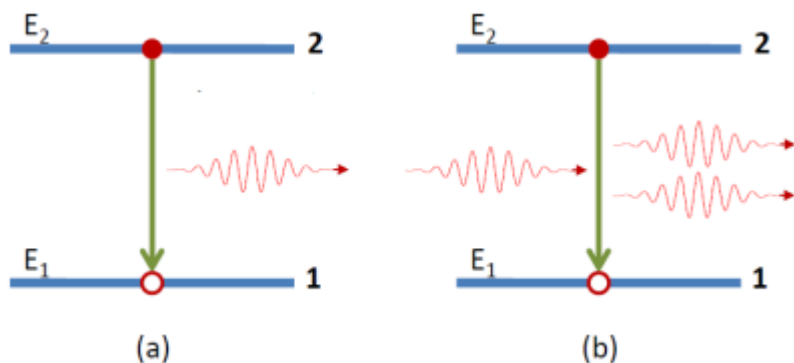


Laser

3.1 Φυσική των Laser

Τα lasers είναι διατάξεις παραγωγής (οπτικών) ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων με τη μέθοδο της «εξαναγκασμένης εκπομπής ακτινοβολίας». ιστορικά αναφέρουμε ότι ο Albert Einstein είχε αποδείξει τη δυνατότητα ύπαρξης της «εξαναγκασμένης εκπομπής ακτινοβολίας» από το 1917. Έστω το απλουστευμένο μοντέλο δύο ενεργειακών σταθμών E_1 , E_2 ενός ατόμου ενός δεδομένου υλικού που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Έστω ότι ένα άτομο του υλικού είναι αρχικά στο επίπεδο 2. Αφού $E_2 > E_1$ το άτομο έχει την τάση να αποδιεγερθεί στο επίπεδο 1. Τα ενεργειακά άλματα (αποδιεγέρσεις) των ατόμων γίνονται με τυχαίο τρόπο και σε τυχαίες χρονικές στιγμές. Όταν η ενέργεια αποδίδεται με την μορφή ΗΜ κύματος η διεργασία αυτή θα ονομαστεί αυθόρμητη εκπομπή. (Εικόνα 18 (α)).



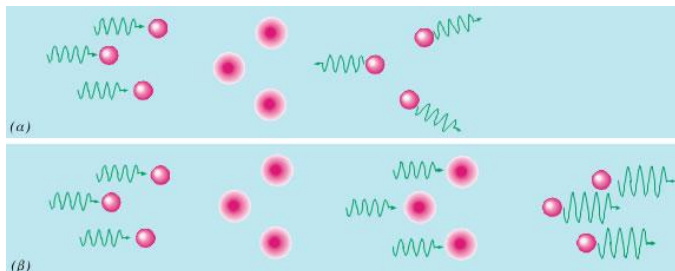
Εικόνα 18

(α) Αυθόρμητη εκπομπή

(β) Εξαναγκασμένη εκπομπή

Έστω τώρα ότι το άτομο βρίσκεται και πάλι αρχικά στο επίπεδο 2 και ένα ΗΜ κύμα (π.χ φωτόνιο) συχνότητας ίσης με εκείνη του αυθόρμητα εκπεμπόμενου κύματος, προσπίπτει στο δεδομένο υλικό. Αφού το κύμα έχει

την ίδια συχνότητα με την ατομική συχνότητα υπάρχει πεπερασμένη πιθανότητα το κύμα αυτό να εξαναγκάσει το άτομο να υποστεί την μετάπτωση $2 \rightarrow 1$. Σε αυτή την περίπτωση η ενεργειακή διαφορά $E_2 - E_1$ αποδίδεται με την μορφή ΗΜ που προστίθεται στο προσπίπτον κύμα. Αυτό είναι το φαινόμενο της εξαναγκασμένης εκπομπής. Υπάρχουν δύο βασικές διακρίσεις μεταξύ αυθόρμητης και εξαναγκασμένης εκπομπής. Στην αυθόρμητη εκπομπή το άτομο εκπέμπει ένα ΗΜ κύμα που δεν έχει σταθερή σχέση φάσης με εκείνο που εκπέμπεται από ένα άλλο άτομο και επιπλέον το κύμα μπορεί να εκπέμψει σε οποιαδήποτε διεύθυνση (τα κύματα εκπέμπονται σε όλες τις κατευθύνσεις). Στην εξαναγκασμένη εκπομπή, η εκπομπή κάθε ατόμου είναι σε φάση με το προσπίπτον κύμα, το οποίο καθορίζει και την διεύθυνση του εκπεμπόμενου κύματος (τα κύματα εκπέμπονται σε μία κατεύθυνση) Εικόνα 19.



Εικόνα 19 Αλληλεπίδραση ατόμου - ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

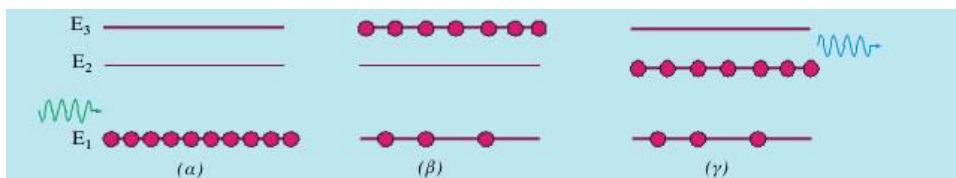
(α) Διέγερση και αυθόρμητη εκπομπή,

(β) Διέγερση και εξαναγκασμένη εκπομπή.

Ας δούμε αναλυτικότερα τον τρόπο δημιουργίας μίας δέσμης laser με τη βοήθεια της διάταξης laser ρουβιδίου. Σε συνηθισμένες συνθήκες τα περισσότερα άτομα βρίσκονται στη θεμελιώδη στάθμη (E_1). Φωτίζοντας το ρουμπίνι με πράσινο φως, τα ιόντα του διεγείρονται και ανερχονται στη στάθμη E_3 . Η διαδικασία αυτή ονομάζεται

άντληση (Εικόνα 20α). Στη στάθμη E_3 παραμένουν απειροελάχιστο χρόνο και μεταπίπτουν αυθόρμητα στην E_2 , που είναι στάθμη χαμηλότερης ενέργειας. Η διάρκεια παραμονής τους στην E_2 είναι πολύ μεγαλύτερη από ό,τι στην E_3 . Τέλος επιστρέφουν στη θεμελιώδη E_1 .

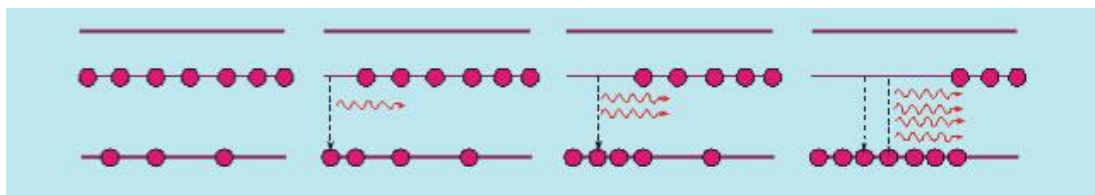
Η μεγάλη σχετικά διάρκεια παραμονής των ατόμων στην E_2 έχει ως αποτέλεσμα να βρίσκονται στην ενεργειακή αυτή κατάσταση περισσότερα άτομα από ό,τι στη θεμελιώδη. Η κατάσταση αυτή είναι αντίθετη από τη φυσιολογική, λέγεται **αντίστροφη πληθυσμών** (Εικόνα 20γ) και συντηρείται με την αδιάκοπη άντληση από τη στάθμη E_0 στη στάθμη E_1 .



Εικόνα 20

(α), (β) Διαδικασία άντλησης και (γ) αντιστροφή πληθυσμών

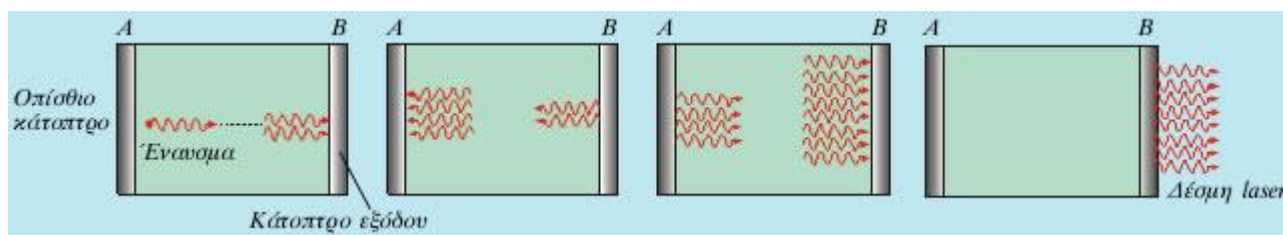
Όταν ένα άτομο μεταπίπτει από τη στάθμη E_2 στην E_1 , εκπέμπει φωτόνιο συχνότητας $f = (E_2 - E_1)/h$. Το φωτόνιο (από στην πορεία του συγκρούεται με ένα άλλο άτομο, που βρίσκεται στη στάθμη E_2 . Το άτομο αυτό με τη σειρά του εκπέμπει ένα πανομοιότυπο φωτόνιο και μεταπίπτει στη θεμελιώδη στάθμη E_1 . Τα δύο φωτόνια τώρα συγκρούονται με άλλα δύο άτομα, οπότε εκπέμπονται νέα φωτόνια κ.ο.κ.



Εικόνα 21

Σχηματική παράσταση εξαναγκασμένης αποδιέγερσης και δημιουργίας φωτός laser

Η ράβδος ρουβιδίου τοποθετείται μεταξύ δύο επίπεδων κατόπτρων, όπως φαίνεται στην Εικόνα 22. Η επιλογή των επίπεδων κατόπτρων είναι τέτοια, ώστε το οπίσθιο (Α) να αντανακλά όλα τα φωτόνια, ενώ το εμπρόσθιο (Β) (κάτοπτρο εξόδου) να είναι ημιπερατό και να επιτρέπει την έξοδο ενός ποσοστού φωτονίων. Το σύστημα των δύο αυτών κατόπτρων ονομάζεται **οπτικό αντηχείο**. Οι ακτίνες που ακολουθούν πορεία κατά μήκος της ράβδου, φτάνοντας στο κάτοπτρο Β, ανακλώνται και γυρίζουν πίσω. Στο δρόμο τους αποδιεγείρουν και άλλα άτομα και η δέσμη τους γίνεται πιο ισχυρή. Φτάνοντας στο κάτοπτρο Α ανακλούνται και, ακολουθώντας πορεία προς το κάτοπτρο Β, αποδιεγείρουν στο δρόμο τους πολλαπλάσια άτομα. Έτσι η ισχύς της δέσμης μεγαλώνει τόσο, ώστε ένα μέρος της καταφέρνει να διαπεράσει το ημιδιαφανές κάτοπτρο (Β). Η δέσμη του φωτός που εξέρχεται από το κάτοπτρο (Β) είναι το **φως laser** (Εικόνα 22).



Εικόνα 22 Σχηματική παράσταση της διαδικασίας παραγωγής φωτός laser.

3.2 Χαρακτηριστικά της ακτινοβολίας των Laser

Το φως laser που εκπέμπεται έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά, που το διαφοροποιούν από το φως άλλων φωτεινών πηγών:

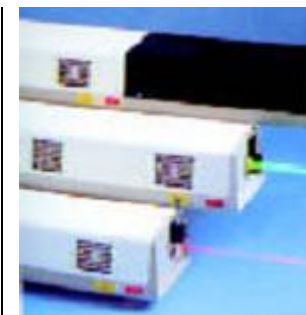
Κατευθυντικότητα. Η δέσμη φωτός είναι πολύ λεπτή και μένει παράλληλη, ακόμα και αν ταξιδέψει μεγάλες αποστάσεις, όπως από τη Γη στη Σελήνη. Η δέσμη laser αφενός μεταφέρεται σε μεγάλη απόσταση, χωρίς απώλειες ισχύος, αφετέρου, με τη βοήθεια φακών ή κατόπτρων, μπορεί να εστιασθεί σε ένα ιδιαίτερα μικρό σημείο.

Μονοχρωματικότητα. Το φως που εκπέμπεται από μία πηγή laser έχει μια συγκεκριμένη συχνότητα (χρώμα). Η ιδιότητα αυτή αξιοποιείται στη θεραπευτική για την εκλεκτική απορρόφηση του φωτός laser από το κατάλληλο χρωμοφόρο (μελανίνη, αιμοσφαιρίνη κ.λπ.).

Λαμπρότητα. Η δέσμη laser συγκεντρώνει μεγάλη οπτική ισχύ και, επειδή είναι πολύ λεπτή, είναι χιλιάδες φορές λαμπρότερη από τον Ήλιο. Γι' αυτό το λόγο δεν πρέπει να κατευθύνεται η δέσμη στα μάτια.

Συμφωνία φάσης. Το φωτόνιο που προκαλεί την αποδιέγερση αναδύεται μαζί με το φωτόνιο που εκπέμπεται. Αυτό συμβαίνει σε όλες τις διαδοχικές αποδιεγέρσεις.

Εστίαση. Επειδή έχει μεγάλη κατευθυντικότητα και είναι μονοχρωματική, μπορεί να εστιαστεί με κατάλληλους φακούς.



Εικόνα 23 Εργαστηριακά «κανόνια» lasers με διαφορετικά χρώματα.

3.3 Παράμετροι Laser

Συνοπτικά οι συσκευές που παράγουν ακτινοβολία laser αποτελούνται από τρία στοιχεία:

- A. την πηγή εκπομπής της διεγερμένης ακτινοβολίας
- B. το ενεργό υλικό που ενισχύει την ακτινοβολία
- Γ. τον οπτικό ανακλαστήρα που πολλαπλασιάζει την ισχύ της ακτινοβολίας



Εικόνα 24 Σχηματική απεικόνιση παραγωγής ακτινοβολίας laser

Τα laser ταξινομούνται με βάση το είδος του <u>ενεργού υλικού</u> κυρίως σε: 1. Laser αερίων: α) ουδέτερων αερίων, όπως είναι το Helium- Neon laser (He-Ne) β) μοριακών αερίων, όπως είναι το CO₂ laser γ) ιονισμένων αερίων, όπως είναι το Argon ή Krypton laser. 2. Laser στερεάς κατάστασης (Ruby laser, Alexandrite laser, Neodymium- YAG (Nd:YAG) laser) 3. Laser υγρών 4. Laser ημιαγωγών ή διοδικά laser	Τα laser με βάση την <u>ισχύ εξόδου</u> της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας χωρίζονται σε: 1. Μικρής ισχύος (0,5-50 mW) 2. Μέσης ισχύος (5-20 W) 3. Μεγάλης ισχύος	Ανάλογα με την <u>επίδραση</u> που έχουν στους ακτινοβολούμενους <u>ιστούς</u> χωρίζονται σε: 1. Αιμοστατικά laser (απορροφώνται από την αιμοσφαιρίνη προκαλώντας τοπική αιματική στάση και πήξη) 2. Υψηλής έντασης ή «ζεστά» laser (προκαλούν έντονη αύξηση της θερμοκρασίας και καταστρέφουν επιλεκτικά ιστούς ανάλογα με την απορροφητικότητα που έχουν στην ακτινοβολία) 3. «Κρύα» laser
---	---	--

Η δράση των lasers είναι αποτέλεσμα της μετατροπής της παρεχόμενης φωτεινής ενέργειας, μετά την απορρόφησή της από τους ιστούς, σε θερμική, μηχανική ή χημική ενέργεια. Πρόκειται για σύνθετο φαινόμενο που εξαρτάται: α) από τα χαρακτηριστικά της ακτινοβολίας και των χρησιμοποιούμενων συσκευών: μήκος κύματος, ισχύς εξόδου, διάρκεια παλμού, μέγεθος δέσμης και β) από τις οπτικές και θερμικές ιδιότητες του ιστού. Το δέρμα δεν αποτελεί ομοιογενές υλικό. Το βάθος διείσδυσης των ακτίνων laser εξαρτάται από τον βαθμό απορρόφησης και σκέδασης τους. Όταν το φως προσπέσει στην επιφάνεια του δέρματος, ακολουθεί συνδυασμός των φαινομένων της ανάκλασης, απορρόφησης, σκέδασης (διάχυσης) και μετάδοσης αυτού.

Ανάκλαση Το φως μπορεί να ανακλαστεί από διάφορα στοιχεία του δέρματος χωρίς καμία κλινική επίδραση. Η επιδερμίδα είναι υπεύθυνη για το μεγαλύτερο ποσοστό ανάκλασης από το δέρμα. Υπολογίζεται ότι ανακλάται το 5-10% του προσπίπτοντος φωτός.

Σκέδαση (διάχυση) Το φως διαχέεται προς όλες τις κατευθύνσεις, μακριά από τον αρχικό του στόχο. Οι ίνες του κολλαγόνου είναι υπεύθυνες για το μεγαλύτερο ποσοστό διάχυσης. Η διάχυση έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της έντασης του προσπίπτοντος φωτός. Η διάχυση, όμως, προς τα πίσω μπορεί ουσιαστικά να αυξήσει την ένταση της δέσμης μέσα στους ιστούς. Η σκέδαση μειώνεται όσο αυξάνει το μήκος κύματος.

Μετάδοση Το φως διέρχεται μέσα από τον ιστό-στόχο χωρίς κλινικό αποτέλεσμα.

Απορρόφηση Απορρόφηση καλείται η διαδικασία πρόσληψης της φωτεινής ενέργειας και η μετατροπή της σε άλλη μορφή ενέργειας εντός των ιστών, ώστε να επέλθουν βιολογικές μεταβολές. Επιτελείται από ορισμένες ενδογενείς ή εξωγενείς ουσίες του δέρματος που καλούνται χρωμοφόρα. Διακρίνονται σε ενδογενή: αιμοσφαιρίνη, μελανίνη και νερό ενδοκυττάριο ή εξωκυττάριο και εξωγενή: χρωστικές των tattoo. Ο συντελεστής απορρόφησης (cm^{-1}) διαφέρει μεταξύ των χρωμοφόρων για τις επί μέρους ακτινοβολίες του Η/Μ φάσματος. Η μελανίνη εμφανίζει ευρύ φάσμα απορρόφησης (400 ως 750 nm), που ελαττώνεται όσο αυξάνει το μήκος κύματος της ακτινοβολίας. Η οξυαιμοσφαιρίνη απορροφά, έντονα, ακτινοβολία μήκους κύματος 418 nm και ασθενέστερα ακτινοβολία με μήκη κύματος 548 nm και 577 nm. Το νερό απορροφά φωτεινή ενέργεια που περιέχεται στο υπέρυθρο τμήμα του φάσματος.

3.5 Επιδράσεις στο Δέρμα

Το βιολογικό αποτέλεσμα της θερμικής ενέργειας στους ιστούς καθορίζεται από το ύψος της θερμοκρασίας που θα επιτευχθεί και τη διάρκεια της ακτινοβολήσης. Αύξηση της θερμοκρασίας κατά 5-10°C (υψηλότερα από τη θερμοκρασία των 37°C του σώματος) προκαλεί βλάβες στα κύτταρα, κατ' αρχάς αντιστρεπτές. Στη θερμοκρασία των 60°C μετουσιώνονται οι πρωτεΐνες και στους 70°C το DNA (διαδικασία της πήξης). Στους 100°C το ενδοκυττάριο νερό φθάνει στο σημείο βρασμού και μετατρέπεται σε ατμό. Η ατμοποίηση αυξάνει υπερβολικά τον όγκο του κυττάρου και αναπτύσσει τρομερές δυνάμεις στο κυτταρικό τοίχωμα, με συνέπεια την καταστροφή του με τη μορφή έκρηξης. Περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί αποξήρανση και απανθράκωση.

Οι Anderson και Parrish προσέδωσαν σημαντική ώθηση στην θεραπευτική δράση των lasers με την διατύπωση της θεωρίας της εκλεκτικής φωτοθερμόλυσης, στην οποία περιγράφουν την ελεγχόμενη καταστροφή (destruction) της ανεπιθύμητης βλάβης, όταν αυτή ταυτίζεται με το χρωμοφόρο, χωρίς σημαντικές επιπτώσεις (damage) στους περιβάλλοντες ιστούς, όταν:

- επιλέγεται μήκος κύματος που απορροφάται προνομακά από το χρωμοφόρο σε σύγκριση με τους περιβάλλοντες ιστούς,
- παρέχεται ικανή ποσότητα ενέργειας, ώστε να μεταβληθεί η θερμική κατάσταση του στόχου, και
- η διάρκεια της παροχής ενέργειας (ακτινοβολήσης) είναι μικρότερη του χρόνου θερμικής χαλάρωσης (TRT) του χρωμοφόρου.

Με την βοήθεια της ακτινοβολίας laser μπορούμε να αλλάξουμε την αισθητική εικόνα του δέρματος στην περιοχή που την εφαρμόζουμε. Αυτή η αλλαγή συμβαίνει γιατί η ακτινοβολία laser προκαλεί αύξηση της έκκρισης κολλαγόνου και ελαστίνης. Αυτές οι δύο ουσίες ως δομικά συστατικά βοηθούν τις ρυτίδες, τα σημάδια ψωρίασης, τα σημάδια του έρπη και γενικά τις μορφολογικές ανωμαλίες του δέρματος, να αλλάξουν την αισθητική τους εικόνα και να αναζωογονηθούν.

Ενδείξεις Εφαρμογής laser	Αντενδείξεις Εφαρμογής laser
Κλινικές μελέτες έδειξαν πως τα φυσικοθεραπευτικά Laser (cold) έχουν πολύ καλά θεραπευτικά αποτελέσματα σε ορισμένες παθολογικές καταστάσεις. Η υψηλή θεραπευτική τους δράση οφείλεται κυρίως: - Στην αναγέννηση και ανάπλαση των κυττάρων της πάσχουσας περιοχής που προκαλεί η ακτινοβολία. - Στη βελτίωση της κυκλοφορίας του αίματος τοπικά στην περιοχή που εφαρμόζεται η ακτινοβολία. - Στην αντιφλεγμονώδη και αποιδηματική επίδραση που προκαλεί η ακτινοβολία στην πάσχουσα περιοχή. - Στη μείωση του πόνου.	Η εφαρμογή της ακτινοβολίας Laser αντενδείκνυται στις παρακάτω περιπτώσεις: - Σε άμεση επαφή με τα μάτια. - Σε διάστημα 4 – 6 μηνών μετά από την ακτινοθεραπεία, γιατί η τελευταία αυξάνει την ευπάθεια των ιστών σε κακοήθειες και σε εγκαύματα. - Σε αιμορραγικές καταστάσεις, γιατί προκαλεί περαιτέρω αγγειοδιαστολή. - Τοπικά σε ενδοκρινείς αδένες, γιατί λόγω της επίδρασης που έχει σε κυτταρικό επίπεδο, μπορεί να διαφοροποιήσει τη λειτουργία τους. - Σε κακοήθειες νεοπλασίες.

Εφαρμογές laser στην Αισθητική

- Ρυτίδες, - Σημάδια ακμής, - Δυσχρωμίες, - Υπερκερατωσικές βλάβες - Ευρυαγγείες - Αιμαγγειώματα - Αιμαγγειωματώδεις σπίλοι προσώπου ή σώματος - Ραβδώσεις σώματος (ραγάδες) - Υπερτροφικές ουλές και χηλοειδή - Μυρμηκίες δέρματος - Μελαγχρωματικές βλάβες - Τατουάζ	- Κηλίδες γήρανσης των χεριών και του ‘ντεκολτέ’ - Πανάδες - Φακίδες - Θηλώματα - Σμηγματορροϊκές υπερκερατώσεις - Συριγγαδενώματα - Καλοήθειες βλάβες του δέρματος - Κυτταρίτιδα
--	--

Προφυλάξεις κατά την θεραπεία με laser

Πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα επιφυλακτικοί στη χρήση της ακτινοβολίας με Laser στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- α.** σε ασθενείς με επιληψία,
- β.** σε ασθενείς με πυρετό,
- γ.** σε εγκύους στην οσφύ,
- δ.** στην έμμηνο ρήση,
- ε.** στο έμβρυο πάνω στους γονάδες,
- στ.** στις επιφυσιακές γραμμές των παιδιών,
- ζ.** σε ασθενείς που βρίσκονται σε διαταραχή του προσανατολισμού,
- θ.** σε περιοχές με μειωμένη ευαισθησία,
- ι.** σε μολυσμένους ιστούς,
- ια.** στα συμπαθητικά γάγγλια και
- ιβ.** στην καρδιακή περιοχή ασθενών με καρδιακή νόσο.

Παρενέργειες της θεραπείας με laser

Ορισμένες έρευνες αναφέρουν τις εξής παρενέργειες, μετά από την έκθεση μιας περιοχής στην ακτινοβολία Laser:

- α.** παροδική μυρμηκίαση,
- β.** ήπιο ερύθημα,
- γ.** αίσθηση καψίματος,
- δ.** αύξηση του πόνου,
- ε.** μούδιασμα,
- στ.** δερματικό εξάνθημα.

Ασφάλεια

Ο χειριστής συσκευών laser ή άλλων φωτεινών πηγών πρέπει να είναι εκπαιδευμένος ώστε να αναγνωρίζει και να προλαμβάνει την ανάπτυξη των πιθανών κινδύνων, για τον ασθενή ή το προσωπικό κατά την διάρκεια της λειτουργίας τους. Η αίθουσα θεραπείας, πρέπει να είναι ορθά διαμορφωμένη, να μην περιέχει εύφλεκτα υλικά και να φέρει την κατάλληλη εξωτερική σηματοδότηση. Το νοσηλευτικό προσωπικό πρέπει να χρησιμοποιεί προφυλακτικά γυαλιά ανάλογα με το μήκος κύματος της εφαρμοζόμενης ακτινοβολίας.

Η προφύλαξη των ασθενών επιτυγχάνεται με ειδική ανοξείδωτη ατσάλενια κατασκευή που καλύπτει τους οφθαλμικούς κόγχους ή προστατευτικών μεταλλικών καλυμμάτων του σκληρού μετά από ενστάλαξη αναισθητικού. Ιδιαίτερη μέριμνα απαιτείται για την απομάκρυνση του παραγόμενου καπνού και την αποφυγή διασποράς σωματιδίων εκ των βλαβών ή σταγόνων αίματος.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται το είδος laser χρησιμοποιείται σε διάφορες παθήσεις ή θεραπείες ανάλογα με το χρωμοφόρο .

Αποτρίχωση	Μελανίνη	Εξωγενείς χρωστικές -tattoos	Νερό
Ruby laser (694 nm) Alexandrite (755 nm) Nd:YAG laser (1064 nm)	Nd: YAG (532 nm) ruby (694 nm) alexandrite (755 nm) Nd:YAG (1064nm)	Nd: YAG(532nm): Ερυθρά χρωστική ruby (694 nm): Μαύρη, μπλε, πράσινη χρωστική alexandrite (755 nm): Μαύρη, μπλε, πράσινη χρωστική Nd:YAG (1064nm): Μαύρη, μπλε χρωστική	<u>Δερματική ανάπλαση (μη αφαιρετική κλασματική φωτοθερμόλυση)</u> Nd:YAG (1320 nm), Mid-IR diode (1450 nm), Erbium: glass (1540 nm), Thulium: YAG (1927 nm) <u>Ρυτίδες, ουλές, έντονη φωτογήρανση (αφαιρετική κλασματική φωτοθερμόλυση)</u> Erbium: YAG (2940 nm) CO ₂ (10600 nm)
Αιμοσφαιρίνη			
Παλμικό laser χρωστικής (577-600 nm) (PDL) Αγγειακές δυσπλασίες, τηλεαγγειεκτασίες προσώπου, φλεβικές λίμνες, ερυθρές ουλές, αστεροειδή αιμαγγειώματα, ποικιλόδερμα Civate, πυογόνο κοκκίωμα, δερματικές παθήσεις με αγγειακό στοιχείο: μυρμηκίες, κ.ά.	KTP (532 nm) Αγγειακές δυσπλασίες, τελεαγγειεκτασίες προσώπου, ποδιών, ροδόχρους νόσος	alexandrite (755 nm) Εκλεκτική απορρόφηση από την δεοξυαιμοσφαιρίνη: υπερτροφικές αγγειακές δυσπλασίες, αντιμετώπιση φλεβών κάτω άκρων	long- pulsed Nd:YAG (1064 nm) Αντιμετώπιση φλεβεκτασιών κάτω άκρων, φλεβικές λίμνες, τελεαγγειεκτασίες προσώπου, φλεβικές δυσπλασίες, αγγειακές δυσπλασίες

Πίνακας 4 Είδος laser ανάλογα με την θεραπεία

Ερωτήσεις

1. Τι είναι το λέιζερ;
2. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα και ποια τα μειονεκτήματα της θεραπείας με Laser;
3. Σε ποιες θεραπείες έχει εφαρμογή το λέιζερ;

Βιβλιογραφία

1. Ιωάννου Π., Κουτσαμπελάς Χ., Λεβεντούδης Φ., **Ηλεκτροθεραπεία II**, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Τομέας Υγείας και Πρόνοιας, Αθήνα, 2001
2. Γεωργάκος Π., Σκαλωμένος Α., Σφάρνας Ν., Χριστακόπουλος Ι., **Φυσική Γενικής Παιδείας Γ' Λυκείου**, ΟΕΔΒ, Αθήνα
3. Svelto O., Μετάφραση Κουρούκλης Γ., Σεραφετανίδης Α., **Αρχές των lasers**, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 1986
4. Κωστάκης Π., Δρεκόλια Ε., Παναγιώτη Δ., Λάριος Γ., **Laser εφαρμογές στη δερματολογία**, Κρατική Δερματολογική Κλινική, Νοσ/μείο Δερματικών και Αφροδισίων Νόσων “Α. Συγγρός”, Αθήνα, Ελλ. Επιθ. Δερμ. Αφρ. 24:3 153-162, 2013, Αθήνα, 2013
5. Σημειώσεις μαθήματος, **Ειδικά Θέματα Φυσικής Β' Εξάμηνο**, Ι.Ε.Κ Βάρης 2013