

# Laser στη Δερματολογία

Δ. ΡΗΓΟΠΟΥΛΟΣ<sup>1</sup>, Σ. ΓΡΗΓΟΡΙΟΥ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Αναπληρωτής Καθηγητής Δερματολογίας, <sup>2</sup>Επιστημονικός Συνεργάτης

**Ο**ι αρχές της ακτινοβολίας των Laser βασίζονται στο έργο του Einstein “The Quantum Theory of Radiation” που εκδόθηκε το 1917. Το 1958 οι Townes και Schalow παρήγαγαν εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας χρησιμοποιώντας μικροκύματα (MASER). Το 1959 ο Maiman κατασκεύασε το πρώτο Laser και χρησιμοποίησε τον όρο ως ακρωνύμιο του Light Amplification through Stimulated Emission of Radiation (ενίσχυση του φωτός από εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας).

Έκτοτε οι εξελίξεις στον τομέα των Laser είναι αλματώδεις και η χρήση τους στην ιατρική αποκτά συνεχώς νέες διαγνωστικές και θεραπευτικές εφαρμογές. Η ύλη υπό μορφή ατόμων φυσιολογικά βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας, στην οποία τόσο ο πυρήνας με τα πρωτόνια και τα νετρόνιά του όσο και τα ηλεκτρόνια που κινούνται γύρω από αυτόν είναι σταθερά.

Η απορρόφηση φωτεινής ενέργειας από τα άτομα προκαλεί μετάβαση ενός ηλεκτρονίου από την κατάσταση ηρεμίας στην κατάσταση διέγερσης. Επειδή η κατάσταση διέγερσης δεν είναι σταθερή, το διεγερμένο ηλεκτρόνιο τείνει να εκπέμψει την ενέργεια που απορρόφησε και να επιστρέψει στην προηγούμενη κατάσταση ηρεμίας. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται αυθόρμητη εκπομπή και απελευθερώνει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία υπό μορφή φωτονίων.

Ο Einstein πρότεινε τη θεωρία σύμφωνα με την οποία αν ένα άτομο που βρίσκεται ήδη σε κατάσταση διέγερσης ακτινοβοληθεί με ενέργεια ίδιου μήκους κύματος με αυτήν που προκάλεσε τη διέγερση, επιστρέφει ταχύτερα στην κατάσταση ηρεμίας εκπέμποντας δύο φωτόνια ίδιας συχνότητας και μήκους κύματος που κινούνται στην ίδια κατεύθυνση. Το φαινόμενο καλείται εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας και αποτελεί τη βάση της παραγωγής δέσμης Laser. Προκειμένου να επιτευχθεί εξαναγκασμένη εκπομπή φωτεινής ακτινοβολίας, τοποθετούνται άτομα σε μία κοιλότητα που φορτίζεται ηλεκτρικά, με αποτέλεσμα τη μετάβασή τους σε κατάσταση διέγερσης.

Όταν η πλειοψηφία των ατόμων διεγερθεί, η κατάσταση περιγράφεται ως αναστροφή πληθυσμού. Σε αυτή τη φάση, τα εκπεμπόμενα φωτόνια έχουν πολύ μεγάλη πιθανότητα, κινούμενα κατά μήκος του επιμήκη άξονα της κοιλότητας, να συγκρουστούν με άλλα διεγερμένα άτομα και να προκαλέσουν εξαναγκασμένη εκπομπή.

Κάτοπτρα τοποθετημένα στα δύο άκρα της επιμήκους κοιλότητας αναγκάζουν τα φωτόνια σε συνεχή κίνηση που προκαλεί νέες συγκρούσεις και πολλαπλάσιες εκπομπές φωτονίων. Ένα από τα κάτοπτρα αντανακλά μερικώς μόνο, κατά τέτοιο τρόπο ώστε ένα ποσοστό 5-10% των φωτο-

νίων να απομακρύνονται από την κοιλότητα παράγοντας δέσμη Laser. Το υλικό που παρέχει τα άτομα ονομάζεται ενεργό μέσο και μπορεί να είναι αέριο (αργό, κρυπτό, CO<sub>2</sub>, ήλιο και νέον), υγρό (χρωστική), στερεό (αλεξανδρίτης) ή ημιαγωγός.

## Ιδιότητες των δεσμών Laser

α) Μονοχρωματικότητα. Η ακτινοβολία Laser είναι ενός μόνο μήκους κύματος ιδιότητα που εκμεταλλευόμαστε θεραπευτικά για την εκλεκτική απορρόφηση της δέσμης από το κατάλληλο χρωμοφόρο.

β) Συμφωνία. Τα εκπεμπόμενα φωτόνια εμφανίζουν χωρική και χρονική συμφωνία, δηλαδή έχουν την ίδια συχνότητα και φάση στο χώρο και το χρόνο.

γ) Κατευθυντικότητα. Η δέσμη Laser έχει πολύ μικρή γωνία απόκλισης, ιδιότητα που επιτρέπει να εστιασθεί σε ιδιαίτερα μικρά σημεία.

δ) Λαμπρότητα. Αφορά την ισχύ της δέσμης ανά μονάδα επιφάνειας που στην περίπτωση της δέσμης Laser είναι ιδιαίτερα υψηλή.

## Η θεωρία της επιλεκτικής φωτοθερμόλυσης

Η θεωρία της επιλεκτικής φωτοθερμόλυσης διατυπώθηκε από τους Anderson και Parish το 1981. Όταν η ενέργεια της δέσμης Laser απορροφάται από ένα χρωμοφόρο, αυξάνεται η θερμοκρασία του. Ως χρόνος θερμικής χαλάρωσης (Thermal Relaxation Time/TRT) ορίζεται το διάστημα που χρειάζεται ένας ιστός για να ψυχθεί στο 50% της θερμοκρασίας που απέκτησε μετά την πρόπτωση της δέσμης Laser. Για τα περισσότερα χρωμοφόρα του δέρματος, ο χρόνος αυτός είναι ανάλογος του μεγέθους τους, π.χ. τα μελανοσώματα με διάμετρο 0,5-1,0μm έχουν TRT 1μs, ενώ τα τριχοειδή διαμέτρου 10-100μm έχουν TRT 1ms. Όταν ένας ιστός στόχος θερμανθεί για χρονικό διάστημα μικρότερο από τον TRT, οι βλάβες περιορίζονται εντός του συγκεκριμένου μόνο ιστού, ενώ οι παρακείμενοι ιστοί παραμένουν ανέπαφοι. Η θεωρία της επιλεκτικής φωτοθερμόλυσης αναλύει τις παραμέτρους εφαρμογής των παλμικών κυρίως Laser κατά τρόπο τέτοιο ώστε να καταστρέφεται επιλεκτικά μόνο ο ιστός στόχος. Για να επιτευχθεί επιλεκτική φωτοθερμόλυση χρειάζεται:

α) κατάλληλο μήκος κύματος της δέσμης που να απορροφάται πολύ περισσότερο από το χρωμοφόρο στόχο σε σύγκριση με τους παρακείμενους ιστούς,

β) ικανοποιητικό ενεργειακό μέγεθος της δέσμης ώστε να προκληθεί καταστροφή στο στόχο,

γ) η διάρκεια ακτινοβολίας να είναι μικρότερη του TRT του χρωμοφόρου.

## ► Είδη Laser

### 1. Συνεχούς ροής

Οι συσκευές αυτές παράγουν δέσμη Laser όσο ο χειριστής πιέζει το διακόπτη. Περιλαμβάνουν Laser αργού, κρυπτού και argon pumped Laser χρωστικής.

### 2. Ψευδο-συνεχούς ροής

Είναι παλμικά Laser με αρκετά μεγάλη διάρκεια παλμού ώστε η δέσμη να δρα στο δέρμα ως δέσμη συνεχούς ροής. Περιλαμβάνουν τα Laser χαλκού και KTP.

### 3. Παλμικά Laser

Παράγουν δέσμη φωτός σε παλμούς μικρής διάρκειας, ενώ μεταξύ των παλμών μεσολαβεί διάστημα ηρεμίας 0,1-1sec. Περιλαμβάνουν τα Laser αλεξανδρίτη, Nd:YAG Laser και Q-switched Laser ρουβινίου.

### 4. Laser CO<sub>2</sub>

Διαθέτουν τέσσερις μηχανισμούς εκπομπής της δέσμης Laser: ρυθμό συνεχούς ροής, ρυθμό υπερπαλμών, ρυθμό Ultra παλμών και εστιασμένη δέσμη ταχείας σάρωσης. Εφαρμόζεται για ανάπλαση δέρματος σε περιπτώσεις φωτογήρανσης, ουλών ακμής και άλλων δερματικών βλαβών.

### 5. Erbium-YAG Laser

Εκπέμπει σε μήκος κύματος που αντιστοιχεί στη μέγιστη απορρόφηση για το νερό και βρίσκεται πολύ κοντά στη μέγιστη απορρόφηση για το κολλαγόνο. Έχει τις ίδιες ενδείξεις με τα Laser CO<sub>2</sub> χωρίς να προκαλεί θερμικές βλάβες στους παρακείμενους ιστούς.

## Θεραπεία αγγειακών βλαβών

### 1. Συγγενείς αγγειακές βλάβες

#### α) Τριχοειδικές δυσπλασίες (Port Wine Stains/PWS)

Οι τριχοειδικές δυσπλασίες αποτελούνται από αυξημένο αριθμό διευρυμένων επιφανειακών τριχοειδικών αγγείων, κυρίως στο άνω χόριο. Προσβάλλουν το 0,3% των νεογέννητων, με ίση επίπτωση και στα δύο φύλα, είναι πάντοτε παρούσες στη γέννηση, αυξάνονται ανάλογα με τη φυσιολογική ανάπτυξη του βρέφους και δεν υποστρέφουν ποτέ.

Κλινικά εμφανίζονται ως ροζ, ερυθρές ή ιώδεις κηλίδες ή πλάκες, οι οποίες με την πάροδο του χρόνου αποκτούν βαθυχρωματική όψη και οζώδη επιφάνεια λόγω υπερτροφίας των υποκείμενων ιστών. Συνήθως εντοπίζονται στο πρόσωπο και τον τράχηλο είτε ως μεμονωμένες αγγειακές βλάβες είτε ως εκδήλωση συγγενών συνδρόμων όπως Sturge-Weber, Cobb, Klippel-Trenaunay-Weber. Οι εμφανείς θέσεις εντόπισης έχουν σημαντικές επιπτώσεις στη ψυχολογία των πασχόντων, καθιστώντας αναγκαία την αποκατάσταση αυτών των βλαβών.

Στόχος της θεραπείας των PWS με Laser, σύμφωνα με τη θεωρία της επιλεκτικής φωτοθερμόλυσης, είναι το χρησιμοποιούμενο μήκος κύματος να απορροφάται εκλεκτικά από την οξυαιμοσφαιρίνη και να διεισδύει σε ικανοποιητικό βάθος με αρκετή ενέργεια ώστε να καταστρέψει τα δυσπλαστικά αγγεία

αφήνοντας ανέπαφους τους παρακείμενους ιστούς. Το παλμικό Laser χρωστικής (Pulse Dye Laser/ PDL) σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε σύμφωνα με τις αρχές της επιλεκτικής φωτοθερμόλυσης, ειδικά για τη θεραπεία των PWS (585nm μήκος κύματος, 450msec διάρκεια παλμού, 10J/cm<sup>2</sup> ενεργειακή πυκνότητα, 7mm εύρος δέσμης). Η θεραπεία απαιτεί επαναλαμβανόμενες συνεδρίες ανά 6-10 εβδομάδες. Η ελαχιστοποίηση του πόνου επιτυγχάνεται με τον ενεργητικό μηχανισμό ψύξης της επιδερμίδας (Dynamic Cooling Device) ή με την τοπική εφαρμογή αναισθητικής γέλης (EMLA). Μετά τη συνεδρία, η βλάβη αποκτά μια βαθιά μπλε-γκρι απόχρωση που καταλήγει να γίνει πορφυρική σε λίγες ώρες. Η μετεπεμβατική πορφύρα υποχωρεί μετά 7-10 ημέρες, ενώ το συνοδό οίδημα μετά από 24-48 ώρες. Μεταξύ των συνεδριών μεσολαβεί διάστημα ενός μηνός. Ο συνολικός αριθμός των συνεδριών που υποβάλλεται η βλάβη επηρεάζει θετικά το τελικό αποτέλεσμα της θεραπείας. Ενώ παλαιότερα είχε θεωρηθεί ότι η θεραπεία στις μικρότερες ηλικίες έχει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα, πρόσφατες μελέτες αναφέρουν παρόμοια υψηλά ποσοστά βελτίωσης σε μικρές και μεγαλύτερες ηλικίες. Τα PWS της κεφαλής και του τραχήλου, με εξαίρεση εκείνα που εντοπίζονται στο δερμοτόμιο του 2ου κλάδου του τριδύμου, ανταποκρίνονται περισσότερο ικανοποιητικά σε σχέση με εκείνα του θώρακα και των κάτω άκρων.

#### β) Αιμαγγειώματα

Τα αιμαγγειώματα είναι καλοήθεις αγγειακοί όγκοι που προσβάλλουν το δέρμα και σπανιότερα άλλους μαλακούς ιστούς. Εμφανίζονται συγγενώς μόνο στο 30% των περιπτώσεων, το 90% όμως των αιμαγγειωμάτων έχει εμφανισθεί στο τέλος του πρώτου μήνα ζωής. Προσβάλλουν το 12% των βρεφών με αναλογία θηλέων προς άρρενα 3:1. Κλινικά εμφανίζονται ως ερυθροί ή κυανοί όζοι με εντόπιση κυρίως στην κεφαλή και στον τράχηλο και λιγότερο συχνά στον κορμό και στα άκρα. Το 80% συνιστούν μονήρεις καλά αφοριζόμενες βλάβες, ενώ η παρουσία πολλαπλών αιμαγγειωμάτων δύναται να οδηγήσει στο σύνδρομο Kasabach-Merritt όπου λόγω θρομβοπενίας προκαλούνται σοβαρά αιμορραγικά επεισόδια.

Ανάλογα με το βάθος που εντοπίζονται τα αιμαγγειώματα διακρίνονται σε επιφανειακά που αφορούν το θηλώδες χόριο, στα βαθιά εντοπιζόμενα που αφορούν το δικτυωτό χόριο και τα σύνθετα που παρουσιάζουν μικτά χαρακτηριστικά. Από την πρώτη εμφάνιση μέχρι την ηλικία των 6 μηνών, τα αιμαγγειώματα παρουσιάζουν μία φάση ραγδαίας ανάπτυξης. Μεταξύ 6ου και 10ου μήνα ζωής, ο ρυθμός αύξησης επιβραδύνεται και τελικά ακολουθεί βραδεία υποστροφή της βλάβης. Το 15-25% των βλαβών δεν υποχωρούν και υποστηρίζεται ότι όσα αιμαγγειώματα δεν υποστρέψουν μέχρι τα 8 έτη είναι πιθανόν να μην υποστρέψουν ποτέ. Τα αγγεία των επιφανειακών αιμαγγειωμάτων έχουν παρόμοια διάμετρο και μέγεθος με εκείνα των PWS και ανταποκρίνονται στη θεραπεία με PDL. Η αντιμετώπιση πριν την έναρξη της ταχείας αναπτυσσόμενης φάσης έχει εντυπωσιακά αποτελέσματα, με ελάχιστο αριθμό συνεδριών (2-4) και περιορισμένες ανάγκες αναισθησίας.

Η αντιμετώπιση των επιφανειακών αιμαγγειωμάτων στη διάρκεια της φάσης ταχείας ανάπτυξης επιβραδύνει ή διακόπτει

τον πολλαπλασιασμό του επιφανειακού στοιχείου με τη διενέργεια συχνών συνεδριών (ανά 2 ή 3 εβδομάδες) με υψηλή ενέργεια (7.5-9J/cm<sup>2</sup>). Η εφαρμογή PDL στη φάση υποστροφής των επιφανειακών αιμαγγειωμάτων έχει αποδειχθεί ότι επιταχύνει την πλήρη αποδρομή, η οποία χωρίς θεραπεία μπορεί να διαρκέσει μέχρι και 10 έτη. Τα βαθύτερα αιμαγγειώματα δεν ανταποκρίνονται στη θεραπεία με PDL. Η χρήση Laser με μεγαλύτερο μήκος κύματος και εύρος παλμού ίσως να αποδειχθεί αποτελεσματική μελλοντικά στην αντιμετώπιση των βαθύτερων αιμαγγειωμάτων.

### Επίκτητες αγγειακές βλάβες

#### α) Ευρυαγγείες προσώπου

Είναι συχνά απαντώμενο αισθητικό πρόβλημα. Οφείλονται στη χρόνια έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία ή εμφανίζονται στα πλαίσια νοσημάτων του κολλαγόνου, ροδοχρόου νόσου, εγκυμοσύνης, τραυματισμών και χρόνιας τοπικής εφαρμογής κορτικοστεροειδών. Το PDL λόγω της μικρής διάρκειας παλμού που διαθέτει θεωρείται κατάλληλο για τις ευρυαγγείες με διάμετρο <0,2mm. Η διαδικασία εφαρμογής είναι απλή και ταχεία. Παρά την υψηλή του αποτελεσματικότητα, η εφαρμογή του περιορίζεται από την εμφάνιση της μετεπεμβατικής πορφύρας. Τα εξελιγμένα παλμικά Laser χρωστικής ευρύτερου παλμού (Long Pulsed Dye Laser) εκπέμπουν φως μεγαλύτερου μήκους κύματος (585-600nm) και διαθέτουν μεγαλύτερη διάρκεια παλμού (1,5msec) και θεωρούνται κατάλληλα για την αντιμετώπιση των μεγαλύτερης διαμέτρου ευρυαγγειών, καθώς και των κυανόχρωμων ευρυαγγειών που εντοπίζονται βαθύτερα στο χόριο. Στα μειονεκτήματά τους συγκαταλέγονται εκτός από τη μετεπεμβατική πορφύρα, η βραδύτητα της θεραπείας και το υψηλό κόστος αναλωσίμων.

#### β) Αστεροειδή αιμαγγειώματα

Η θεραπεία με PDL είναι εξαιρετικά αποτελεσματική. Μία συνεδρία είναι αρκετή στο 93% των ενηλίκων και το 70% των παιδιών. Σε ορισμένες περιπτώσεις αρκεί ένας μόνο παλμός που κατευθύνεται στο κέντρο της βλάβης.

#### γ) Ευρυαγγείες κάτω άκρων

Προσβάλλουν το 55% των ενηλίκων στις ΗΠΑ και η συχνότητά τους αυξάνεται με την πρόοδο της ηλικίας. Οι ευρυαγγείες των κάτω άκρων συνήθως τροφοδοτούνται από το εν τω βάθει φλεβικό δίκτυο του κατώτερου χορίου. Οι περισσότεροι ασθενείς προσέρχονται για θεραπεία για καθαρά αισθητικούς λόγους.

Η κλασική μέθοδος αντιμετώπισης των ευρυαγγειών των κάτω άκρων, διαμέτρου 1-4mm, είναι η σκληροθεραπεία. Η εφαρμογή της σε μικρότερες ευρυαγγείες είναι δύσκολη λόγω αδυναμίας εισόδου της λεπτής βελόνας στη βλάβη και έχει αυξημένο κίνδυνο εξαγγείωσης του σκληροτυπικού υλικού. Υψηλά ποσοστά βελτίωσης στις <1mm ευρυαγγείες έχει η θεραπεία με Long Pulsed Dye και F/d Nd:YAG Laser

#### δ) Άλλες ηλιαγγειεκτασίες

Το ποικιλόδερμα του Civatte, μία κατάσταση που χαρακτηρίζεται από δικτυωτή υπερμελάγχρωση και ευρυαγγείες στον τράχηλο και το θώρακα και οφείλεται στη χρόνια έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία, ανταποκρίνεται ικανοποιητικά

στη θεραπεία με PDL. Απαιτούνται συνήθως 4 συνεδρίες. Τέλος οι φλεβικές λίμνες, τα κερασόμορφα αιμαγγειώματα και τα μικρά αγγειοκερατώματα ανταποκρίνονται ικανοποιητικά στη θεραπεία με PDL.

### Θεραπεία καλοήθων μελαχρωματικών βλαβών

Ο σκοπός της θεραπείας των μελαχρωματικών αλλοιώσεων του δέρματος με Laser είναι η απομάκρυνση της ανεπιθύμητης μελάγχρωσης, με ταυτόχρονη διατήρηση του φυσιολογικού χρώματος του δέρματος. Στόχος της δέσμης Laser είναι το μελανινοσωμάτιο που περιέχει μελανίνη. Το κατάλληλο φάσμα απορρόφησης για τη μελανίνη κυμαίνεται από 630 ως 1100nm, δηλαδή μήκη κυμάτων που διαθέτουν ικανοποιητική διεισδυτικότητα και απορροφώνται επιλεκτικά, περισσότερο από τη μελανίνη παρά από την αιμοσφαιρίνη. Τα Laser που χρησιμοποιούνται είναι κυρίως παλμικά με διάρκεια παλμού μικρότερη από το TRT των μελανινοσωματίων (ικανοποιητικός παλμός <1μs). Ο τύπος του Laser που θα επιλεγεί εξαρτάται από το βάθος της βλάβης, δηλαδή από το αν η αλλοίωση είναι επιδερμική, χοριακή (δερματική) ή μικτή. Η απομάκρυνση της μελανίνης μετά την εφαρμογή δέσμης Laser δεν είναι πάντα αποτελεσματική. Αυτό οφείλεται στον επαναχρωματισμό της περιοχής της βλάβης από τα μελανοκύτταρα γειτονικών περιοχών του δέρματος ή από τα μελανοκύτταρα των τριχοσημηματογόνων θυλάκων. Επίσης ήπια διέγερση της μελανινογένεσης μπορεί να παρατηρηθεί μετά εφαρμογή οποιουδήποτε τύπου Laser, ιδιαίτερα κατά την αντιμετώπιση του μελάσματος και της μεταφλεγμονώδους μελάγχρωσης. Ασθενείς με ανοιχτόχρωμους φωτότυπους έχουν καλύτερα αποτελέσματα από εκείνους με σκουρόχρωμους, αφού στους τελευταίους η ακτινοβολία απορροφάται σε μεγαλύτερο ποσοστό από τη φυσιολογική μελανίνη και δεν είναι διαθέσιμη για την καταστροφή της ανεπιθύμητης μελαχρωματικής βλάβης. Μετά την εφαρμογή της δέσμης Laser σε κάθε συνεδρία μπορεί να παρατηρηθεί λεύκανση του δέρματος, μελάγχρωση ή και οίδημα με εκκύμωση και πορφύρα. Γρήγορα ακολουθεί ανάπτυξη λεπτής εφελκίδας και υποχώρηση των βλαβών σε 7-14 ημέρες. Μεταξύ των συνεδριών μεσολαβεί διάστημα τουλάχιστον 6 εβδομάδων.

### Εξάλειψη δερματοστιξιών με Laser

Η πρώτη εμφάνιση των δερματοστιξιών (τατουάζ) χρονολογείται στα προϊστορικά χρόνια. Περισσότεροι από 10 εκατομμύρια άνθρωποι στις ΗΠΑ έχουν τουλάχιστον μία δερματοστιξία στο σώμα τους. Ωστόσο οι μισοί από αυτούς θα αποφασίσουν κάποια στιγμή να την αφαιρέσουν. Μερική αφαίρεση προηγούμενων δερματοστιξιών έχει παρατηρηθεί σε αιγυπτιακές μούμιες, γεγονός που πιστοποιεί ότι η προσπάθεια αφαίρεσής τους υπήρξε άλυτο πρόβλημα για χιλιάδες χρόνια.

Τα τελευταία χρόνια η ανάπτυξη των Q-switched Lasers, που χρησιμοποιούν παλμούς διάρκειας νανοδευτερολέπτων και υψηλή ενέργεια για να διασπασούν το μελάνι, επέτρεψε την εξάλειψη των δερματοστιξιών με αποτελεσματικότητα και

► ασφάλεια. Η ποικιλία μελανίων και χρωστικών που χρησιμοποιείται στη δημιουργία τους, καθώς και τα είδη των δερματοσπιζιών διαφοροποιούν και το είδος του Laser που θα εφαρμοστεί για την αφαίρεσή τους.

### Αποτρίχωση με Laser

Η αποτρίχωση με Laser βασίζεται στη θεωρία της εκλεκτικής φωτοθερμόλυσης. Τα χρωμοφόρα στόχοι είναι:

α) η μελανίνη που υπάρχει στον βολβό της τρίχας, αλλά και σε μικρότερα ποσά στο έσω και το έξω πέταλο της ρίζας της τρίχας, και

β) εξωγενή τοπικά εφαρμοζόμενα κεχρωσμένα διαλύματα, κυρίως άνθρακα, που προσροφώνται από την τρίχα και έτσι βοηθούν στην απορρόφηση της ενέργειας.

Η ενέργεια της δέσμης Laser μεταφέρεται μέσω της μελανίνης στο θυλακικό και περιθυλακικό ιστό, αναπτύσσοντας θερμοκρασία 200° C και προκαλώντας βλάβες στο μηχανισμό αναπαραγωγής της τρίχας. Τα χρησιμοποιούμενα μήκη κύματος κυμαίνονται από 600 ως 1000nm ώστε να απορροφώνται εκλεκτικά από τη μελανίνη και να φθάνουν σε αρκετό βάθος για την καταστροφή του βολβού της τρίχας. Η διάρκεια παλμού κυμαίνεται σε δέκατα των millisecond, ώστε να είναι μικρότερη από το TRT του τριχικού θυλάκου, αλλά μεγαλύτερη από το TRT της επιδερμίδας, με σκοπό η βλάβη να περιορίζεται στην τριχοσμηγματογόνο μονάδα και να μην επεκτείνεται στους παρακείμενους ιστούς.

Η τρίχα διέρχεται κυκλικές διαδοχικές φάσεις ανάπτυξης (αναγενής), ηρεμίας (καταγενής) και απόπτωσης (τελογενής), ασύγχρονες στις διάφορες θέσεις τριχοφυΐας. Η διάρκεια της αναγενούς φάσης ποικίλλει και μπορεί να φθάσει τα 3 χρόνια, η καταγενής διαρκεί περίπου 3 εβδομάδες και η τελογενής διαρκεί περίπου 3 μήνες.

Έτσι σε οποιαδήποτε δεδομένη στιγμή το 80-85% των τριχών βρίσκεται σε αναγενή φάση, το 2% στην καταγενή και το 15% στην τελογενή. Η φάση ανάπτυξης της τρίχας έχει ιδιαίτερη σημασία, γιατί μόνο στην αναγενή φάση είναι η τρίχα ευαίσθητη στην επίδραση χημικών, φυσικών, ορμονι-

κών, φλεγμονωδών παραγόντων και λοιμώξεων. Επιπλέον η μελανίνη εμφανίζει μέγιστη συγκέντρωση στην αναγενή φάση της τρίχας, με αποτέλεσμα να μεγιστοποιείται η απορρόφηση της ενέργειας των Laser στη φάση αυτή.

### Συμπέρασμα

Τα επιτεύγματα της τελευταίας δεκαετίας στην τεχνολογία των συστημάτων Laser έχουν πολλαπλασιάσει τις κλινικές εφαρμογές τους στη δερματολογία.

Η ζήτηση των θεραπειών με Laser από τους ασθενείς και η εφαρμογή τους από τους δερματολόγους αυξάνονται συνεχώς, ως επακόλουθο αφενός της ευκολίας με την οποία αφαιρούνται οι δερματικές βλάβες και αφετέρου των ελάχιστων ανεπιθύμητων ενεργειών. Περαιτέρω έρευνες στο πεδίο των εφαρμογών των συστημάτων Laser αναμένεται να προσθέσουν νέες θεραπευτικές ενδείξεις στο μέλλον, να βελτιώσουν ακόμη περισσότερο την κλινική αποτελεσματικότητά και να μειώσουν το κόστος θεραπείας με την ανάπτυξη νέων τεχνικών.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Dover JS, Arndt KA. Illustrated Cutaneous Laser Surgery. Norwalk Connecticut: Appleton and Lange; 1990. p. 6-17.
2. Herd RM, Dover JS, Arndt KA. Basic laser principles. Dermatol Clinics 1997; 3:355-72.
3. Sawcer D, Lowe NJ. Laser physics for clinicians. In: Lowe NJ, Lask GP, editors. Lasers in Cutaneous and Cosmetic Surgery. 1st ed. Philadelphia; Churchill Livingstone: 2000. p. 1-13.
4. Ratz JL. Laser Physics. Clin Dermatol 1995; 13:11-20.
5. Anderson RR, Parish JA. Selective Photothermolysis: precise microsurgery selective absorption of pulsed radiation. Science 1983; 220:524-7.
6. Mulliken JB, Glowacki J. Hemangiomas and vascular malformations in infants and children: a classification based on endothelial characteristics. Plast Reconstr Surg 1982; 69:412.
7. Barsky SH, Rosen S, Geer D, et al. The nature and evolution of Port-Wine stain: a computer assisted study. J Invest Dermatol 1980; 74:154-7.
8. Goldman MP, Fitzpatrick RE, Ruiz-Esparaza J. Treatment of PWS with the FPD. J Pediatr 1993; 122:717.
9. Κωστάκης Π, Ρηγόπουλος Δ, Ιωαννίδης Δ. Βασικές αρχές των Laser. Ελλ Επιθ Δερμ Αφρ 2000; 11:84-8.
10. Τζεμμιάς Χ, Γκίντζου Χ. Θεραπεία αγγειακών βλαβών με Laser. Ελλ Επιθ Δερμ Αφρ 2000; 11:89-102.
11. Goldman MP, Fitzpatrick RE. Treatment of cutaneous vascular lesions. In: Goldman MP, Fitzpatrick RE, editors. Cutaneous Laser Surgery: the art and science of selective photothermolysis. St Louis: Mosby-Year book; 1994. p. 35-41. ■