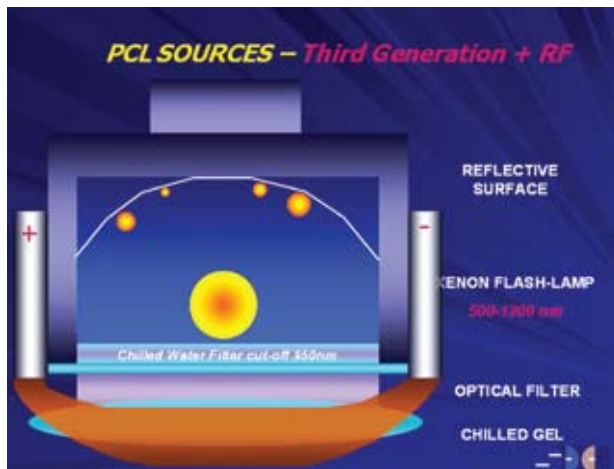
- β) η εκπομπή κρύου αζώτου υπό μορφή σπρέι πριν την εφαρμογή του laser (εικόνα 7) και
- γ) το δυναμικό σπρέι υγρού αζώτου.

ΤΥΠΟΙ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΙΣΤΩΝ ΚΑΙ LASER

Κατά την εφαρμογή του laser, οι ιστοί αλληλεπιδρούν με το laser. Τα lasers χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- I) τα αφαιρετικά ή χειρουργικά lasers,
- II) τα μη-αφαιρετικά lasers και
- III) τα Q-Switched lasers.

Έτσι λοιπόν, ανάλογα με τον τύπο του laser που εφαρμόζεται, προκύπτουν και οι τρεις τύποι της αλληλεπίδρασης ιστού και laser, όπως ακριβώς φαίνονται στην εικόνα 8.



Εικόνα 14. Πολυχρωματικές πηγές ενέργειας τρίτης γενιάς και ραδιοσυχνότητες (PCL sources-third generation & RF).



Εικόνα 15. Μη-χειρουργική κοσμητική αναδόμηση με πολυχρωματικές πηγές ενέργειας (non-ablative PCL cosmetic remodeling, predominantly type 1-moderately type 2).



Εικόνα 16. Ποικιλόδερμα του Civatte και φωτογήρανση (poikiloderma of Civatte & photoaging: PCL TX).



Εικόνα 17. Απολέπιση με φως-Ανάπλαση (photopeel-rejuvenation, PCL+TCA-one session).



Εικόνα 18. Απολέπιση με φως και RF-ανάπλαση (photopeel + RF-rejuvenation, PCL RF + TCA-one session).

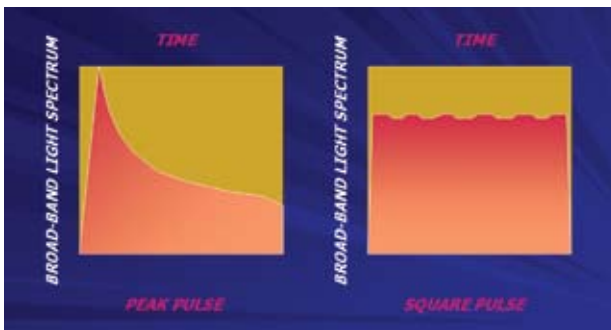
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΦΑΙΡΕΤΙΚΩΝ Η ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΩΝ LASERS

Το αφαιρετικό ή χειρουργικό laser μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε για κοσμητικές επεμβάσεις, είτε για επανορθωτικές και τέλος θεραπευτικές επεμβάσεις στο δέρμα. Στην εικόνα 9, βλέπουμε τη βελτίωση στην εικόνα του προσώπου μετά από πολλαπλές διαδοχικές εφαρμογές μονοχρωματικών και πολυχρωματικών παλμών ποικίλων μηκών κύματος. Το ίδιο αποτέλεσμα βλέπουμε και στις εικόνες 10 και 11, όπου το laser εφαρμόζεται για την αφαίρεση τατουάζ και των ηλιακών φακίδων αντίστοιχα.

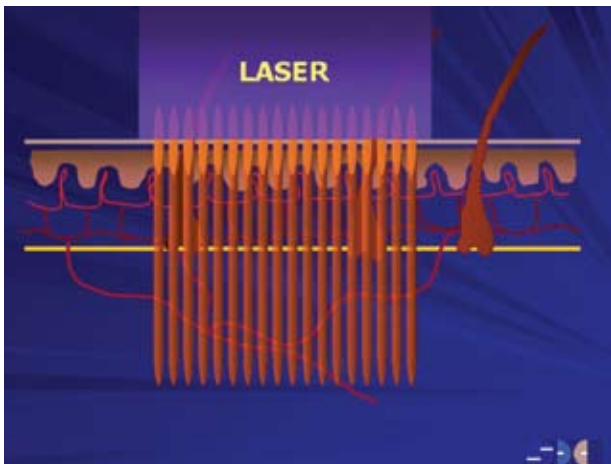
ΠΟΛΥΧΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (PCL)

Οι πολυχρωματικές πηγές ενέργειας (PCL) κατατάσσονται σε τρεις γενιές, ανάλογα με τα συστατικά από τα οποία αποτελούνται. Έτσι, έχουμε τις πολυχρωματικές πηγές πρώτης γενιάς (εικόνα 12) που αποτελούνται από: 1) μία ανακλαστική επιφάνεια (reflective surface), 2) μία λάμπα (xenon flash-lamp 500-1200 nm), 3) ένα ψυκτικό μέσο (peltier cooling), 4) ένα οπτικό φίλτρο (optical filter) και 5) ένα παγωμένο τζελ.

Οι πολυχρωματικές πηγές ενέργειας δεύτερης γενιάς είναι ίδιες με αυτές της πρώτης γενιάς αλλά διαθέτουν



Διάγραμμα 1. Φαίνονται τα καλύτερα και περισσότερα αξιόπιστα κλινικά αποτελέσματα των πολυχρωματικών πηγών ενέργειας ευρέος φάσματος ανάλογα με τον τύπο του παλμού που θα χρησιμοποιηθεί.



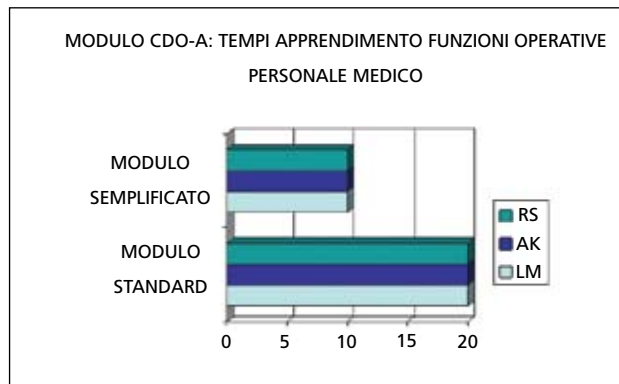
Εικόνα 19. Το laser που χρησιμοποιείται στο μη-χειρουργικό κλασματικό (fractional) surfacing (trade name: RELIANT-FRAXEL SR LASER, TX source: 1550nm ERBIUM-DOPED FIBER LASER).

επιπλέον ένα φίλτρο παγωμένου νερού (chilled water filter cut-off 950 nm) στη θέση που στις πολυχρωματικές πηγές ενέργειας υπήρχε το ψυκτικό μέσο (peltier cooling-εικόνα 13).

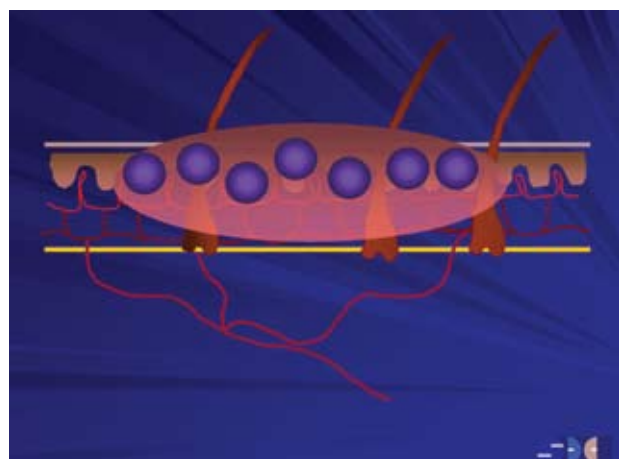
Τέλος, οι πολυχρωματικές πηγές ενέργειας τρίτης γενιάς είναι παρόμοιες με τις πηγές δεύτερης γενιάς μόνο που επιπλέον έχουν ραδιοσυχνότητες (RF-εικόνα 14).

ΠΟΛΥΧΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΕΥΡΕΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ

Οι πολυχρωματικές συσκευές ευρέος φάσματος



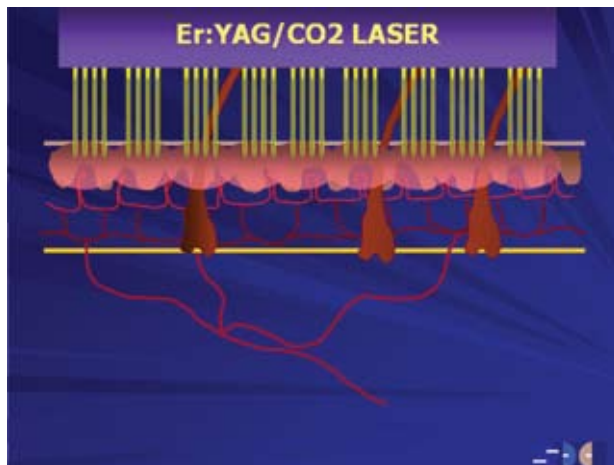
Διάγραμμα 2. Χρόνοι εκμάθησης σε γιατρούς όσον αφορά τη στάνταρ διαδικασία ή την απλοποιημένη διαδικασία για την είσοδο σε χώρους εγκατάστασης laser-PCL.



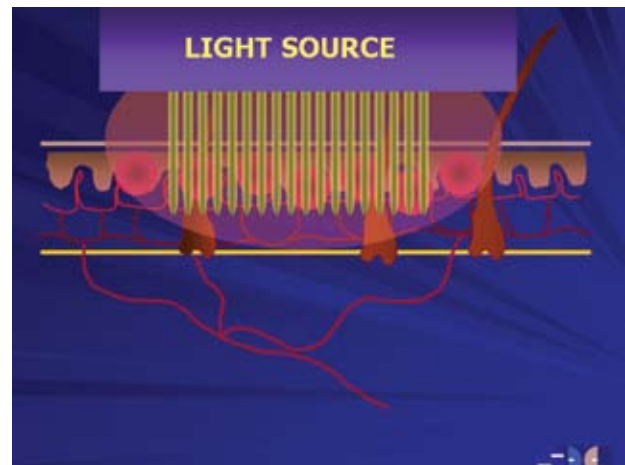
Εικόνα 20. Το laser που χρησιμοποιείται στην αναγέννηση δέρματος με plasma-kinetic (trade name: rytech-PLASMAKINETIC CONTROLLED TISSUE THERMOLYSIS-BIOMODULATION, TX source: HIGH FREQUENCY ELECTRIC CURRENT).

(BROAD BAND POLYCHROMATIC LIGHT SOURCES) είναι εξειδικευμένες τεχνολογικές συσκευές που παράγουν τη μέγιστη δυνατή ομοιόμορφη εκπομπή φωτός ευρέος φάσματος από λάμπες παλμικού φωτός από ξένιο (xenon flash lamps). Αν συνδυαστούν με περισσότερο αποτελεσματική ενεργειακή σταθερότητα, μέσω των λεπτών παλμών, δείχνουν καλύτερα και περισσότερο αξιόπιστα κλινικά αποτελέσματα.

Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα 1, όταν χρησιμοποιηθεί φως ευρέος φάσματος (broad-band light spectrum) παίζει σημαντικό ρόλο και ο παλμός που θα χρησιμοποιηθεί. Αν ο παλμός είναι υψηλός (peak pulse),



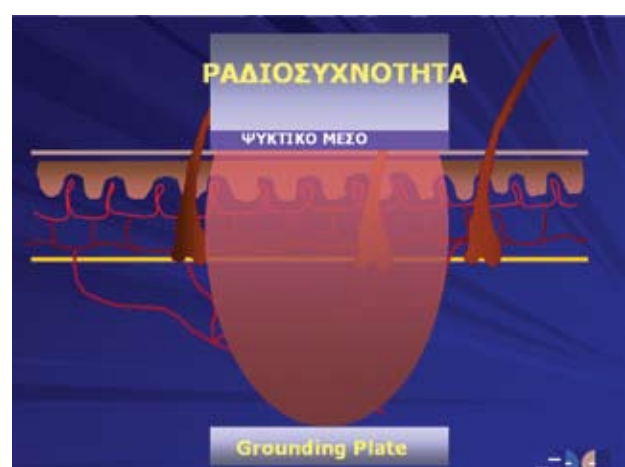
Εικόνα 21. Μικρο-χειρουργικά κλασματικά lasers (trade name: FOTONA, WAVELIGHT, PALOMAR, DDD, LASER-ING, LUMENIS, TX source: Er:YAG 2940 nm; Er:YSGG 2790nm laser/CO₂ 10600 nm laser).



Εικόνα 22. Το laser που χρησιμοποιείται σε ALA-PDT φωτοανάνεωση (trade name: DDD, DEKA, PALOMAR, SYNERON, LUMENIS, TX source: SHORT CONTACT 5-ALA (30'-60')-INTERMEDIATE CONTACT COMBINED WITH CW LIGHT SOURCES or PCL).



Εικόνα 23. Ο τρόπος που επιδρά το φως μέσω του υπερωσμωτικού χημικού παράγοντα και ποιοι είναι αυτοί οι παράγοντες.



Εικόνα 24. Συστήματα μονοπολικών ραδιοσυχνοτήτων (prototype trade name: THERMAGE-THERMA-COOL, TX source: RADIOFREQUENCY ELECTRIC CURRENT-MONOPOLAR MODE).

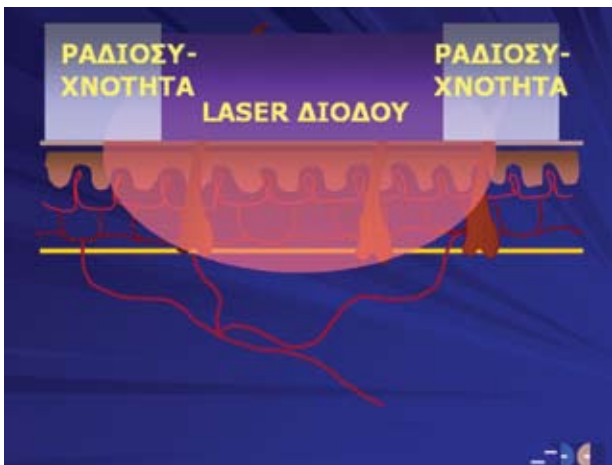
τότε, με την πάροδο του χρόνου, η δράση του φωτός εξασθενεί. Ενώ, κάτι τέτοιο δεν ισχύει στην περίπτωση του square pulse όπου η έκπτωση της δράσης του φωτός είναι πολύ μικρότερη. Έτσι, επιτυγχάνουμε καλύτερα κλινικά αποτελέσματα, ακόμα και με μία μόνο εφαρμογή του laser. Αποτέλεσμα της συγκεκριμένης εφαρμογής φαίνονται στις εικόνες 15, 16, 17 και 18.

ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ LASERS

Ακολουθώντας, αναλύονται οι αρχές λειτουργίας και οι

εφαρμογές των διαφόρων τύπων lasers:

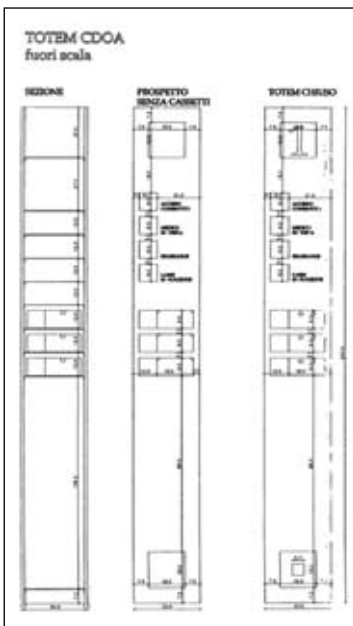
- 1) Μη-χειρουργικό fractional resurfacing
 - 2) Πλάσματο-κινητική αναγέννηση δέρματος (plasma-kinetic)
 - 3) Μικρο-αφαιρετικά χειρουργικά fractional lasers
 - 4) ALA-PDT φωτοανάνεωση
 - 5) Χρήσεις φωτός
 - 6) Συστήματα μονοπολικών ραδιοσυχνοτήτων
 - 7) Συστήματα laser διπολικών ραδιοσυχνοτήτων
- Το μη-χειρουργικό fractional resurfacing στηρίζεται



Εικόνα 25. Συστήματα laser διπολικών ραδιοσυχνοτήτων.



Εικόνα 26. Η κάτοψη ενός σωστά προστατευμένου και ασφαούς χώρου laser.



Εικόνα 27. Προδιαγραφές εξωτερικού περιβάλλοντος.

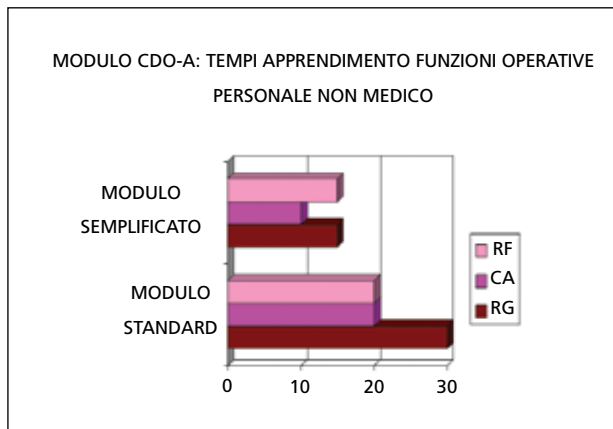


Εικόνα 28. Εξειδικευμένος εξοπλισμός, όπως προστατευτικά γυαλιά, πρέπει να χρησιμοποιούνται στους χώρους laser.

στην ελεγχόμενη (σε βάθος και ένταση) απόπτωση κωνοειδών θερμικών ζωνών. Ταυτόχρονα, διατηρούνται οι περιφερικοί ιστοί, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την εποήλωση χωρίς ουλές και τη σύσφιξη των ιστών που θα επακολουθήσουν. Οι συνιστώμενες κλινικές επιδράσεις αφορούν την εφαρμογή του στα ακόλουθα: στη σύσφιξη του δέρματος, στη βελτίωση των ουλών, στην απομάκρυνση του χλοάσματος και στις ραβδώσεις cutis distensae (Striae Distensae Cutis-εικόνα 19).

Η πλάσματο-κινητική αναγέννηση δέρματος (plasma-kinetic) στηρίζεται στο να ελέγχεται η επιφανειακή και η βαθιά απόπτωση ή βιολογική διέγερση του ιστού μέσα από την παραγωγή πλάσματος. Οι κλινικές οντότητες στις οποίες συνίσταται είναι: το επιδερμικό surfacing και η σύσφιξη του δέρματος (εικόνα 20).

Όσον αφορά τα μικρο-αφαιρετικά χειρουργικά κλασματικά lasers, η λειτουργία τους στηρίζεται στην ελεγχόμενη επιφανειακή απόπτωση και βιολογική διέγερση των ιστών μέσω φωτοθερμικής επίδρασης



Διάγραμμα 3. Χρόνοι εκμάθησης σε νοσοκόμες όσον αφορά τη σπάνταρ διαδικασία ή την απλοποιημένη διαδικασία για την είσοδο σε χώρους εγκατάστασης laser-PCL.



Εικόνα 29. Αυτόματες συρόμενες πόρτες, ένας τρόπος για να διασφαλίζεται η ασφάλεια του χώρου.

πάνω τους. Χρησιμοποιείται κυρίως σε επιδερμική φωτοεξαίρεση και σύσφιξη δέρματος (εικόνα 21).

Στην ALA-PDT φωτοανένεωση, η λειτουργία των lasers στηρίζεται στην ελεγχόμενη επιφανειακή απόπτωση ή βιολογική διέγερση των ιστών μέσω φωτοβιολογικών επιδράσεων. Χρησιμοποιείται κυρίως σε καθαρισμό της επιδερμίδας και σε σύσφιξη του δέρματος (εικόνα 22).

Σχετικά με τον οπτικό καθαρισμό, η αρχή στην οποία στηρίζεται αφορά τη χρησιμοποίηση υπερωσμητικών χημικών παραγόντων, οι οποίοι όταν εφαρμοστούν τοπικά, μπορούν να αλληλεπιδράσουν θετικά με τη διαφορά που υπάρχει στον διαθλαστικό δείκτη ανάμεσα στο νερό και στο κολλογόνο. Αυτή η αλληλεπίδραση τα καθιστά λιγότερο δυνατά και κατά αυτόν τον τρόπο διευκολύνεται και αυξάνεται η διείσδυση του φωτός, η οποία είναι εξίσου καλή με τις φωτοθερμικές ή φωτοβιολογικές επιδράσεις και συγχρόνως είναι πιθανόν να έχει και λιγότερες παρενέργειες (εικόνα 23).

Στα συστήματα μονοπολικών ραδιοσυχνοτήτων, η αρχή λειτουργίας τους αφορά την επιφανειακή αήλη και τη βαθύτερη ηλεκτροθερμική απόπτωση ή βιολογική διέγερση των ιστών. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω μίας ομοιόμορφης κατανομής της ενέργειας κατά μήκος όλης της επιφάνειας του ηλεκτροδίου, το οποίο είναι υπεύθυνο για την ογκομετρική θέρμανση του ιστού. Συνίστανται κυρίως σε σύσφιξη δέρματος

(εικόνα 24).

Τέλος, όσον αφορά τα συστήματα lasers διπολικών ραδιοσυχνοτήτων, η λειτουργία τους στηρίζεται στην ελεγχόμενη επιφανειακή αήλη και στη βαθύτερη ηλεκτρο-οπτική θερμική απόπτωση ή βιολογική διέγερση των ιστών (ELOS technology: ELectro Optical Synergy). Και αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούνται στη σύσφιξη του δέρματος (εικόνα 25).

Η ελεγχόμενη θέρμανση ενός ιστού είναι το κλειδί για τη βελτίωση της χαλαρότητας του δέρματος και επιτυγχάνεται με την εφαρμογή των ακόλουθων τεχνικών:

- α) συστήματα μονοπολικών ραδιοσυχνοτήτων,
- β) συστήματα laser διπολικών ραδιοσυχνοτήτων,
- γ) laser υπερύθρων-συμβατικής ή κλασματικής τεχνολογίας,
- δ) υπέρυθρα φώτα-συμβατικής ή κλασματικής τεχνολογίας και
- ε) συνδυασμό των παραπάνω τεχνολογιών.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ LASER ΚΑΙ PCL ΣΤΗ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΔΕΡΜΑΤΟΣ

A) Μη διηθητικές

- Φωτοπηξία (εξωτερική προσέγγιση)
- Φωτοανένεωση (IR LASERS, PCL, PCL+RF)
- Φωτοαποτρίχωση
- Φωτο-βιορύθμιση (ακμή, λεύκη, ψωρίαση)



Εικόνα 30. Μαγνητικό σύστημα κλειδώματος της πόρτας προκειμένου να είναι ασφαλής ο χώρος λειτουργίας του laser.



Εικόνα 31. Ο πίνακας ελέγχου στο εσωτερικό ενός εργασιακού χώρου laser-PCL.

Β) Μικροδινθητικές

- Q-S υπερεκλεκτική φωτοαποδόμηση
- Μη διηθητική λειτουργική αναδόμηση
- Er:YAG/CO₂ laser μικροδινθητική φωτοεξάρθρωση

Γ) Μακροδινθητικές

- CO₂/Er:YAG laser deep resurfacing
- Φωτοπηξία (εσωτερική προσέγγιση)

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΑΣΙΑΚΩΝ ΧΩΡΩΝ ΜΕ LASER-PCL

Ένα μοντέρνο δερματολογικό περιβάλλον πρέπει να παρέχει τον κατάλληλο χώρο για έναν αξιόλογο αριθμό συσκευών υψηλής τεχνολογίας. Τέτοιες συσκευές είναι τα laser, οι πολυχρωματικές πηγές ενέργειας (PCL) και οι ραδιοσυχνότητες.

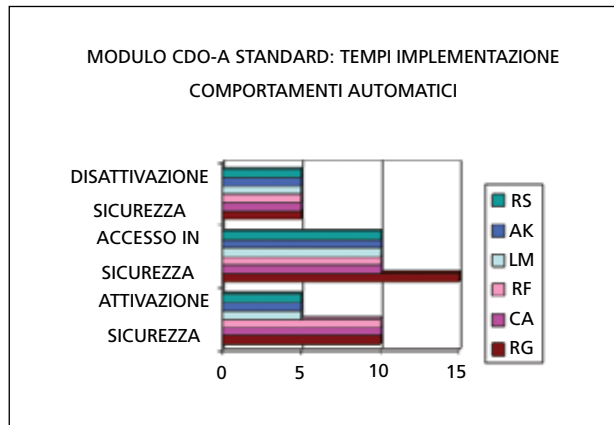
Ωστόσο, το συγκεκριμένο περιβάλλον οφείλει να πληροί συγκεκριμένες προδιαγραφές. Όσον αφορά την εκτέλεση μη-δινθητικών ή μικροδινθητικών εφαρμογών, απαιτούνται απλές διαπιστευμένες ιατρικές εγκαταστάσεις. Ενώ, όταν πρόκειται για χώρους όπου θα εκτελεστούν μακροδινθητικές εφαρμογές, πρέπει να υπάρχει διαπίστευση για χειρουργικές εγκαταστάσεις.

ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟΥΣ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΜΕ LASER-PCL

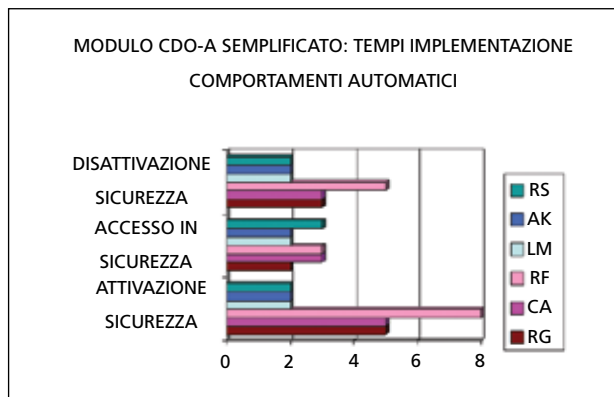
Σε όλους τους εργασιακούς χώρους που διαθέτουν συσκευές lasers και PCL, το πιο σημαντικό ζήτημα είναι

η διασφάλιση της ασφάλειας των εφαρμογών. Αυτή η ασφάλεια αφορά τέσσερις παράγοντες, οι οποίοι είναι οι ασθενείς, το προσωπικό που χειρίζεται τις συγκεκριμένες συσκευές, το εξωτερικό περιβάλλον και τέλος το εσωτερικό περιβάλλον (δηλαδή το χώρο όπου γίνονται οι συγκεκριμένες εφαρμογές).

Η ασφάλεια βασίζεται σε πρωτόκολλα τα οποία χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τα ενεργά και τα παθητικά. Τα ενεργά πρωτόκολλα ασφαλείας, όσον αφορά τους φορείς υγείας οφείλουν να κατανοούν τις οδηγίες, να μάθουν πώς να χειρίζονται τα μηχανήματα και να τηρούν αυστηρά τα πρωτόκολλα ασφαλείας του κάθε μηχανήματος. Από την πλευρά τους, οι ασθενείς οφείλουν να κατανοούν οδηγίες και να διατηρούν τα προστατευτικά μέσα στη θέση τους. Το εσωτερικό περιβάλλον πρέπει να αποτρέπει την είσοδο χωρίς προστασία ενώ το εξωτερικό περιβάλλον οφείλει να αποτρέπει την τυχαία διαφυγή φωτός εκτός των χώρων. Τα παθητικά πρωτόκολλα ασφαλείας, από την πλευρά των φορέων υγείας, απαιτούν αυτοί οι τελευταίοι να φορούν προστατευτικές μάσκες προσώπου και συγχρόνως να ελέγχουν την είσοδο στο χώρο του laser. Οι ασθενείς οφείλουν να προσέχουν τις προειδοποιητικές πινακίδες και τα σήματα με τα φώτα, να διακόπτουν την ηλεκτρική παροχή ρεύματος σε περίπτωση που ανοίξει η πόρτα ενώ δεν είναι εγκεκριμένη η είσοδος (δηλαδή η πόρτα πρέπει να έχει ένα σύστημα κλειδώματος), να φορούν πάντα τα κατάλληλα προστατευτικά μέσα στα μάτια, στο δέρμα και τα δόντια και τέλος να αποφεύγουν την εισπνοή αερίων και την ανάφλεξη. Το εσωτερικό περιβάλλον οφείλει να διατηρεί πάντα τα προστατευτικά ρούχα ασφαλή ενώ το



Διάγραμμα 4. Ο χρόνος προσαρμογής που χρειάζεται το προσωπικό που παρέχει τις ιατρικές υπηρεσίες στη στάνταρ διαδικασία εκμάθησης, προκειμένου να ενεργοποιήσει κάποιους τυποποιημένους αυτοματισμούς στη συμπεριφορά του.



Διάγραμμα 5. Ο χρόνος προσαρμογής που χρειάζεται το προσωπικό που παρέχει τις ιατρικές υπηρεσίες στην ηλεκτρονικά απλοποιημένη μορφή εκμάθησης, προκειμένου να ενεργοποιήσει κάποιους τυποποιημένους αυτοματισμούς στη συμπεριφορά του.

εξωτερικό να διαθέτει αδιαφανή γυαλιά στα παράθυρα και να ελέγχουν το κλείσιμο των παραθύρων. Στην εικόνα 26, φαίνεται η κάτοψη ενός σωστά προστατευμένου και ασφαλούς χώρου laser.

Συμπεραίνουμε λοιπόν, ότι πρέπει να υπάρχουν συγκεκριμένες οδηγίες όσον αφορά τον κάθε τομέα ασφάλειας. Για παράδειγμα, στο εξωτερικό περιβάλλον πρέπει οι χώροι όπου εφαρμόζονται τα laser να έχουν συγκεκριμένες προδιαγραφές (εικόνα 27). Επιπλέον, στους χώρους αυτούς πρέπει να υπάρχει και εξειδικευμένος εξοπλισμός, όπως τα γυαλιά που φαίνονται στην εικόνα 28. Η είσοδος στους χώρους αυτούς πρέπει να γίνεται με αυτόματες



Εικόνα 32. Ανεύρεση και τοποθέτηση του κατάλληλου προστατευτικού εξοπλισμού στον εξωτερικό χώρο.

συρόμενες πόρτες (εικόνα 29) ή με μαγνητικό σύστημα κλειδώματος της πόρτας (εικόνα 30).

ΠΡΟΚΑΘΟΡΙΣΜΕΝΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΑΚΟΛΟΥΘΕΙΤΑΙ ΣΕ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΜΕ LASER-PCL

- 1) Άνοιγμα της πόρτας (από το γιατρό)
- 2) Κλείδωμα της πόρτας από μέσα
- 3) Εξωτερική επιγραφή ότι το laser λειτουργεί
- 4) Εξαερισμός στο χώρο του laser
- 5) Επιλογή του κατάλληλου προστατευτικού εξοπλισμού και χρησιμοποίησή του
- 6) Ενεργοποίηση των ειδικών κουρτινών προστασίας στα παράθυρα
- 7) Ενεργοποίηση του εξοπλισμού laser-PCL
- 8) Έλεγχος ότι χρησιμοποιούνται και έχουν φορεθεί τα κατάλληλα προστατευτικά μέσα
- 9) Επιλογή των παραμέτρων στο laser-PCL και έλεγχός τους πριν την εκπομπή
- 10) Ανάβει η χειρουργική επιγραφή
- 11) Έναρξη θεραπείας
- 12) Ολοκλήρωση θεραπείας (οι συσκευές lasers-PCL παραμένουν σε αναμονή)
- 13) Απενεργοποίηση των συσκευών lasers και PCL
- 14) Αφαίρεση και αποθήκευση του προστατευτικού εξοπλισμού
- 15) Σβήσιμο της χειρουργικής επιγραφής
- 16) Απενεργοποίηση των ειδικών κουρτινών προστασίας στα παράθυρα
- 17) Σβήσιμο της εξωτερικής επιγραφής ότι το laser βρίσκεται σε λειτουργία
- 18) Απενεργοποίηση του κλειδώματος της πόρτας, που έγινε εσωτερικά

- 19) Άνοιγμα της πόρτας από το γιατρό
- 20) Απενεργοποίηση του εξαερισμού στο χώρο του laser

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΟΝ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟ ΧΩΡΟ ΜΕ LASER-PCL

- 1) Αίτημα για είσοδο στο χώρο από έξω προκειμένου να εγκριθεί
- 2) Διαρκής ενημέρωση και γνώση του μήκους κύματος laser-PCL που χρησιμοποιείται εκείνη τη στιγμή (εικόνα 31)
- 3) Σωστή ανεύρεση του κατάλληλου προστατευτικού εξοπλισμού από έξω
- 4) Τοποθέτηση του κατάλληλου προστατευτικού εξοπλισμού και επικοινωνία των δύο χώρων, εσωτερικού-εξωτερικού (εικόνα 32)
- 5) Διακοπή της διαδικασίας και οι συσκευές lasers-PCL παραμένουν σε αναμονή
- 6) Ξεκλείδωμα της πόρτας από το εσωτερικό
- 7) Άνοιγμα της πόρτας από το εσωτερικό
- 8) Είσοδος των ατόμων, που έλαβαν άδεια, από το εξωτερικό στο εσωτερικό
- 9) Κλείσιμο και κλείδωμα της πόρτας από το εσωτερικό
- 10) Έλεγχος από τον χειριστή του laser-PCL ότι τα άτομα που εισήλθαν στο χώρο φορούν τον κατάλληλο προστατευτικό εξοπλισμό σωστά
- 11) Συνέχιση της διαδικασίας με laser-PCL.

ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΜΑΘΗΣΗΣ ΦΟΡΕΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

Από τα διαγράμματα 2 και 3, παρατηρούμε τους χρόνους εκμάθησης σε γιατρούς και νοσοκόμες, όσον αφορά τη σπάνια διαδικασία ή την απλοποιημένη διαδικασία για την είσοδο σε χώρους εγκατάστασης laser-PCL. Παρατηρούμε λοιπόν ότι οι γιατροί χρειάζονται πολύ περισσότερο, σχεδόν διπλάσιο χρόνο, για να μάθουν τη σπάνια διαδικασία σε σχέση με την απλοποιημένη. Από την πλευρά τους, οι νοσοκόμες χρειάζονται περίπου τον ίδιο χρόνο, αν και λίγο λιγότερο χρειάζονται για την απλοποιημένη διαδικασία εκμάθησης. Συγκριτικά μεταξύ τους, γιατροί και νοσοκόμες, έχουν περίπου την ίδια απόδοση.

Στα διαγράμματα 4 και 5, βλέπουμε το χρόνο προσαρμογής που χρειάζεται το προσωπικό που παρέχει τις ιατρικές υπηρεσίες ανάλογα με τη μορφή της παρεχόμενης εκπαίδευσης, προκειμένου να ενεργοποι-

ήσει κάποιους τυποποιημένους αυτοματισμούς στη συμπεριφορά του. Οι τομείς στους οποίους γίνεται η εκπαίδευση αφορούν την ενεργοποίηση των συστημάτων ασφαλείας, την πρόσβαση σε αυτά τα συστήματα και την απενεργοποίησή τους. Γενικά, βλέπουμε ότι οι δύο διαδικασίες δεν έχουν ιδιαίτερα σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Ωστόσο, παρατηρούμε ότι στη σπάνια διαδικασία εκμάθησης, η πρόσβαση στα συστήματα ασφαλείας είναι αυτή που είναι περισσότερο χρονοβόρα, ενώ αντίστοιχα στην ηλεκτρονικά απλοποιημένη διαδικασία τον περισσότερο χρόνο καταλαμβάνει η ενεργοποίηση των συστημάτων ασφαλείας.

ΣΥΧΝΑ ΛΑΘΗ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ LASER-PCL

Τα λάθη τα οποία παρατηρούνται στη συμπεριφορά του προσωπικού που παρέχει τις υπηρεσίες, γιατροί και νοσοκόμες, στους χώρους εγκατάστασης laser-PCL χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, στα μικρά λάθη ή ήσσονος σημασίας, στα ενδιάμεσα και στα σημαντικά ή μείζονος σημασίας. Βέβαια, σημαντικό ρόλο στον εντοπισμό των συγκεκριμένων λαθών παίζει και το άτομο που παρατηρεί.

Στην πρώτη περίπτωση, όπου το άτομο που παρατηρούσε ήταν ο χειριστής των συσκευών lasers-PCL, σημειώθηκαν τα ακόλουθα λάθη στη συμπεριφορά του προσωπικού. Στα μικρά λάθη εντάχθηκαν η διατήρηση των συσκευών lasers-PCL σε κατάσταση αναμονής και η καθυστερημένη ενεργοποίηση του εξαερισμού, με αποτέλεσμα την καθυστερημένη αναρρόφηση των αερίων που παράγονται από τις συσκευές. Στα ενδιάμεσα λάθη συμπεριλαμβάνονται το ότι ξεχάστηκε να χρησιμοποιηθεί ο κατάλληλος εξοπλισμός προστασίας για τα μάτια πριν την έναρξη της χρησιμοποίησης των συσκευών, το ότι ξεχάστηκε να γίνει έλεγχος στην ασφάλεια του ασθενούς πριν από την έναρξη ή τη συνέχιση-μετά από διακοπή-της διαδικασίας, και το ότι ξεχάστηκε να κλειδωθεί εσωτερικά το σύστημα ασφαλείας. Στα σοβαρά ή μείζονος σημασίας λάθη περιλαμβάνονται το ότι ξεχάστηκε να τεθούν σε αναμονή οι συσκευές lasers-PCL προτού ξεκλειδωθεί ο χώρος, το ότι ξεχάστηκε να γίνει έλεγχος στο προσωπικό που μόλις μπήκε στο χώρο ότι έχει φορέσει τον κατάλληλο εξοπλισμό για την προστασία του και το ότι ανοίχτηκε η πόρτα ασφαλείας χωρίς να διακοπεί προσωρινά η λειτουργία των συσκευών.

Στη δεύτερη περίπτωση έγινε καταγραφή των λα-

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1. ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ
ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ/ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ/ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΠΟΥ ΔΟΘΗΚΕ ΣΕ 120 ΑΣΘΕΝΕΙΣ.**

Ερωτηματολόγιο Αξιολόγησης του Επιπέδου Αποτελεσματικότητας/Ασφάλειας/Ποιότητας

Θα το εκτιμούσαμε αν αφιερώνατε ελάχιστα λεπτά από το χρόνο σας για να απαντήσετε σε κάποιες ερωτήσεις σχετικές με την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών από την ιατρική εγκατάσταση

Επίπεδο ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ κατά τη διάρκεια παραμονής στη μονάδα νοσηλείας



Σχόλια:

Αίσθημα ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ κατά τη διάρκεια παραμονής στη μονάδα νοσηλείας



Σχόλια:

Επίπεδο ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ κατά τη διάρκεια παραμονής στη μονάδα νοσηλείας



Σχόλια:

θών, κατηγοριοποιημένων και αυτών σε τρεις μορφές, αλλά αυτή τη φορά ο παρατηρητής ήταν το ιατρικό προσωπικό που εισερχόταν στο χώρο. Στα ήσσονος σημασίας λάθη καταγράφηκαν το αίτημα εισόδου στο χώρο το οποίο ήταν διαφορετικό από αυτό που ορίζει η στάνταρ διαδικασία που ακολουθείται, καθώς και η παρατεταμένη αναζήτηση των προστατευτικών γυαλιών για να εισέλθουν στο χώρο. Στα ενδιάμεσης σημασίας λάθη, αναφέρθηκε ότι ξεχάστηκε να γίνει έλεγχος στο προσωπικό που εισέρχεται στο χώρο ότι φορούν τα κατάλληλα προστατευτικά γυαλιά, ότι ξεχάστηκε να γίνει έλεγχος ότι κλειδώθηκε η πόρτα μετά την είσοδο στο χώρο και ότι η πόρτα παρέμεινε ανοικτή μετά την είσοδο. Τέλος, στα υψίστης σημασίας λάθη σημειώθηκαν το άνοιγμα της πόρτας ασφαλείας χωρίς έγκριση μετά από αίτημα εισόδου από τον εξωτερικό χώρο, η είσοδος στο χώρο φορώντας προστατευτικά γυαλιά αλλά τοποθετημένα με το λάθος τρόπο και το άνοιγμα της πόρτας χωρίς έγκριση και χωρίς να υπάρχει αίτημα από τον εξωτερικό χώρο.

Επιπλέον, έγινε αξιολόγηση των λαθών στις τρεις αυτές κατηγορίες, τόσο των γιατρών όσο και των νοσοκόμων, ανάλογα αν ο τρόπος εκμάθησης ήταν ο προκαθορισμένος ή ο ηλεκτρονικά απλοποιημένος. Το εντυπωσιακό ήταν πως δεν παρατηρήθηκε κανένα λάθος στη συμπεριφορά τους σχετικά με τους κανόνες ασφαλείας, ούτε από τους γιατρούς ούτε από νοσοκόμες, όταν χρησιμοποιήθηκε η ηλεκτρονικά απλοποιημένη

μορφή εκμάθησης των κανόνων ασφαλείας στις χειρουργικές μονάδες με lasers-PCL.

Τέλος, αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε και από τους ίδιους τους ασθενείς, μέσω ερωτηματολογίου που συμπλήρωσαν, σχετικά με την αποτελεσματικότητα των συσκευών lasers-PCL, την αντίληψη της ασφάλειας και την αποτελεσματικότητα της θεραπείας μετά από επεμβάσεις σε απλοποιημένες χειρουργικές ή απλές εγκαταστάσεις lasers-PCL (πίνακας 1). Το ερωτηματολόγιο δόθηκε σε 120 ασθενείς και ήταν όλοι 100% ικανοποιημένοι.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η laser δερματολογία είναι αναμφισβήτητα μία πολυάσχολη και ενεργή τεχνική, επαγγελματική και κλινική πτυχή της επιστήμης μας. Ωστόσο, έχει ακόμα ένα πολλή υποσχόμενο μέλλον. Η επιτυχία του βέβαια συνδέεται στενά με την επιλογή κατάλληλων συστημάτων από καλά εκπαιδευμένους γιατρούς. Και αυτό είναι το κλειδί για να θεραπεύσουμε αποτελεσματικά ένα μόνιμως εξαπλούμενο εύρος δερματολογικών παθήσεων.

Η αγορά ενός συστήματος laser-PCL δε σημαίνει απαραίτητα ότι μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε και σωστά. Οι συσκευές lasers-PCL χρειάζονται κατάλληλο εργασιακό χώρο και σωστή εφαρμογή των απαιτούμενων διαδικασιών ασφαλείας. Επιπλέον, ένας εξοπλισμός υψηλής τεχνολογίας χρειάζεται και ένα ανάλογο οργανωμένο

περιβάλλον εργασίας υψηλών προδιαγραφών, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί σωστά και να αξιοποιηθούν στο μέγιστο οι δυνατότητές του. Τέλος, ο κατάλληλα και συγκεκριμένα διαμορφωμένος χώρος εργασίας βοηθά στο να μειωθούν δραστικά ο χρόνος εκπαίδευσης των φορέων υγείας που χειρίζονται τα μηχανήματα καθώς και λάθη που ενδεχομένως μπορεί να γίνουν και να είναι επικίνδυνα. Αλλά ταυτόχρονα, προωθεί και μία εξαιρετικά σημαντική αίσθηση αποτελεσματικότητας, ασφάλειας και ποιότητας στους ασθενείς.

SUMMARY

The applications of laser devices are currently increasing and the use of laser is an excellent weapon in the hands of every dermatologic surgeon, as long as he knows how to use it properly. These devices exist for decades but today the areas where they can be implemented are increasing. In this work, the history and evolution of laser and PCL, the types of light-tissue interaction, the structure of a "long-pulse" laser and the selective and extended selective photothermolysis are described. Furthermore, reference is made to epicutaneous cooling systems and to the principles and proposed clinical effects of laser and PCR on dermatologic surgery. The requirements of laser-

PCR working environment, the safety protocols and the procedure of access control are analyzed. Finally, references are made concerning the implementation time required for health care providers as well as to the common behavioral errors made in the laser-PCR treatment rooms.

Key words: *Laser, PCL, light-tissue interaction, selective and extended selective photothermolysis, requirements of laser-PCR working environment, safety protocols.*

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Mulhauer W et al. Treatment of capillary haemangiomas and naevi flammei with light. *Langenbecks Arch Chir* 1976 Suppl: 91-94 1976.
2. Godfrey T, et Al. Measuring key parameters of intense pulsed light (IPL) devices *JCLT*, 9: 3, 148-160, 2007.
3. Dierickx CC. The Role of Deep Heating for Noninvasive Skin Rejuvenation *Laser Surg Med* 2006 38: 799-807.
4. Anderson RR et al. Selective Photothermolysis of Lipid-Rich Tissues: a Free Electron Laser Study. *Laser Surg Med* 2006 38: 913-919.