



ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΠΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΟΠΤΟΜΕΤΡΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
**ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΩΝ ΚΑΙ
ΟΦΘΑΛΜΟΥ**

Όνοματεπώνυμα Σπουδαστών:

Γεωργούλα Ελένη Άννα

Μίσκα Σοφία

Επιβλέπων καθηγητής:

Κουτσογιάννης Κωνσταντίνος

Μακρυνιώτη Δήμητρα

Αίγιο- 2021

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT.....	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Ο ΟΦΘΑΛΜΟΣ.....	9
1.1. Ανατομία οφθαλμού.....	9
1.1.1. Μηχανισμός όρασης.....	11
1.1.2. Ιδιότητες του οφθαλμού.....	12
1.2. Φως και λειτουργία της όρασης.....	12
1.2.1. Τα φωτοευαίσθητα κύτταρα του οφθαλμού.....	12
1.2.2. Φωτογραφική μηχανή.....	13
1.3. Τύποι όρασης.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΦΩΣ ΚΑΙ ΧΡΩΜΑ.....	15
2.1. Ορατό φάσμα φωτός.....	15
2.1.1. Μέλαν σώμα.....	15
2.1.2. Χρώμα και όραση.....	16
2.1.3. Θερμοκρασία χρώματος.....	17
2.2. Φως και ανάκλαση.....	17
2.2.1. Είδη ανάκλασης.....	17
2.2.2. Ολική ανάκλαση ή Εσωτερική ολική ανάκλαση.....	18
2.2.3. Ανάκλαση του φωτός και Καθορισμός χρωμάτων.....	18
2.2.4. Διάθλαση.....	19
2.3. Χρώμα και ηλιακό φως.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΚΑΙ ΥΠΕΡΥΘΡΕΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ.....	21
3.1. Υπεριώδης ακτινοβολία.....	21
3.1.1. Σωματιδιακή ακτινοβολία.....	22
3.1.2. Σωματίδιο α.....	22
3.1.3. Σωματίδιο β.....	23
3.2. Επίδραση ηλιακής ακτινοβολίας στον οφθαλμό.....	23
3.3. Βλάβες των οφθαλμών από της ηλιακή ακτινοβολία.....	24
3.3.1. Βλέφαρα.....	25
3.3.2. Φωτοκερατίτιδα.....	25
3.3.3. Πτερύγιο.....	26
3.3.4. Στεάτιο.....	26
3.3.5. Ραγοειδές μελάνωμα.....	27
3.3.6. Ηλιακή εκφύλιση της ωχράς κηλίδας.....	27
3.3.7. Γεροντικός καταρράκτης.....	28
3.4. Υπεριώδες ακτινοβολίες και προστασία.....	29
3.4.1. Χρήση πολωτικών γυαλιών ηλίου (Polaroid Eyewear).....	30
3.4.2. Αποχρώσεις οφθαλμικών φακών που προστατεύουν από την UV ακτινοβολία.....	31
3.4.3. Φωτοχρωμικοί οφθαλμικοί φακοί.....	32
3.5. Υπέρυθρη ακτινοβολία.....	33
3.5.1. Φυσιολογικά αποτελέσματα με την χρήση υπέρυθρης ακτινοβολίας.....	33
3.5.2. Ενδείξεις.....	34

3.5.3. Αντενδείξεις.....	34
3.5.4. Παρενέργειες της θεραπείας με υπέρυθρες ακτινοβολίες	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΙΟΝΤΙΖΟΥΣΕΣ ΚΑΙ ΜΗ ΙΟΝΤΙΖΟΥΣΕΣ	
ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ.....	36
4.1. Πρωτόνια.....	36
4.1.1. Νετρόνια.....	36
4.1.2. Ηλεκτρόνια.....	37
4.1.3. Φωτόνια.....	38
4.2. Επιδράσεις των ιοντίζουσων και των μη ιοντίζουσων ακτινοβολιών.....	38
4.3. Ιοντίζουσες ακτινοβολίες και οφθαλμός.....	39
4.4. Μη Ιοντίζουσες ακτινοβολίες/ηλεκτρομαγνητική.....	40
4.5. Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα.....	41
4.6. Κινητά τηλέφωνα και ακτινοβολίες.....	43
4.7. Επιπτώσεις ακτινοβολιών.....	44
4.8. Προστασία από τη μη ιοντίζουσα ακτινοβολία.....	45
4.8.1. Ακτινοπροστασία.....	45
4.9. Νέα δεδομένα για την ακτινοπροστασία.....	46
4.9.1. Όρια ασφαλούς έκθεσης του κοινού.....	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ LASER.....	49
5.1. Ορισμός της ακτινοβολίας Laser.....	49
5.1.1. Ιστορική Αναδρομή Laser.....	49
5.1.2. Αρχή λειτουργίας Laser	50
5.1.3. Σχηματισμός αναστροφής πληθυσμών.....	50
5.2. Άτομα, μόρια και βιομόρια.....	50
5.3. Απορρόφηση, Αυθόρμητη εκπομπή, Εξαναγκασμένη εκπομπή.....	51
5.3.1. Απορρόφηση.....	51
5.3.2. Αυθόρμητη εκπομπή.....	51
5.3.3. Εξαναγκασμένη εκπομπή.....	51
5.4. Ιδιότητες των Laser.....	51
5.4.1. Εφαρμογές των Laser.....	52
5.4.2. Κατηγοριοποίηση των Laser.....	52
5.5. Θερμικές επιδράσεις.....	53
5.5.1. Μη θερμικές επιδράσεις.....	53
5.6. Επικινδυνότητα ακτινοβολίας Laser	53
5.6.1. Άλλοι κίνδυνοι.....	54
5.7. Προστασία οφθαλμού από ακτινοβολίες Laser.....	55
5.8. Διαθλαστικές ανωμαλίες του οφθαλμού.....	55
5.8.1. Διαθλαστική χειρουργική.....	56
5.8.2. Excimer Laser.....	56
5.8.3. Argon Laser.....	57
5.8.4. Lasik Laser.....	58
5.8.5. Πιθανά προβλήματα από την φωτοδιαθλαστική χειρουργική επέμβαση.....	59
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	60
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	62

Πρόλογος-Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή με θέμα « αλληλεπίδραση ακτινοβολιών και οφθαλμού» εκπονήθηκε για το Πανεπιστήμιο Πατρών στο τμήμα Οπτικής Οπτομετρίας παράρτημα Αιγίου.

Η πτυχιακή εργασία έχει στόχο να αναλύσει την αλληλεπίδραση των ακτινοβολιών και του ανθρώπινου οφθαλμού. Εξηγεί πως έρχονται οι ακτινοβολίες σε επαφή με το μάτι και τι μπορούν να του προκαλέσουν στον ίδιο τον οφθαλμό ως όργανο όσο και τους λόγους που επηρεάζουν την όραση. Ωστόσο δίνεται έμφαση και στις πηγές των ακτινοβολιών αυτών που μπορεί να είναι φυσικές αλλά και τεχνητές αλλά και στον τρόπο προστασίας και αντιμετώπισης σε ενδεχόμενα προβλήματα.

Οι πηγές των ακτινοβολιών δεν είναι εφικτό να αποφευχτούν εντελώς. Ωστόσο η προστασία του κοινού από αυτές απασχολεί ιδιαίτερος τα κράτη αναζητώντας καινοτόμους τρόπους προστασίας και θέτεται συχνά ως θέμα συζήτησης με αποτέλεσμα την λήψη μέτρων, λαμβάνοντας υπόψιν κάθε κοινωνική ομάδα που χρίζει επιπρόσθετη προστασία από τις ακτινοβολίες (παιδιά, εγκύους, ηλικιωμένους, κτλ.) και έτσι θέτονται όρια έκθεσης που ενδείκνυται να είναι λιγότερο επιβλαβή για κάθε πολίτη, δεν πρέπει να παραλειφθεί όμως πως η τήρηση των μέτρων έκθεσης του κοινού που θέτονται από το κράτος μπορεί να είναι και ωφέλιμη σε κάποιες περιπτώσεις. Γίνεται λόγος για ακτινοβολίες σε ένταση και σε συχνότητα ενδεδειγμένη από ειδικούς για την ιάσιμη λειτουργία τους. Η προσφορά των ακτινοβολιών στην κλάδο της ιατρικής αναλύεται στην εργασία καθώς και πιο εξελιγμένοι τρόποι χρήσης τους ώστε τα αποτελέσματα να είναι πλήρως θεμιτά και αξιόλογα.

Κλείνοντας θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε για την πολύτιμη και αδιάκοπη βοήθεια αλλά και τον συντονισμό της παρούσας πτυχιακής εργασίας τους επιβλέποντες μας κύριο Κουτσογιάννη Κωνσταντίνο και την κυρία Μακρυνιώτη Δήμητρα καθώς και για την παροχή γνώσεων και στοιχείων που μας προσέφεραν.

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει σκοπό την ανάλυση την αλληλεπίδραση ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών με τον ανθρώπινο οφθαλμό. Στόχος της είναι η ανάλυση εκπομπής ακτινών, από που αυτές προέρχονται, οι επιπτώσεις στο μάτι αλλά και τους λόγους που τις καθιστούν επικίνδυνες. Επιπρόσθετα παραθέτονται και οι ευεργετικές τους ιδιότητες ελέγχοντας την εκπομπή τους και τον χρόνο έκθεσης των ατόμων σε αυτές και πάντα υπό την επίβλεψη ειδικών και γιατρών.

Για την επίτευξη των παραπάνω η εργασία χωρίστηκε σε πέντε κεφάλαια. Στο 1^ο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση του ανθρώπινου οφθαλμού, η λειτουργία, η ανατομία και η φυσιολογία του. Έπειτα στο 2^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι ορατές και μη ορατές, από τον ανθρώπινο γυμνό οφθαλμό, ακτινοβολίες καθώς και τα φωτοευαίσθητα κύτταρα του ματιού που διεγείρουν. Επιπρόσθετα γίνεται ανάλυση της πορείας των ακτινών αλλά και οι ιδιότητες τους. Ακολουθεί το κεφάλαιο 3^ο εστιάζοντας στις υπεριώδης και υπέρυθρες ακτινοβολίες σχετικά με την επιβάρυνση που διαθέτουν στην λειτουργία του οφθαλμού. Το 4^ο κεφάλαιο αναλύει τις ιοντίζουσες και μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες. Περιγράφει την συμπεριφορά των πρωτονίων, ηλεκτρονίων, νετρονίων, φωτονίων και φτάνει στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα. Ακόμα αναφέρεται και η νομοθεσία καθώς και τα μέτρα προστασίας που έχουν τεθεί για την αποφυγή της συνεχούς έκθεσης του κοινού στις ακτινοβολίες. Ολοκληρώνοντας στο 5^ο και τελευταίο κεφάλαιο της πτυχιακής μας εργασίας αναλύονται οι ακτίνες Laser, οι λειτουργίες τους και οι διαφοροποιήσεις τους ανάλογα με την χρήση που έχουν.

Τέλος παραθέτονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των θεμάτων, την έρευνα και την βιβλιογραφική ανασκόπηση, και καταγράφονται οι πηγές όλων όσων αναφέρθηκαν στην εργασία.

Λέξεις κλειδιά: ακτινοβολία, φως, χρώμα, ανάκλαση, διάθλαση, ηλιακό φως, πολωτικά γυαλιά, laser, διαθλαστική χειρουργική

Abstract

The present dissertation aims to analyze the interaction of electromagnetic radiation with the human eye. Its purpose is to analyze the emission of rays, where they come from, the effects on the eye and the reasons that make them dangerous. In addition, their beneficial properties are listed by controlling their emission and the time of exposure of people to them and always under the supervision of specialists and doctors.

To achieve the above the work was divided into five chapters. Chapter 1 analyzes the human eye, its function, anatomy and physiology. Then in the 2nd chapter are presented the visible and invisible, from the human naked eye, radiations as well as the photosensitive cells of the eye that stimulate. In addition, the course of the rays and their properties are analyzed. Chapter 3 focuses on ultraviolet and infrared radiation in relation to the burden they have on ocular function. Chapter 4 analyzes ionizing and non-ionizing radiation. Describes the behavior of protons, electrons, neutrons, photons and reaches the electromagnetic spectrum. This chapter also refers to the legislation as well as the protection measures that have been put in place to prevent the public from being exposed to radiation. Concluding the 5th and last chapter of our dissertation, the Laser rays, their functions and their differentiations depending on the use they have are analyzed.

Finally, the conclusions that emerged from the analysis of the issues, the research and the bibliographic review are presented, and the sources of all those mentioned in the work are recorded.

Keywords: radiation, light, color, reflection, refraction, sun light, polarized glasses, laser, refractive surgery.

Εισαγωγή

Οι ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες και η ραδιενέργεια είναι γνωστές έννοιες στο ευρύ κοινό καθώς υπάρχουν από πάντα στην καθημερινή ζωή. Προέρχονται από τη γη αλλά και από το διάστημα, ως εκ τούτου ανέκαθεν οι άνθρωποι ήταν εκτεθειμένοι σε αυτές τις ακτινοβολίες που ονομάζονται φυσικές ακτινοβολίες, μέσα σε αυτές συγκαταλέγεται και η ακτινοβολία των κεραυνών καθώς είναι ένα φυσικό φαινόμενο . Επιπρόσθετα η ακτινοβολία που εκπέμπεται από το διάστημα καλείται κοσμική ακτινοβολία.

Οι κινήσεις του ανθρώπινου σώματος, οι τροφές, το νερό ακόμα και ο αέρας περιέχει χαμηλά επίπεδα ακτινοβολίας που εκπέμπονται από ραδιενεργά στοιχεία που περιέχονται σε αυτά. Πιο συγκεκριμένα το κάλιο είναι ένα ραδιενεργό στοιχείο που υπάρχει στον ανθρώπινο οργανισμό. Δεν υπάρχουν όμως μόνο οι φυσικές ακτινοβολίες αλλά και οι τεχνητές.

Την τεχνητή ακτινοβολία την χρησιμοποιεί ο άνθρωπος για διάφορους λόγους. Ο σημαντικότερος και πιο ωφέλιμος είναι η χρήση των τεχνητών ακτινοβολιών για ιατρικούς και διαγνωστικούς λόγους. Η ένταση των ακτινοβολιών είναι συγκεκριμένη καθώς και η συχνότητά της για την αποφυγή αμέσων προβλημάτων. Τεχνητές ακτινοβολίες εκπέμπονται όμως και με την δοκιμή πυρηνικών όπλων, η εκπομπή των οποίων είναι σημαντικότερη για τον ανθρώπινο οργανισμό. Ωστόσο και μέσα στη μέρα τα άτομα είναι σε συνεχή επαφή και αλληλεπίδραση με τις ακτινοβολίες καθώς και ηλεκτρικές συσκευές όπως η ηλεκτρική σκούπα ή ο φούρνος μικροκυμάτων εκπέμπουν ανάλογα ραδιενεργά κύματα που σε βάθος χρόνου μπορεί να προκληθούν προβλήματα υγείας στους χρήστες.

Πέρα από τις άμεσα βλαβερές ακτινοβολίες και τις έμμεσα ή σε βάθος χρόνου υπάρχουν και οι ευεργετικές ακτινοβολίες. Αυτές εκπέμπονται μέσω laser και ενδείκνυται για χρήση πολλών περιπτώσεων με ορισμένους περιορισμούς. Η ακτινοβολία laser βοηθάει άμεσα την διόρθωση μυϊκών κυρίως προβλημάτων. Η χρήση του επιβάλλεται να γίνεται από ειδικό καθώς και η εκπομπή της ακτινοβολίας αυτής γίνεται για κάθε περίπτωση με ενδεδειγμένη εκπομπή και συχνότητα. Οι περιορισμοί είναι ανάλογα την συνολική υγεία του ασθενή ή πιο συγκεκριμένα την κατάσταση που βρίσκετε το σημείο που θα εφαρμοστή η θεραπεία. Σε περιπτώσεις που το άτομο δεν έχει σωστή ή ξεκάθαρη αντίληψη της θερμότητας μπορεί να προκληθεί έγκαυμα. Επομένως δεν προχωράει μία τέτοια θεραπεία, καθώς η προστασία των ατόμων από τις ακτινοβολίες είναι το ζητούμενο.

Σε αυτό το κομμάτι έχουν ρίξει το βάρος τους τα κράτη συζητώντας για παραμέτρους και μέτρα προστασίας του κοινού από κάθε είδους ακτινοβολία. Όσον αφορά τον κλάδο της ιατρικής η εκπομπή ακτινοβολίας για διαγνωστικούς σκοπούς έχει περιορισμό για συγκεκριμένα διαστήματα. Όσον αφορά την ευεργετική πλευρά των ακτινοβολιών η εκπομπή αυτών γίνεται σε τόσο χαμηλές συχνότητες που δεν είναι άμεσα βλαβερές για τον άνθρωπο. Αλλά και η γενικότερη αλληλεπίδραση του κοινού με τις τεχνητές και φυσικές ακτινοβολίες είναι σε συνεχή παρακολούθηση

από τα κράτη για τη καλύτερη δυνατή προστασία λαμβάνοντας υπόψιν και τις πιο ευαίσθητες και ευπαθείς ομάδες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Ο ΟΦΘΑΛΜΟΣ

1.1. Ανατομία οφθαλμού

Οφθαλμός. Ο οφθαλμός είναι το μέσο που επιτρέπει την αντίληψη του περιβάλλοντος και του ευρύτερου χώρου που ζει και κινείται ο άνθρωπος με κάθε λεπτομέρεια, όπως είναι το φως (οι αποχρώσεις των εικόνων) καθώς και το βάθος τους (η λεγόμενη τρισδιάστατη όραση). Μία τέτοια διαδικασία τόσο σημαντική δεν θα μπορούσε να επιτευχθεί με ένα απλό σύστημα επεξεργασίας του χώρου. Ωστόσο Το μάτι για να καταγράψει και να αναλύσει τα όσα υπάρχουν στο οπτικό του πεδίο αποτελείται από διάφορα επιμέρους όργανα. (Τοπαλής,Φ.Β., 2010)

Οφθαλμικός βολβός. Ο οφθαλμικός βολβός είναι το κύριο όργανο της όρασης, και βρίσκεται προστατευμένος στον οφθαλμικό κόγχο της κεφαλής. Αποτελείται από δύο μέρη το οφθαλμικό κυστίδιο και τον οπτικό μίσχο. Επιπλέον η διάμετρός του είναι περίπου 2,5 cm. Το πρόσθιο μέρος του είναι περισσότερο καμπύλο από ότι το οπίσθιο. Στην μπροστινή επιφάνεια καλύπτεται και προστατεύεται από τα βλέφαρα. Στον οφθαλμικό βολβό εκφύονται οι μύες οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την κινητικότητα και την περιστροφή των οφθαλμών στις εννέα κύριες οφθαλμολογικές θέσεις (ευθεία μπροστά, πάνω, πάνω δεξιά, πάνω αριστερά, αριστερά, κάτω αριστερά, κάτω, κάτω δεξιά, δεξιά).

Οι επιφάνειες που καλύπτουν τον οφθαλμό είναι τρεις. Ξεκινώντας από έξω προς το εσωτερικό υπάρχει ο σκληρός και ο κερατοειδής χιτώνας οι οποίοι καλύπτουν τον βολβό του ματιού. Στην όψη είναι αδιαφανής και η κύρια λειτουργία του σκληρού χιτώνα είναι η προστασία του οφθαλμού από τραυματισμούς, ενώ παράλληλα επιτρέπει στο φως να εισέρχεται στο μάτι. Το πρόσθιο τμήμα του ματιού το οποίο είναι διαφανής και άχρωμο είναι ο κερατοειδής. Είναι υπεύθυνος για την διάθλαση του εισερχόμενου φωτός έτσι ώστε να εστιάζονται οι εικόνες που βλέπουμε.

Στη συνέχεια ακολουθεί ο ραγοειδής χιτώνας που αποτελείται από την ίριδα, ακτινωτό σώμα και χοριοειδή. Η ίριδα είναι το χρωστικό μέρος του ματιού και βρίσκεται γύρω από την κόρη. Η ίριδα ελέγχει την ποσότητα του φωτός που εισέρχεται στο μάτι όπου όταν το φως είναι έντονο η ίριδα μικραίνει το μέγεθος της κόρης, ενώ όταν το φως είναι λιγιστό τότε η ίριδα μεγαλώνει το μέγεθος της κόρης. (<https://www.healthyliving.gr/2014/03/19/mati-anatomia-orash/>, επίσκεψη στις: 3/2/2021)

Μύες του οφθαλμικού κόγχου. Μέσα στον οφθαλμικό κόγχο υπάρχουν επτά γραμμωτοί μύες, τέσσερεις ορθοί, δύο λοξοί και ο ανελκτήρας του άνω βλεφάρου και διάσπαρτες λείες μυϊκές ίνες οι οποίες σχηματίζουν τον κορχαίο μυ.

Συγκεκριμένα:

- Ο άνω ορθός μυς στρέφει το βλέμμα προς τα άνω και έξω.
- Ο κάτω ορθός μυς στρέφει το βλέμμα προς τα κάτω και έξω.
- Ο άνω λοξός μυς στρέφει το βλέμμα προς τα κάτω και έσω.
- Ο κάτω λοξός μυς στρέφει το βλέμμα προς τα άνω και έσω.
- Ο έξω ορθός μυς στρέφει το βλέμμα προς τα έξω.

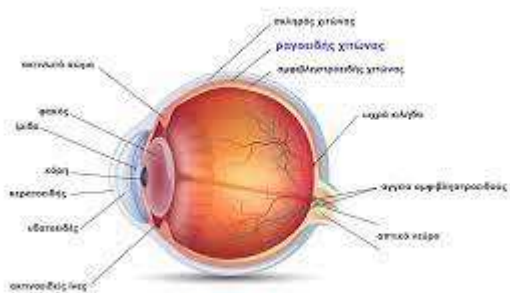
- Ο έσω ορθός μυς στρέφει το βλέμμα προς τα έσω.

Όλοι οι μύες νευρώνονται από το κοινό κινητικό νεύρο, εκτός από τον άνω λοξό που νευρώνεται από το τροχιακό νεύρο και τον έξω λοξό που νευρώνεται από το απαγωγό νεύρο. (Snell, R. S. et al., 2006 & Ασημέλλης, Γ., 2007)

Κόρη. Η κόρη είναι το μεταβλητό σε μέγεθος άνοιγμα του ματιού στο κέντρο της ίριδας και βρίσκεται πίσω από τον κερατοειδή. Είναι υπεύθυνη ώστε να ρυθμίζει την ποσότητα του φωτός που μπαίνει στο μάτι και η οπτική της εικόνα είναι μαύρη επειδή το φως που τη διαπερνά απορροφάται από τους ιστούς στο εσωτερικό του ματιού. (Ασημέλλης, Γ., 2007)

Ίριδα. Η ίριδα βρίσκεται μεταξύ του κερατοειδή χιτώνα και του φακού και στο μέσον της οποίας βρίσκεται το άνοιγμα της κόρης. Ο ρόλος της είναι να ελέγχει το ποσό του φωτός που εισέρχεται στο μάτι και στον αμφιβληστροειδή. Όταν η ποσότητα του φωτός είναι μεγάλη τότε η κόρη είναι συστελλόμενη ενώ όταν η ποσότητα του φωτός είναι μικρή τότε η κόρη είναι διαστελλόμενη, βοηθώντας έτσι την όραση και την αίσθηση του βάθους. (Snell, R. S. et al., 2006)

Αμφιβληστροειδής χιτώνας. Το τρίτο και εσωτερικό περίβλημα ονομάζεται αμφιβληστροειδής χιτώνας. Ο αμφιβληστροειδής είναι ένα λεπτό στρώμα φωτοευαίσθητου ιστού. Περιλαμβάνεται από δυο σημαντικά μέρη, την ωχρά κηλίδα και την οπτική θηλή. Είναι υπεύθυνος για την μετατροπή του οπτικού σήματος σε ηλεκτρικό αναλύει δηλαδή το πρώτο ερέθισμα που δέχεται από τους φωτοϋποδοχείς. Η λειτουργία του οφθαλμού επιτρέπει να φτάσει στον αμφιβληστροειδή το οπτικό ερέθισμα με τις λιγότερες μετατροπές. Από εκεί τα γαγγλιακά κύτταρα μεταφέρουν την πληροφορία στο οπτικό νεύρο και από εκεί στον εγκέφαλο δίνοντας μία ολοκληρωμένη και άρτια εικόνα. (Snell, R. S. et al., 2006)



Εικόνα 1: Ανατομία οφθαλμού. (<https://www.eyenunit.gr/uveitis-care-study>, επίσκεψη στις:3/2/2021)

Εικόνα 2: Αμφιβληστροειδοπάθεια. (<https://www.diavgia.eu/content/122/amfiblistroeidis>, επίσκεψη στις: 3/2/2021)

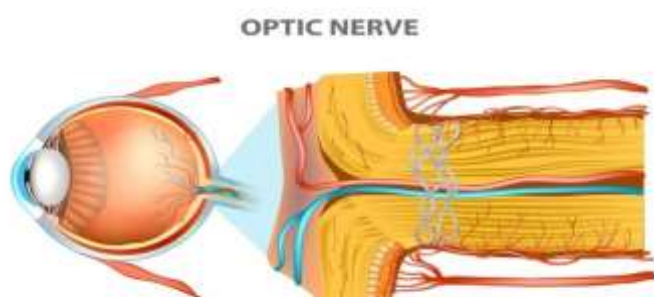
Υδατοειδές υγρό. Το υδατοειδές υγρό είναι υπεύθυνο για το οπτικό σχήμα του ματιού. Βρίσκεται στον οπίσθιο και πρόσθιο θάλαμο και παράγεται από το ακτινωτό σώμα, δηλαδή έναν κυκλικό ιστό μέσα στο μάτι όπου μέσω της κόρης μετακινείται από τον οπίσθιο θάλαμο στον πρόσθιο. Οι λειτουργίες του υδατοειδούς υγρού είναι

διατήρηση της ενδοφθάλμιας πίεσης και του όγκου του βολβού, να διατηρεί τις ανάγκες του φακού και του εσωτερικού τμήματος του κερατοειδή διότι δεν διαθέτουν αγγεία., η αντιοξειδωτική προστασία στο πρόσθιο ημιμόριο και η αμυντική προστασία. (Ασημέλλης, Γ., 2007)

Υαλώδες σώμα. Το υαλώδες σώμα είναι ένα διάφανο και ζελατινώδες υλικό και το σχήμα του είναι σφαιρικό. Βρίσκεται στην κοιλότητα του βολβού μεταξύ του φακού και του αμφιβληστροειδή και βοηθάει στην μετάδοση των φωτεινών ακτίνων. Τα κύτταρα του είναι περιορισμένα ενώ αγγεία δεν περιέχει καθόλου. Η ζελατινώδη υφή του υαλοειδούς αρχίζει να χάνεται με την πάροδο του χρόνου με αποτέλεσμα τα κύτταρα ή άλλα οργανικά σωματίδια να κινούνται ελεύθερα δημιουργώντας μυοψίες. (Snell, R. S. et al., 2006 & Ασημέλλης, Γ., 2007)

Κρυσταλλοειδής φακός. Ο κρυσταλλοειδής φακός είναι διαφανής, ελαστικός και το σχήμα του είναι αμφίκυρτο ώστε να προσαρμόζεται ανάλογα με την κοντινή ή την μακρινή όραση και έτσι να πέφτει η εστία του φωτός πάντα επάνω στον αμφιβληστροειδή. Βρίσκεται πίσω από την ίριδα και την κόρη και μπροστά από το υαλώδες σώμα. Η ελαστική και ινώδης δομή του περικλείεται μέσα στο ελαστικό περιφάκιο. Ο φακός αποτελείται από το περιφάκιο, το επιθήλιο και την ιδίως ουσία. (Ασημέλλης, Γ., 2007)

Οπτικό νεύρο. Το σημαντικότερο κρανιακό νεύρο είναι λοιπόν το οπτικό νεύρο και μεταφέρεται από τον οφθαλμικό βολβό προς τον εγκέφαλο και έτσι στα οπτικά ερεθίσματα που μεταφέρονται γίνεται επεξεργασία και αναγνώριση. Αποτελείται από ένα εκατομμύριο ίνες και διαχωρίζεται σε τέσσερα τμήματα, στο ενδοκογχικό, στο διοφθαλμικό, στο ενδοκρινικό και στο ενδοτρηματικό. Οι παθήσεις που μπορεί να εμφανίσει είναι φλεγμονή, ισχαιμία, χρόνια πίεση, όγκο και ατροφία. (Snell, R. S. et al., 2006)



Εικόνα 3: Οπτικό νεύρο. (<https://orasisac.com/el/optiko-nevro/>, επίσκεψη στις: 4/2/2021)

1.1.1. Μηχανισμός της όρασης

Για την λειτουργία του οφθαλμού είναι υπεύθυνοι οι μύες των ματιών οι οποίοι όταν είναι χαλαρωμένοι τότε βλέπουν τα μακρινά αντικείμενα. Από την άλλη για τα κοντινά αντικείμενα είναι υπεύθυνος ο εγκέφαλος που δίνει εντολή στους μύες να περισφίξουν τον φακό κι έτσι να δώσουν εντολή για την ανάλογη κυρτότητα. Έτσι το είδωλο θα γίνει καθαρό και ευκρινές διότι οι ακτίνες εστιάζονται πάνω στον αμφιβληστροειδή. (Snell, R. S. et al., 2006 & Ασημέλλης, Γ., 2007)

1.1.2. Ιδιότητες του οφθαλμού

Στον μηχανισμό της όρασης επικρατούν και μερικές χαρακτηριστικές ιδιότητες:

- Η χωρική διακριτική ικανότητα.
- Η φασματική διακριτική ικανότητα, που συγκεκριμένα ο οφθαλμός μπορεί να διακρίνει με απόλυτη ευκρίνεια τα χρώματα, όχι όμως τις λεπτές αποχρώσεις μεταξύ ίδιων χρωμάτων.
- Το φαινόμενο της προσαρμογής, δηλαδή της εστίασης των ειδώλων.
- Η στερεοσκοπική όραση και η σύγκριση των αποστάσεων που συμβαίνει ταυτόχρονα και με τα δύο μάτια.
- Η μέγιστη ευαισθησία του ματιού που μπορεί να αντιληφθεί την μία φωτεινή πηγή από την άλλη ανάμεσα σε δύο φωτεινές πηγές που βρίσκονται στην ίδια ένταση.
- Η αντίληψη των ακτινοβολιών με οπτική ισχύ από 380nm έως 780nm.
- Τέλος, η μη ικανότητα του οφθαλμού να διακρίνει αντικείμενα που προσπίπτουν πάνω στον αμφιβληστροειδή με μεγαλύτερη συχνότητα των 10Hz. (Snell, R. S. et al., 2006 & Ασημέλλης, Γ., 2007)

1.2.Φως και λειτουργία της όρασης

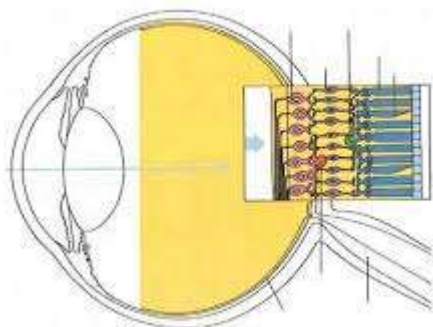
Η σημαντικότερη αίσθηση του ανθρώπου είναι η όραση, δηλαδή η αντίληψη φωτός και του περιβάλλοντος χώρου όπου του επιτρέπει να αντιλαμβάνεται πρόσωπα, αντικείμενα και χρώματα και να κινείται άνετα στον χώρο. Μια εξαιρετικά περίπλοκη διαδικασία όπως είναι η όραση ακόμα και σήμερα δεν έχει αποσαφηνιστεί εντελώς. Η αλληλεπίδραση οφθαλμού και εγκεφάλου γίνεται μέσω ενός δικτύου νευρώνων και άλλων αντίστοιχων κυττάρων. Συγκεκριμένα με την πρόσπτωση των φωτεινών ακτίνων στον οφθαλμό διαπερνώνται τα διαφανή στοιχεία, δηλαδή τα διαθλαστικά μέσα όπως είναι ο κερατοειδής (στο πρόσθιο τμήμα του ματιού), το υδατοειδές υγρό (ανάμεσα στον κερατοειδή και την ίριδα), ο φακός (πίσω από την κόρη) και το υαλοειδές σώμα (στο μέσω του ματιού) που τελικά αυτές καταλήγουν στον αμφιβληστροειδή. Ως αποτέλεσμα οι εισερχόμενες ακτίνες στο μάτι ερεθίζουν τους φωτοϋποδοχείς (κωνία και ραβδία) κι έτσι σχηματίζεται μια ολοκληρωμένη εικόνα στον εγκέφαλο. (Ασημέλλης, Γ., 2007 & Τοπαλής, Φ. Β., 2010)

1.2.1. Τα φωτοευαίσθητα κύτταρα του οφθαλμού

Για την λειτουργία του οφθαλμού είναι υπεύθυνα δύο είδη φωτοευαίσθητων κυττάρων, τα κωνία και τα ραβδία. Οι δύο αυτές κατηγορίες δεν ξεχωρίζουν ιδιαίτερα στην κατασκευή τους, όμως είναι ευαίσθητα σε διαφορετικά επίπεδα φωτισμού.

Το ποσοστό των κωνίων είναι περίπου στα επτά εκατομμύρια σε κάθε μάτι και βρίσκονται στην ωχρά κηλίδα. Ο ρόλος τους είναι βασικός στην διάρκεια της ημέρας, βοηθούν να ανταπεξέλθει το οπτικό σύστημα σε υψηλά επίπεδα φωτός αλλά με την κατάλληλη απορρόφηση φωτός που είναι απαιτούμενη για να μην δημιουργηθούν βλάβες στον οφθαλμό από τις ακτινοβολίες που εισέρχονται. Ακόμη δίνουν μία πιο ευκρινή εικόνα αντιλαμβάνοντας και τα χρώματα και είναι υπεύθυνα για το μεγαλύτερο μέρος της οπτικής οξύτητας.

Από την άλλη τα ραβδία ενεργοποιούνται την στιγμή που η ένταση του φωτός είναι χαμηλή και η όραση και η διάκριση των χρωμάτων γίνεται πιο δύσκολη στον οφθαλμό. Τα ραβδία είναι περίπου 120 εκατομμύρια και υπάρχουν κυρίως στον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Για την λειτουργία των ραβδίων είναι βασική μία χημική ουσία, η ροδοψίνη η οποία ενεργοποιείται μόνο κατά την διάρκεια της μειωμένης έντασης του φωτός. (Τοπαλής, Φ. Β., 2010)



Εικόνα 4: Όραση χρωμάτων. <http://www.teiath.gr/userfiles/akanellou/orasi%20chromaton.pdf>, επίσκεψη στις 8/2/2021)

1.2.2. Φωτογραφική μηχανή

Στην φωτογραφική μηχανή υπάρχει ένας σκοτεινός θάλαμος που στη μία άκρη του έχει μία γυαλιστερή επιφάνεια και στην απέναντι άκρη έχει μία πολύ μικρή οπή. Η λειτουργία της απεικονίζεται με την λειτουργία του οφθαλμού. Οι φωτεινές ακτίνες που προσπίπτουν στην φωτογραφική μηχανή διέρχονται μέσα από την οπή κι έτσι σχηματίζεται στην επιφάνεια το είδωλο. Στον οφθαλμό τον ρόλο του φακού της φωτογραφικής μηχανής τον έχει ο κρυσταλλοειδής φακός που σκοπός τους είναι να εστιάζεται η εικόνα. Στην φωτογραφική μηχανή η εστίαση γίνεται στο φιλμ όπου το αντικείμενο είναι πραγματικό και ανεστραμμένο, ενώ στον οφθαλμό στον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Επίσης στον οφθαλμό οι διεγέρσεις του αμφιβληστροειδή μεταφέρονται με το οπτικό νεύρο στο οπτικό κέντρο του εγκεφάλου και για την ρύθμιση της ποσότητας του φωτός που εισέρχεται κύριο ρόλο έχει η κόρη. (Ασημέλλης, Γ., 2007)

1.3. Τύποι όρασης

Αξιοσημείωτη θα λέγαμε πως είναι η δυνατότητα του οφθαλμού να ανταποκριθεί και να δώσει ευκρινές είδωλο σε τόσες διαφορετικές εντάσεις φωτός (υψηλές, χαμηλές και το ενδιάμεσο φάσμα). Η όραση χωρίζεται σε τρεις τύπους που επιτρέπουν την αντίληψη χρωμάτων και ειδώλων σε διαφορετικές εντάσεις φωτός.

Ο πρώτος τύπος όρασης είναι η φωτοπική όραση. Αυτή λειτουργεί με βάση τα κωνία τους φωτοϋποδοχείς που είναι εξειδικευμένοι στην αντίληψη εικόνας σε συνθήκες άπλετου φωτός. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω τα κωνία βρίσκονται στο κέντρο του αμφιβληστροειδή δηλαδή στην ωχρά κηλίδα είναι σε αριθμό λιγότερα από τα ραβδία και λιγότερο ευαίσθητα στο φως όμως έχει εξαιρετικά βελτιωμένη χωρικά και χρονικά οξύτητα αντίληψης σε υψηλά επίπεδα φωτισμού. Συνοψίζοντας η φωτοπική

όραση είναι η περιοχή των υψηλών επιπέδων φωτός πάνω από τον κορεσμό των ραβδίων.

Η σκοτοπική όραση λειτουργεί, σε αντίθεση με την φωτοπική, σε συνθήκες με λιγοστό φως, όπως για παράδειγμα κατά τη διάρκεια της νύχτας υπό το περιορισμένο φως του φεγγαριού και των αστεριών. Σε αυτόν τον τύπο όρασης λειτουργούν τα ραβδία φωτουποδοχής εξαιρετικά ευαίσθητα. Τα ραβδία βρίσκονται περιφερειακά και είναι πολύ περισσότερα από τα κωνία. Η σκοτοπική όραση δίνει εικόνες στο σκοτάδι αλλά και κυρίως σε πιο ακραίες μοίρες και περιφερειακές θέσεις στον χώρο, πολλές φορές χαρακτηρίζεται και όραση της νύχτας.

Τρίτος και τελευταίος τύπος όρασης είναι η μεσοπική. Σε αυτόν τον τύπο χρειάζονται και οι δύο τύποι φωτουποδοχέων (κωνία και ραβδία) σε διαφορετικές αναλογίες. Η μεσοπική όραση είναι το επίπεδο φωτός ανάμεσα στους δύο παραπάνω τύπους και ανάλογα την ένταση του φωτός ενεργοποιούνται περισσότερα ή λιγότερα ραβδία και κωνία σε κατάσταση λιγότερου και περισσότερου φωτός αντίστοιχα. Ο φωτισμός αυτός της μεσοπικής όρασης θα μπορούσε να περιγράψει με τον φωτισμό εν ώρα εργασίας ή με φωτισμό σε μικρό δρόμο.

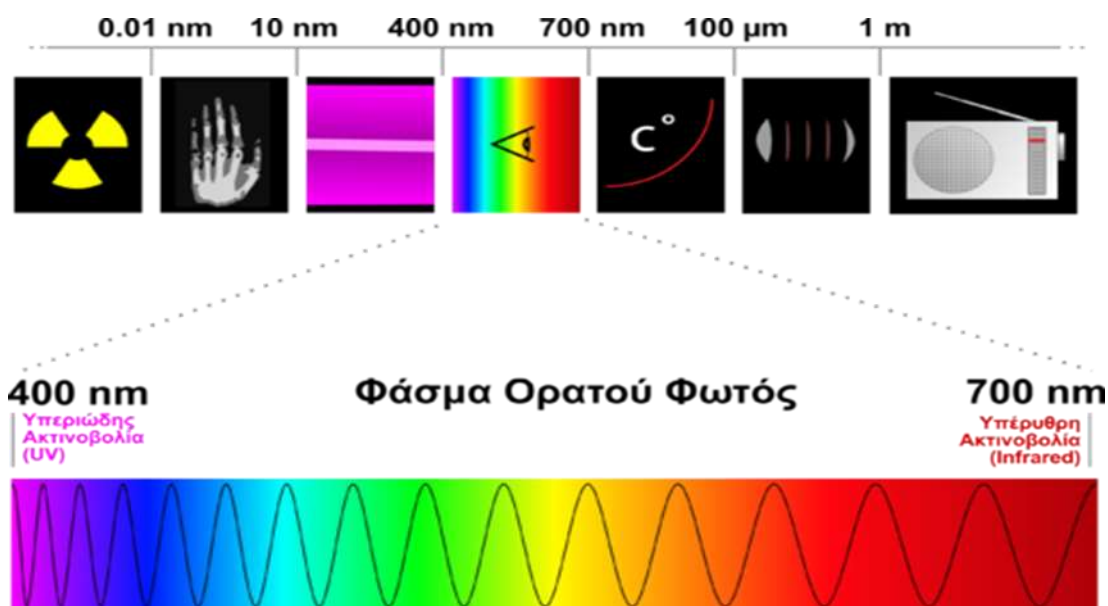
Συνοψίζοντας με τους τρεις αυτούς τύπους όρασης μπορεί να διασαφηνιστεί η αντίληψη και η λειτουργία του φωτός και του οφθαλμού καθώς και ο τρόπος δράσης των νευρώνων και των φωτουποδοχέων για τη σωστή λήψη και προβολή της εικόνας στον αμφιβληστροειδή. (Τοπαλής, Φ. Β., 2010)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΦΩΣ ΚΑΙ ΧΡΩΜΑ

2.1.Ορατό φάσμα φωτός

Η δυνατότητα του ανθρώπινου οφθαλμού δεν περιορίζεται μόνο στην αντίληψη αντικειμένων κατά τις συνθήκες άπλετου φωτός ή κατά την διάρκεια της νύχτας που οι συνθήκες όρασης περιορίζονται εξαιτίας της έλλειψης πηγών φωτισμού. Η λειτουργία αυτή επιτρέπει στον άνθρωπο να διακρίνει και χρώματα των αντικειμένων που αντιλαμβάνεται στο περιβάλλον. Τα μήκη κύματος του ορατού φάσματος κυμαίνονται από 380nm (υπεριώδεις ακτινοβολία) έως 780nm (υπέρυθρη ακτινοβολία). Κατά τη διάρκεια της ημέρας το ορατό φως φτάνει στον οφθαλμό με μέγιστη τιμή μήκος κύματος 555nm, ενώ κατά τη διάρκεια της νύχτας περιορίζεται στα 507nm.

Το ορατό φάσμα ξεκινά από τα 400nm με μωβ και μπλε χρωματισμούς οι οποίοι αναφέρονται και ως ψυχροί και όσο αυξάνονται προς τα 700nm οι χρωματισμοί μετατρέπονται σε θερμότερους δηλαδή γίνονται αντιληπτά χρώματα όπως πορτοκαλί και κόκκινο. Ωστόσο ο οφθαλμός παρουσιάζει μέγιστη ευαισθησία στα χρώματα που βρίσκονται στις τιμές των ενδιάμεσων μηκών κύματος δηλαδή στις πρασινοκίτρινες αποχρώσεις. Αντίθετα ελάχιστη ευαισθησία εμφανίζεται στις ακραίες θέσεις στα 400nm με αποχρώσεις του μπλε και στα 700nm με αποχρώσεις του κόκκινου. (Τοπαλής, Φ. Β., 2010)



Εικόνα 5: Ορατό φάσμα. (<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%89%CF%82>, επίσκεψη στις: 5/3/2021)

2.1.1. Μέλαν σώμα

Η ακτινοβολία μέλανος σώματος εκπέμπεται από σώματα ικανά να απορροφήσουν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σ' όλα τα μήκη κύματος και έτσι θα έχουν μαύρο χρώμα. Στην πράξη όλα τα στερεά σώματα όταν θερμανθούν σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία όπου είναι η εκπεμπόμενη ηλεκτρομαγνητική ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας του ακτινοβολούντος σώματος

και ανά μονάδα διαστήματος συχνότητας. Ακόμα το μέλαν σώμα σε σχέση με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία απορροφά όλες τις ακτινοβολίες, δεν ανακλά τίποτε και εκπέμπει τη μέγιστη δυνατή ακτινοβολία σε όλα τα μήκη κύματος και σε όλες τις διευθύνσεις.

Όταν ένα σώμα έχει υψηλότερη θερμοκρασία από μηδέν βαθμούς κελσίου εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, κι έτσι ανάλογα με την θερμοκρασία του σώματος καθορίζεται και το αντίστοιχο χρώμα. Δηλαδή το μέλαν σώμα θα είναι μαύρο μόνο όταν απορροφά την ακτινοβολία. (Τοπαλής, Φ. Β., 2010)

2.1.2. Χρώμα και όραση

Χρώμα είναι το φαινόμενο της αίσθησης/αντίληψης από τα αντικείμενα, όπως την παρατηρεί το ανθρώπινο μάτι και την επεξεργάζεται ο εγκέφαλος. Το χρώμα σχετίζεται άμεσα με την όραση και αναπαράγεται από τις ιδιότητες των σωμάτων οι οποίες διαμορφώνουν τις ιδιότητες του προσπίπτοντος φωτός και το αποτέλεσμα γίνεται ορατό εξαιτίας στην ιδιότητα της χρωματικής ευαισθησίας του οφθαλμού. Τα αντικείμενα που τροποποιούνται έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά γι' αυτό μπορούν να γίνουν διακριτά και να τα ξεχωρίσει ο άνθρωπος. Η αντίληψη του χρώματος των αντικειμένων επηρεάζεται από την ποσότητα και το μήκος κύματος του φωτός που πέφτει πάνω στα αντικείμενα πάνω από ένα συγκεκριμένο επίπεδο λαμπρότητας, την ικανότητα των αντικειμένων να ανακλούν, να απορροφούν, να διαχέουν και να σκεδάζουν τη φωτεινή ακτινοβολία που προσπίπτει πάνω τους και την ικανότητα του ματιού να δέχεται και να μεταφέρει σωστά στον εγκέφαλο την ακτινοβολία που φθάνει στο αντικείμενο.

Η πηγή του χρώματος προήλθε από το 1966 από τον φυσικό Ισαάκ Νεύτωνα με την εκτέλεση ενός πειράματος. Στον πείραμα αυτό άφησε να περάσει μια ακτίνα ηλιακού φωτός από ένα γυάλινο τριγωνικό πρίσμα στο οποίο παρατήρησε ότι κατά την έξοδο της από το πρίσμα η ακτίνα διαχωρίστηκε στα χρώματα του ουράνιου τόξου, δηλαδή στα χρώματα του ορατού φάσματος. Τα χρώματα τα οποία διέκρινε ήταν, κόκκινο, πορτοκαλί, κίτρινο, πράσινο, μπλε, κυανό και ιώδες και αυτό που συμπέρανε είναι ότι «Το χρώμα είναι μέσα στο φως, όχι στο γυαλί, και το φως που οι άνθρωποι βλέπουν ως άσπρο είναι η ανάμιξη όλων των χρωμάτων του ορατού φάσματος».

Συμπερασματικά το φως είναι ένα φαινόμενο που βασίζεται από την ιδιότητα των σωμάτων να απορροφούν, να αντανακλούν και να διαδίδουν το φως. Ακόμη έχει την δυνατότητα να διακρίνει τα μήκη κύματος του φωτός του συστήματος οφθαλμού-εγκεφάλου που συμβαίνει από τα κωνία και τα ραβδία του αμφιβληστροειδή χιτώνα του οφθαλμού. Κατά την πρόσπτωση του λευκού φωτός πάνω σε ένα σώμα απορροφούνται ορισμένα χρώματα και μήκη κύματος της ακτινοβολίας ενώ τα υπόλοιπα ανακλώνται, όπου μόνο εκείνα είναι αυτά που διαμορφώνουν την αντίληψη του ατόμου για το χρώμα του σώματος. Βέβαια τα χρώματα τα οποία είναι καθαρότερα και σαφώς πιο αντιληπτά στον οφθαλμό είναι εκείνα που προκύπτουν από την ανάλυση του λευκού φωτός διαμέσου πρίσματος διότι δεν είναι μείγματα με άλλα μήκη κύματος και λέγονται απλά χρώματα ή χρώματα της ίριδας.

Τα χρώματα χωρίζονται και σε τρεις κατηγορίες. Αρχικά υπάρχουν τα βασικά χρώματα που διακρίνονται από τον άνθρωπο, στην ορατή ζώνη του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος και είναι το κόκκινο, πορτοκαλί, κίτρινο, πράσινο,

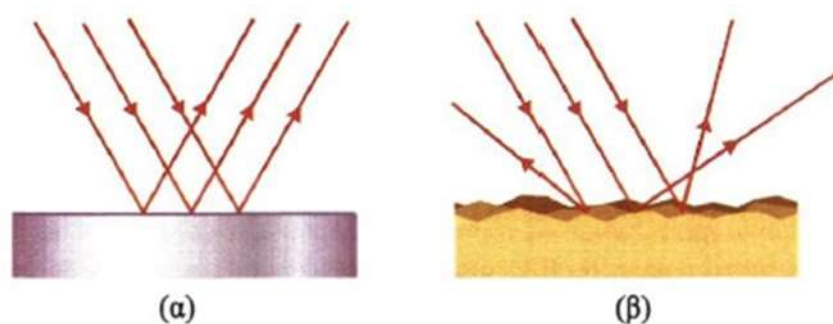
μπλε, κυανό και ιώδες όπως αναφέρθηκαν και παραπάνω. Δευτερεύοντα χρώματα λέγονται αυτά που προέρχονται από την ανάμιξη ανά ζεύγη των βασικών χρωμάτων. Τέλος, συμπληρωματικά χρώματα ονομάζονται αυτά που όταν αναμιχθούν, παράγουν το λευκό χρώμα. (Τοπαλής, Φ. Β., 2010)

2.1.3. Θερμοκρασία χρώματος

Τα χρώματα καθορίζονται από την θερμοκρασία του κάθε σώματος. Βασικός παράγοντας είναι το μέλαν σώμα που πρέπει να βρεθεί στην ισοδύναμη θερμοκρασία με το αντικείμενο ώστε να παραχθεί το ίδιο χρώμα. Έτσι όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία του χρώματος τόσο ψυχρότερη είναι και η απόχρωση της φωτεινής πηγής. Ενώ αν η θερμοκρασία του χρώματος δεν είναι τόσο υψηλή τότε η απόχρωση της φωτεινής πηγής είναι πιο θερμή. Αυτό συμβαίνει και με την συναισθηματική διάθεση του ανθρώπου ο οποίος όταν βρίσκεται σε ένα χώρο με ένταση του φωτός τότε νιώθει πιο άνετα. Αντίθετα όταν ο φωτισμός είναι χαμηλός, ο άνθρωπος νιώθει μια συναισθηματική ανασφάλεια. (Τοπαλής, Φ. Β., 2010)

2.2. Φως και ανάκλαση

Όταν μία δέσμη φωτός κατευθύνεται προς άλλη πορεία και προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια δύο οπτικών μέσων που είναι διαφορετικά μεταξύ τους ενώ η ακτίνα παραμένει στο μέσο από το οποίο προέρχεται, αυτό το φαινόμενο ονομάζεται ανάκλαση. Κατά το φαινόμενο αυτό ένα μέρος της φωτεινής δέσμης ανακλάται και ένα μέρος μεταφέρεται στο δεύτερο μέσο. Η ανάκλαση η οποία γίνεται ορατή κατά τη πρόσπτωση της φωτεινής δέσμης σε μία λεία επιφάνεια από τον ανθρώπινο οφθαλμό καλείται κανονική ανάκλαση. Αντίθετα ανώμαλη ανάκλαση ή σκέδαση λέγεται η ανάκλαση της φωτεινής ακτίνας που προέρχεται από δευτερεύουσες ανακλάσεις από ανώμαλες επιφάνειες. (Ασημέλλης, Γ., 2007)



Εικόνα 6: Ανάκλαση ακτινών. (http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2728/Fysiki-G-Lykeiou-ThSp_html-apli/index2_9.html, επίσκεψη στις: 21/3/2021)

2.2.1. Είδη ανάκλασης

Το φαινόμενο της ανάκλασης χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες με βάση τη μορφή της επιφάνειας του σώματος που προσπέφτει η φωτεινή δέσμη.

Κανονική ανάκλαση. Όταν μία πολύ λεπτή φωτεινή δέσμη προσπίπτει σε μια λεία και στιλπνή επιφάνεια, όπως είναι η επιφάνεια του καθρέφτη ή του μετάλλου, τότε όλες φωτεινές δέσμες κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση.

Διαχέουσα ανάκλαση. Στη διάχυση η ανακλώμενες ακτίνες κατευθύνονται σε όλες τις πορείες. Για παράδειγμα, σε ένα λευκό τοίχο ή σε ένα λευκό φύλλο χαρτί δεν διακρίνονται ανακλώμενες δέσμες, δηλαδή δεν καθρεφτίζονται τα αντικείμενα πάνω σε αυτά. Επίσης εξαιτίας της διάχυσης τα αντικείμενα την στιγμή που φωτίζονται είναι δυνατόν να διακριθούν τα χρώματα τους και η υφή τους.

Ημιδιαχέουσα ανάκλαση. Στην περίπτωση της ημιδιαχέουσας ανάκλασης οι ανακλώμενες ακτίνες διαχέονται αλλά όχι προς όλες τις κατευθύνσεις και ομοιόμορφα όπως στην διάχυση. Ένα παράδειγμα είναι ένα ανοιχτόχρωμο πτυχωτό ύφασμα που στη περίπτωση αυτή υπάγονται τα περισσότερα σώματα.

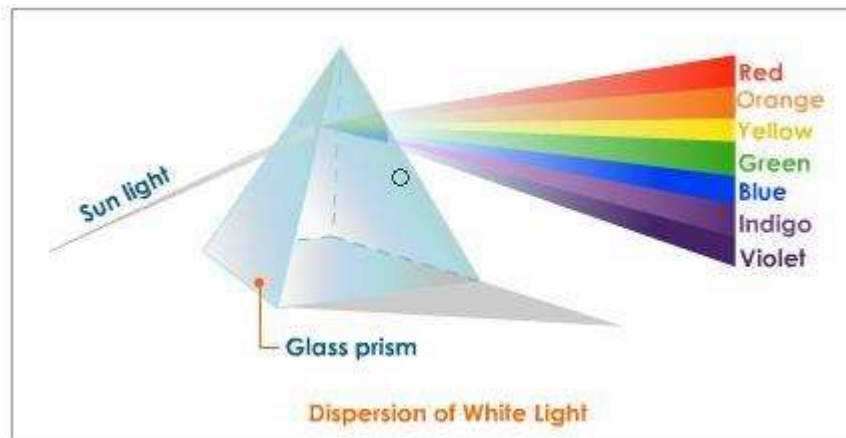
Μικτή ανάκλαση. Η μικτή ανάκλαση βρίσκεται στην μέση της κανονικής και της διαχέουσας ανάκλασης. Δηλαδή όταν η φωτεινή δέσμη προσπέσει πάνω στο αντικείμενο π.χ. στιλπνή και καθαρή μεταλλική επιφάνεια τότε και θα ανακλάται και θα διαχέεται. (Ασημέλλης, Γ., 2007)

2.2.2. Ολική ανάκλαση ή Εσωτερική ολική ανάκλαση

Όταν μια φωτεινή δέσμη προσπίπτει πάνω στην διαχωριστική επιφάνεια δύο οπτικών μέσων, της οποίας το διαδιδόμενο κύμα ανακλάται 100% και έχοντας ως αφετηρία ένα σημείο οπτικώς πυκνότερου υλικού ονομάζεται ολική ανάκλαση ή εσωτερική ολική ανάκλαση. Κατά την ολική ανάκλαση είναι απαραίτητο ο δείκτης διάθλασης από το ένα μέσο στο άλλο να είναι μικρότερος και η γωνία πρόσπτωσης να είναι μεγαλύτερη από την οριακή γωνία. Οποιαδήποτε άλλη φωτεινή δέσμη που προσπίπτει δεν θα εξέρχεται πλέον του μέσου αλλά θα ανακλάται στη διαχωριστική επιφάνεια. Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται στα ηλεκτρομαγνητικά και στα ηχητικά κύματα. (Ασημέλλης, Γ., 2007)

2.2.3. Ανάκλαση του φωτός και καθορισμός χρωμάτων

Τα σώματα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες σχετικά με την δυνατότητα τους να ανακλούν κάθε μήκος κύματος του ορατού φωτός. Αρχικά είναι τα σώματα με συντελεστή ανάκλασης ανεξάρτητο του μήκους κύματος. Εκεί ανήκει το λευκό σώμα στο οποίο ανακλώνται όλα τα μήκη κύματος και τα μαύρα σώματα που αντίστοιχα απορροφούν όλα τα μήκη κύματος. Στην άλλη κατηγορία είναι ο συντελεστής ανάκλασης ο οποίος δείχνει ότι τα σώματα ανακλούν το φως σε μια ζώνη του ορατού φάσματος και το απορροφούν στις υπόλοιπες περιοχές. Έτσι λοιπόν όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως καθορίζεται το χρώμα. Η ακτινοβολία που ανακλάται δίνει στον οφθαλμό να αντιληφθεί το χρώμα που αντιστοιχεί και σε ένα μήκος κύματος. (Ασημέλλης, Γ., 2007)



Εικόνα 7: Φως και χρώματα. (http://daskalosa.eu/physics_st/st_fysika_10_fos.html, επίσκεψη στις: 7/4/2021)

2.2.4. Διάθλαση

Το φαινόμενο στο οποίο η εκτροπή της ευθύγραμμης τροχιάς που υφίστανται φωτεινά ή άλλα κύματα όταν διέρχονται από ένα διαπερατό από αυτά μέσο σε ένα άλλο ονομάζεται διάθλαση. Στην περίπτωση που το φως περνά μέσα από το υλικό η κατεύθυνση και η ταχύτητα δεν παραμένουν αμετάβλητες ενώ όταν το φως διαπερνά από το ένα σώμα στο άλλο τότε αλλάζει η κατεύθυνση και η ταχύτητα. Η διάθλαση εξαρτάται από τη γωνία πρόσπτωσης και το συντελεστή διάθλασης του υλικού και η σχέση που συνδέει τη γωνία πρόσπτωσης με τη γωνία διάθλασης ως προς την κάθετο στη διαχωριστική επιφάνεια είναι ο Νόμος του Snell.

Σχετικά με τον Νόμο του Snell όταν οι φωτεινές ακτίνες διερχόμενες από ένα μέσον προσπίπτουν κάθετα στην επιφάνεια του άλλου, τότε η γωνία πρόσπτωσης είναι μηδενική με αποτέλεσμα και η γωνία διάθλασης να είναι και αυτή μηδενική. Έτσι η φωτεινή ακτίνα δεν αλλάζει κατεύθυνση από το ένα υλικό στο άλλο. (Ασημέλλης, Γ., 2007)

2.3. Χρώμα και ηλιακό φως

Την σημαντικότερη φωτεινή πηγή αποτελεί το ηλιακό φως. Αυτό συμβαίνει διότι με το φως του ήλιου γίνεται καλύτερος διαχωρισμός των χρωμάτων χωρίς να χρειάζεται η παρουσία κάποιας τεχνητής φωτεινής πηγής για το καλύτερο φωτεινό αποτέλεσμα, που αυτό γίνεται εξαιτίας της φασματικής κατανομής που δεν είναι δυνατόν να αποδοθεί με τεχνικά μέσα. Επίσης η ποιότητα του φάσματος επηρεάζει την θερμοκρασία του χρώματος αλλά και τα χαρακτηριστικά της χρωματικής απόδοσης. Από την άλλη ακόμα και ο άνθρωπος μπορεί να αλλάξει εύκολα γνώμη για το χρώμα όταν δει ένα χώρο, ένα αντικείμενο στο ηλιακό φως, καθώς ξεχωρίζει η ποιότητα του φωτισμού με τον ήλιο. Ενώ όταν αντικρίζει ένα χώρο με τεχνητό φως όπου το φωτεινό αποτέλεσμα είναι πάντα σταθερό, η αίσθηση του ατόμου δεν θα είναι η ίδια εντυπωσιακή. Το ηλιακό φως παρουσιάζει σκιάσεις και σχήματα στον εσωτερικό χώρο, καθώς μπορούν οι σκιάσεις να σχηματιστούν και στον εξωτερικό χώρο αν είναι τόσο έντονες.

Το φως του ήλιου γίνεται αντιληπτό και από τις αντανάκλασεις που δημιουργούνται από το έδαφος ή από περιβάλλουσες επιφάνειες. Αυτή η επίδραση του ανακλώμενου φωτός είναι σημαντική συμβολή για την ποιότητα της φωτεινής ακτινοβολίας. Στον εσωτερικό χώρο όταν ανακλάται το φως από το έδαφος έχει μεγαλύτερη συμβολή στον φωτισμό αλλά μπορεί να διεισδύσει και βαθύτερα στο εσωτερικό του.

Ο ήλιος έχει δηλαδή την δυνατότητα να παράγει μεγάλα ποσά ενέργειας με την ένταση που διαθέτει. Με αυτό συγχρόνως γίνεται επιβλαβής ο φωτισμός του ήλιου με συνέπεια να απαιτεί προστασία και ένας χώρος αλλά προπαντός ο άνθρωπος. Εφόσον μπορεί με τις ακτινοβολίες του να παρουσιάζει προβλήματα υγείας είτε δερματικά είτε οφθαλμικά. (Τοπαλής, Φ. Β., 2010)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΚΑΙ ΥΠΕΡΥΘΡΕΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ

3.1. Υπεριώδης ακτινοβολία

Η υπεριώδης ακτινοβολία ανήκει στο μη ορατό του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Κυμαίνεται στα 100nm-380nm και αποτελείται από τρία είδη ακτινοβολιών την UVA, την UVB, και την UVC. Η UVA είναι υπεύθυνη για τα βαθιά εγκαύματα και μελανώματα, η UVB είναι εξίσου επικίνδυνη και μπορεί να προκαλέσει επιφανειακά εγκαύματα και καρκίνο του δέρματος αλλά προσφέρει το μαύρισμα και την βιταμίνη D. Τέλος η UVC είναι η πιο βλαβερή και από τις τρεις υπεριώδης ακτινοβολίες διότι με αυτήν έχουν επιτευχθεί εργαστηριακά μεταλλάξεις. Οι κύριες πηγές της είναι ο ήλιος τα μαύρα φώτα, οι συσκευές οξυγονοκόλλησης, και τα UV λέιζερ. Η UV-C ακτινοβολία έχει μήκος κύματος 200nm-280nm και έχει αποδειχθεί ότι είναι η πλέον αποτελεσματικότερη για την απολύμανση και αποστείρωση στο φάσμα των UV ακτινοβολιών. Η ακτινοβολία UV όπως έχει αναφερθεί υπάρχει στο ηλιακό φως. Για την αποστείρωση χρησιμοποιείται στα 253,7nm που είναι ενδεδειγμένη και αποδεδειγμένη η αποτελεσματικότητα στον τομέα αυτό.

Οι λάμπες ακτινοβολίας δεν χρησιμοποιούν χημικά για την αποστείρωση αλλά ούτε επιβαρύνουν το περιβάλλον με ρύπους. Η τεχνολογία τους είναι τέτοια με αποτέλεσμα αν αντιληφθούν κίνηση στον χώρο να κλείνουν. Ωστόσο υπάρχουν συσκευές σταθερές αλλά και κινητές με ροδάκια για μετακίνηση σε διάφορους χώρους, γι'αυτό το λόγο έχει προβλεφθεί και η περίπτωση πτώσης δηλαδή μόλις η συσκευή φτάσει σε γωνία 45' σβήνουν οι λάμπες και την αποφυγή οποιουδήποτε ατυχήματος. Ο χώρος που γίνεται η αποστείρωση πρέπει να είναι άδειος καθώς η απολύμανση γίνεται σε επιφάνειες, νερό αλλά και αέρα. Η τεχνολογία αυτή με την αποστείρωσης μέσω της υπεριώδους ακτινοβολίας έχει αναγνωριστεί εδώ και περίπου έναν αιώνα κυρίως για την καταπολέμηση της φυματίωσης και του έμπολα και έπειτα έγινε ακόμα πιο δημοφιλής όταν ο SARS η ο ιός MERS (είδη πνευμονίας) απειλούσαν την ανθρώπινη υγεία πριν λίγα χρόνια. Επομένως με την υπεριώδη ακτινοβολία μπορούν να σκοτωθούν μικρόβια και μικροοργανισμοί όπως βακτήρια και ιοί. Η λειτουργία των συσκευών αυτών γίνεται με χρόνο αναμονής έναρξης της λειτουργίας της για την ασφάλεια του χρήστη, όμως πέρα από χρονοδιακόπτες οι συσκευές έχουν και ένα τηλεχειριστήριο για την καλύτερο και άμεσο χειρισμό των συσκευών. Τις συσκευές απολύμανσης UV-C πρέπει να ακολουθούν και τα προστατευτικά γυαλιά καθώς και πινακίδες σήμανσης δηλώνοντας την ύπαρξή τους στο χώρο. Η χρήση αυτών των συσκευών γίνεται αποκλειστικά σε χώρους που την στιγμή της λειτουργίας των συσκευών είναι άδειοι.

Λόγω του μικρού μήκους κύματος της το δέρμα και τα μάτια μπορούν να θεωρηθούν ριψοκίνδυνα σημεία από την ηλιακή υπεριώδης ακτινοβολία διότι είναι πιθανό να εμφανιστούν χρόνια προβλήματα υγείας του δέρματος, των ματιών και του ανοσοποιητικού συστήματος, καθώς και βλάβες στο DNA. Επίσης η υψηλή ενέργεια ορατή ακτινοβολία του ηλίου που λέγεται και μπλε φως πιθανότατα αυξάνει τα επίπεδα εμφάνισης εκφύλισης της ωχράς κηλίδας έπειτα από χρόνια. Άτομα τα οποία στο πλάσμα τους έχουν χαμηλή βιταμίνη C αλλά και ειδικά άλλων αντιοξειδωτικών ουσιών είναι περισσότερο ευάλωτη και εμφανίζουν ευκολότερα προβλήματα στον

αμφιβληστροειδή τους λόγω της ακτινοβολίας HEV. Όμως η ικανότητα του ανθρώπινου σώματος να προφυλάσσεται και να αποκαθιστά τις βλάβες που εμφανίζονται από την υπεριώδη ακτινοβολία όλο και μειώνεται κατά τη διάρκεια της ζωής. (<https://www.pureviolet.gr/ti-einai-to-uvc/> & https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%8E%CE%B4%CE%B7%CF%82_%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1, επίσκεψη στις: 25/5/2021)



Εικόνα 8 & 9: Συσκευές αποστείρωσης με εκπομπή ακτινοβολίας UVC. (<https://skidka.ua/meditsinsk%D0%B0ya-tehnika/kvartsevaya-lampa-bakteritsidnaya-38w-bezozonovaya-chernaya-i-distantsionnoe-upravlenie-sbt-group-uv01w-38w.html> & http://horeca.gr/catalogues/uvc_lamp_38w.html, επίσκεψη στις: 25/5/2021)

3.1.1. Σωματιδιακή ακτινοβολία

Η σωματιδιακή ακτινοβολία προσδιορίζεται ανάλογα με την ενέργεια που μεταφέρεται από τα σωματίδια όπως για παράδειγμα πρωτόνια, νετρόνια, ηλεκτρόνια, ποζιτρόνια, σωματίδια α . όλα τα χημικά στοιχεία αποτελούνται από νετρόνια, πρωτόνια και νετρόνια. Αναλυτικότερα τα ποζιτρόνια είναι ίδιας μάζας σωματίδια με τα ηλεκτρόνια, τα ποζιτρόνια όμως έχουν θετικό φορτίο και η εκπομπή τους γίνεται από συγκεκριμένους ραδιενεργούς πυρήνες, αλλιώς θα μπορούσαν να αναφερθούν σαν αντιηλεκτρόνια είναι αντισωματίδια των ηλεκτρονίων. (<https://www.elinyae.gr/index.php/themata-yae/aktinobolia/page/somatidiaki-aktinobolia>, επίσκεψη στις: 1/6/2021)

3.1.2. Σωματίδια α

Επιπρόσθετα τα σωματίδια α είναι σωματίδια τα οποία προκύπτουν από την ένωση δύο πρωτονίων και δύο νετρονίων. Η δομή τους είναι ταυτόσημη με τη δομή του πυρήνα του ατόμου του στοιχείου του ηλίου. Τα σωματίδια α προκύπτουν από ασταθείς πυρήνες ραδιενεργών στοιχείων όπως είναι το πολώνιο, το ουράνιο και το ράδιο.

Επιπλέον τα σωματίδια α μεταφέρουν μεγάλα ποσά ενέργειας και γι' αυτό το λόγο χαρακτηρίζονται μικρής διεισδυτικότητας. Οι ακτινοβολίες σωματιδίων α μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές επιπτώσεις στα κύτταρα και στο DNA του οργανισμού αν βρεθεί στο εσωτερικό του οργανισμού καθώς αναφέρθηκε ότι έχει μικρή διεισδυτικότητα και δεν μπορεί να διαπεράσει το εξωτερικό στρώμα από το δέρμα. Η είσοδος της ακτινοβολίας σωματιδίων α μπορεί να γίνει με την εισπνοή, με ουλή που μπορεί να υπάρχει ή ακόμα και με την κατάποση αν περάσουν στον οργανισμό ουσίες που περιέχουν στοιχεία που μπορούν να αποβάλουν σωματίδια α. Ωστόσο η διείσδυση της ακτινοβολίας αυτής εξαρτάται και με τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιείται η έκθεση ενός οργανισμού σε αυτή. Η εισχώρηση της ακτινοβολίας σωματιδίων α μπορεί να βλάψει σοβαρά τον ευαίσθητο ιστό αφού συγκεντρώνουν όλη τους την ενέργεια σε συγκεκριμένο αριθμό κυττάρων έχοντας ως αποτέλεσμα την σοβαρή βλάβη τους άλλα και του DNA του οργανισμού όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. (<https://www.elinyae.gr/index.php/themata-yae/aktinobolia/page/somatidiaki-aktinobolia>, επίσκεψη στις: 1/6/2021)

3.1.3. Σωματίδια β

Ωστόσο όμως και τα σωματίδια β μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα όπως τα σωματίδια α, και ηπιότερες βλάβες για τον οργανισμό. Αναλυτικότερα τα σωματίδια β έχουν αρνητικό ή θετικό ηλεκτρονικό φορτίο, κινούνται γρήγορα και είναι μικρά σε μέγεθος. Η εκπομπή τους γίνεται από ασταθή άτομα όπως είναι για παράδειγμα το Τρίτιο, ο άνθρακας-14 και το Στρόντιο-90. Η διεισδυτικότητα των β σωματιδίων είναι μεγαλύτερη από τα σωματίδια α και μπορούν να διανύσουν μεγαλύτερες αποστάσεις, ωστόσο η πορεία τους μπορεί να εμποδιστεί από υφάσματα ρούχων ή και από ένα λεπτό στρώμα αλουμινίου. Αν τα σωματίδια β φτάσουν στο δέρμα μπορούν να προκαλέσουν εγκαύματα, σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι εάν περάσουν μέσα στον οργανισμό οι επιπτώσεις θα είναι σοβαρότερες, το ίδιο συμβαίνει και με τα σωματίδια α. (<https://www.elinyae.gr/index.php/themata-yae/aktinobolia/page/somatidiaki-aktinobolia>, επίσκεψη στις: 1/6/2021)

3.2. Επίδραση ηλιακής ακτινοβολίας στον οφθαλμό

Η ηλιακή ακτινοβολία εκτός από την βλαβερή επίδραση που έχει στο δέρμα, μπορεί να ευθύνεται μακροπρόθεσμα και για άλλες παθήσεις των ματιών. Ο ήλιος διαθέτει τρία είδη ακτινών, τις υπέρυθρες ακτίνες (μήκος κύματος 700-2300nm), τις υπεριώδεις ακτίνες (UV με μήκος κύματος 190-400nm) και τις ακτίνες υψηλής ενέργειας στο ορατό φάσμα (HEV-High Energy Visible με μήκος κύματος 400-700nm). Βέβαια ο ανθρώπινος οφθαλμός πέρα από τις ακτίνες που θέτουν το ορατό φως, υπάρχουν κι άλλες που δεν είναι ικανός να τις αντιληφθεί. Συγκεκριμένα οι πιο βλαβερές ακτίνες είναι εκείνες που διαθέτουν μικρό μήκος κύματος, δηλαδή οι υπεριώδεις ακτινοβολίες (UV). Η υπεριώδεις ακτινοβολία διαχωρίζεται στις (UVC, UVB και UNA). Η UVC παρόλο που έχει την πιο βλαβερή επίδραση ένα μεγάλο ποσοστό της απορροφάται από το στρώμα του όζοντος στην ατμόσφαιρα. Με την επίδραση της UVB επηρεάζεται κυρίως ο κερατοειδής χιτώνας με αποτέλεσμα λόγω της φωτοτοξικότητας να δημιουργείται κερατίτιδα. Τέλος η επίδραση της UVA έχει ως συνέπεια να προκύπτουν βλάβες στην ωχρά κηλίδα αφού η ακτινοβολία φτάνει μέχρι τον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού. (<https://iasproudis.gr/articles/32-eye->

[protection-from-sun](https://www.iatronet.gr/ygeia/ofthalmologia/article/789/oi-epiptwseis-tis-iliakis-aktinovoliias-sta-matia.html) & <https://www.iatronet.gr/ygeia/ofthalmologia/article/789/oi-epiptwseis-tis-iliakis-aktinovoliias-sta-matia.html>, επίσκεψη στις: 4/6/2021)



Εικόνα 10: Ηλιακή ακτινοβολία. (<https://www.vardavas-poliestiaka.gr/matia-kai-iliaki-aktinovolia/>, επίσκεψη στις: 4/6/2021)

3.3.Βλάβες των οφθαλμών από την ηλιακή ακτινοβολία

Οι επιπτώσεις στον οργανισμό από την έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία δεν γίνονται άμεσα αντιληπτές και η σοβαρότητά τους αποκαλύπτεται σε βάθος χρόνου ανάλογα με την συχνότητα και την ένταση που δέχεται ο κάθε οργανισμός την ακτινοβολία. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι δεν έχουν όλοι οι οργανισμοί την ίδια ανεκτικότητα καθώς υπάρχουν οργανισμοί που τείνουν να είναι περισσότερο ευάλωτοι. Λόγου χάριν άτομα με ανοιχτόχρωμα μάτια αδυνατούν να αντέξουν την ηλιακή ακτινοβολία και η πιο άμεση αντίδραση μπορεί να είναι το δάκρυσμα των ματιών καθώς και ένας παροδικός ήπιου βαθμού πόνος.

Η υπέρτατη έκθεση στον ήλιο είναι υπεύθυνη για μια σειρά από παθολογίες των ματιών. Όλες οι ακτίνες έχουν κατάληξη στα βλέφαρα έτσι ώστε να οδηγείται σε γρήγορη γήρανση σε σχέση με το υπόλοιπο δέρμα. Υπεύθυνες για τις βλάβες του αμφιβληστροειδή χιτώνα, το βυθό του ματιού είναι οι ακτίνες του ηλίου της υψηλής ενέργειας, το λεγόμενο μπλε φως όπου το μπλε φως δημιουργεί την αίσθηση ότι μας στραβώνει.

Οι βλάβες που προκαλούνται στα μάτια από τις ακτίνες του ήλιου μπορεί να είναι παροδικές και η θεραπεία τους να είναι άμεση ακόμα και σε διάστημα μιας ημέρας, αλλά μπορεί να γίνουν και μακροχρόνιες χωρίς να υπάρχει δυνατότητα βελτίωσης και θεραπείας. Έτσι σημαντικό βήμα είναι η πρόληψη και η προστασία των ματιών μας και ιδιαίτερα την καλοκαιρινή περίοδο. Οι παθήσεις που προκαλούνται με την ηλιακή ακτινοβολία είναι οι παρακάτω.

(<https://www.iatronet.gr/ygeia/ofthalmologia/article/789/oi-epiptwseis-tis-iliakis-aktinovoliias-sta-matia.html>, <https://www.matakia.gr/ygeia-mation/iliaki-aktinovolia/> & <https://attiko.eu/kindinoi-tis-ekthesis-ofthalmon-stin-iliaki-aktinovolia.html> επίσκεψη στις: 7/6/2021)



Εικόνα 11: Απεικόνιση όγκου με την ηλιακή ακτινοβολία. (<https://drkalantzis.gr/articles/blog/ηλιακη-ακτινοβολια--ογκοι-βλεφαρου-τι-πρεπει-να-γνωριζουμε-και-τι-πρεπει-να-κανουμε.htm>, επίσκεψη στις: 7/6/2021)

3.3.1. Βλέφαρα

Η έκθεση της ηλιακής ακτινοβολίας εμφανίζει στα βλέφαρα όγκους, ρυτίδες γύρω από τα μάτια καθώς και επιθυλώματα και μελανώματα που απαιτούν άμεση χειρουργική αφαίρεση. Ανάλογα με το είδος του όγκου, καλοήθης ή κακοήθης, εμφανίζονται και τα αντίστοιχα συμπτώματα. Οι όγκοι των βλεφάρων είναι συνήθως διακριτοί στον ασθενή αλλά όταν βρίσκονται στην εσωτερική επιφάνεια των βλεφάρων ή γύρω από την οφθαλμική κοιλότητα δεν είναι τόσο εμφανείς. Συχνά είναι δυνατόν να εμφανίσουν τοπικό οίδημα, εντοπισμένη απώλεια των βλεφαρίδων, ερυθρότητα ή ενόχληση του οφθαλμού, τα οποία συνοδεύονται με άλγος, οίδημα, θολή όραση, διπλωπία, ή παρεκτόπιση του οφθαλμού.

Βέβαια σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι οι όγκοι των βλεφάρων επικρατούν επικινδυνότητα για την λειτουργία της όρασης και τον οφθαλμό. Αυτό είναι εφικτό διότι ο όγκος μπορεί να εξαπλωθεί ή να μην έχουν τα βλέφαρα την απαιτούμενη προστασία από τον κερατοειδή, καθώς επίσης ιδιαίτερο ρόλο έχει και ο όγκος αν αφαιρεθεί χωρίς να έχει προηγηθεί θεραπεία για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Στην αφαίρεση των όγκων των βλεφάρων οι παράγοντες που θα καθορίσουν την αντιμετώπιση τους είναι η ηλικία, η υγεία του ασθενούς, η φύση του όγκου και η εξάπλωση του. Η βασική θεραπεία τους είναι η χειρουργική επέμβαση η οποία είναι είτε πλήρης είτε επανορθωτική. Ενώ μερικοί όγκοι αντιμετωπίζονται με κρυοθεραπεία, ακτινοβολία, ή ιατρικές θεραπείες που έτσι διεγείρουν το ανοσοποιητικό σύστημα και καταστρέφουν τα ανώμαλα κύτταρα του όγκου.

(<https://drkalantzis.gr/%CF%80%CE%B1%CE%B8%CE%B7%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%B1%CF%80%CE%B5%CE%B9%CE%B1/%CE%BF%CE%B3%CE%BA%CE%BF%CE%B9-%CE%B2%CE%BB%CE%B5%CF%86%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85.htm>, επίσκεψη στις: 8/6/2021)

3.3.2. Φωτοκερατίτιδα

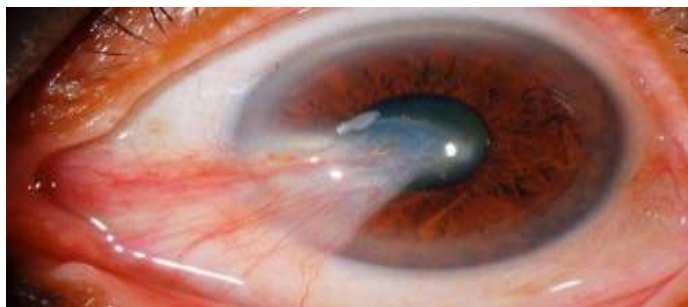
Η φωτοκερατίτιδα είναι έγκαυμα στον κερατοειδή που προκαλείται από την υπεριώδη ακτινοβολία του ήλιου ή από άλλες τεχνητές δέσμες φωτός. Τους χειμερινούς μήνες λόγω της μεγαλύτερης αντανάκλασης του ήλιου είναι η πιο συνηθισμένη εποχή της φωτοκερατίτιδας. Όμως το έγκαυμα του κερατοειδή εμφανίζεται με οποιαδήποτε αντανακλώμενη ουσία με το ηλιακό φως όπως είναι το νερό, το χιόνι, η ξηρή άμμος, ακόμα και το χόρτο. Τα συμπτώματα της οφείλονται σε βλάβη επιθηλιακών κυττάρων και είναι ο πόνος, το κοκκίνισμα στα μάτια, το οίδημα βλεφάρων, ο πονοκέφαλος, η αλλοίωση της όρασης ή η προσωρινή απώλεια της όρασης έως και

48 ώρες. Η φωτοκερατίτιδα είναι πολύ εύκολη να εμφανιστεί μέσα σε λίγες ώρες ακόμα και αν ο οφθαλμός είναι εκτεθειμένος στον ήλιο χωρίς γυαλιά ηλίου κι έτσι το αποτέλεσμα του εγκαύματος να είναι οδυνηρό. Γι' αυτό τον λόγο η χρήση γυαλιών ηλίου είναι απαραίτητη και ειδικά όταν η εργασία του ατόμου είναι σε εξωτερικό χώρο αλλά και στα παιδιά που ο φακός τους είναι καθαρότερος και περισσότερο ευαίσθητος. Τα συμπτώματα της φωτοκερατίτιδας εξαλείφονται μόνα τους με τις μέρες, όμως χορηγούνται και τεχνητά δάκρυα αλλά συστήνονται και κρύες κομπρέσες που μειώνουν την φλεγμονή. (<https://www.baoptics.gr/eye-diseases/photokeratitis.html>, επίσκεψη στις: 11/6/2021)

3.3.3. Πτερύγιο

Το πτερύγιο είναι μια υπερβολική ανάπτυξη του ινο-αγγειακού ιστού του επιπεφυκότα. Η πάθηση εμφανίζεται κυρίως στην έσω πλευρά της βλεφαρικής σχισμής προς τον κερατοειδή και η ηλιακή ακτινοβολία είναι βασικός παράγοντας εμφάνισης του. Οι κάτοικοι των νότιων περιοχών είναι πιο εκτεθειμένοι στην εμφάνιση του πτερύγιου διότι εκεί υπάρχει υψηλότερη ένταση ηλιοφάνειας. Συνέπειες του πτερύγιου είναι να εμποδίζεται η όραση είτε γιατί προκαλείται κερατοειδικό αστιγματισμό είτε γιατί η κορυφή του εισβάλλει στο κέντρο του κερατοειδούς και καλύπτεται ο οπτικός άξονας. Για την αντιμετώπιση του χρησιμοποιούνται σταγόνες ή αλοιφές για την μείωση της φλεγμονής ή χειρουργική επέμβαση.

(<https://ophthalmiatros-pavlopoulos.gr/%CF%80%CF%84%CE%B5%CF%81%CF%8D%CE%B3%CE%B9%CE%BF/>, επίσκεψη στις: 12/6/2021)



«Πτερύγιου.

(<https://ophthalmiatros-pavlopoulos.gr/%CF%80%CF%84%CE%B5%CF%81%CF%8D%CE%B3%CE%B9%CE%BF/>, επίσκεψη στις: 12/6/2021)

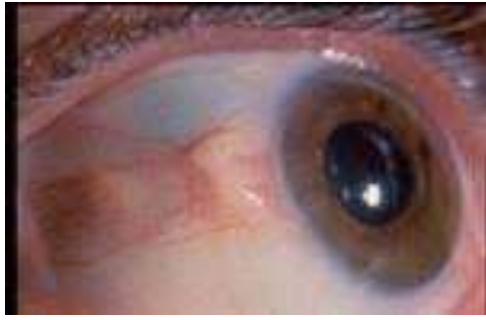
Εικόνα 12: Απεικόνιση

(<https://ophthalmiatros-pavlopoulos.gr/%CF%80%CF%84%CE%B5%CF%81%CF%8D%CE%B3%CE%B9%CE%BF/>

3.3.4. Στεάτιο

Το στεάτιο είναι κιτρινωπές εναποθέσεις λίπους και πρωτεϊνών στον επιπεφυκότα κοντά στο ρινικό ή κροταφικό χείλος του σκληροκερατοειδικού όριου. Εμφανίζεται είτε με την πάροδο του χρόνου είτε με την ηλιακή ακτινοβολία είτε με χρόνια ερεθισμό από τον αέρα και την σκόνη αλλά η ανάπτυξη του δεν είναι τόσο συχνή όσο του πτερύγιου. Γενικά το στεάτιο δεν δημιουργεί τόσο σοβαρό πρόβλημα που να χρειάζεται θεραπεία, έτσι αντιμετωπίζεται με χειρουργική επέμβαση μόνο αν εμφανιστεί φλεγμονή. Αλλά προτείνεται και η χρήση ενός κολλυρίου τεχνητών δακρύων ως λιπαντικό γιατί η δακρυϊκή στιβάδα στην περιοχή του στεατίου είναι ασταθής.

(<https://www.athenseyehospital.gr/gr/gia-astheneis/loipes-ofthalmikes-pathiseis/steatio/>, επίσκεψη στις: 15/6/2021)



Εικόνα 13: Απεικόνιση Στεάτιου.
(<http://www.eyepathology.gr/400/newsid829/35>, επίσκεψη στις: 15/6/2021)

3.3.5. Ραγοειδές μελάνωμα

Το ραγοειδές μελάνωμα αποτελεί τη πιο συχνή ενδοφθάλμια νεοπλασία στους ενήλικες και είναι αποτέλεσμα του πολλαπλασιασμού των μελανοκυττάρων που βρίσκονται στο ραγοειδή χιτώνα του οφθαλμού. Το ραγοειδές μελάνωμα είναι κακοήθης ενδοφθάλμιος όγκος και τα μελανοκύτταρα δέχονται κακοήθη μετάλλαξη από την υπεριώδης ακτινοβολία. Τα παιδιά λόγω της ευαισθησίας και της προσβολής της UVακτινοβολίας στον οπίσθιο ραγοειδή από τον κρυσταλλοειδή φακό δέχονται μεγαλύτερο καρκινογόνο δράση από τις υπεριώδεις ακτινοβολίες σε σχέση με τους ενήλικες που έχουν την ικανότητα να φιλτράρουν τις ακτινοβολίες πριν την προσέλευση τους. Οι θεραπείες της αντιμετώπιση των κακοήθων ενδοφθάλμιων όγκων διαχωρίζονται στις συντηρητικές θεραπείες και στη ριζική θεραπεία. Στις συντηρητικές θεραπείες ο ασθενής μπορεί να διατηρήσει το βολβό του οφθαλμού όσο γίνεται χρήσιμη όραση ενώ κατά την ριζική θεραπεία γίνεται αφαίρεση ολόκληρου του βολβού. (<https://sinapiseye.gr/tmima-ofthalmikis-ogkologias/kaloithis-kekakoithis-ogki-ragoidous-chitona/>, επίσκεψη στις: 16/6/2021)

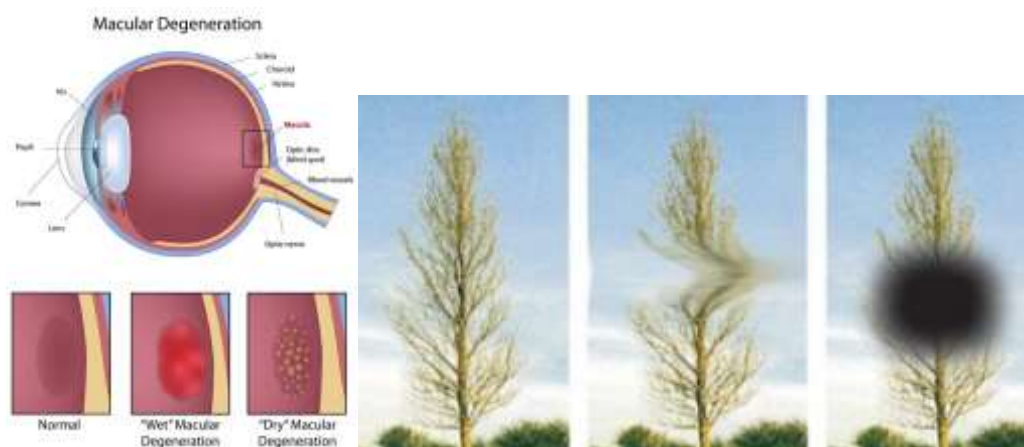
3.3.6. Ηλικιακή εκφύλιση της ωχράς κηλίδας

Η κεντρική περιοχή του αμφιβληστροειδούς ονομάζεται ωχρά κηλίδα και είναι υπεύθυνη για την κεντρική όραση. Η πιο συχνή πάθηση της ωχράς κηλίδας σχετίζεται με την ηλικία και λέγεται ηλικιακή εκφύλιση της ωχράς κηλίδας. Η έκθεση σε υψηλά επίπεδα ηλιακού φωτός και ιδιαίτερα της UVακτινοβολίας που περιβάλλεται στο ηλιακό φως στη διάρκεια της ζωής είναι δυνατόν να αυξήσει τον κίνδυνο ανάπτυξης της αλλά αυτό ωστόσο δεν έχει αποδειχθεί πλήρως. Βέβαια ο πιο σημαντικός παράγοντας είναι το μπλε φως. Η εμφάνιση της εκφύλισης της ωχράς κηλίδας είναι κυρίως άνω των 60 ετών, και οι παράγοντες που την προκαλούν είναι η κληρονομικότητα, το κάπνισμα, η διατροφή, η αυξημένη αρτηριακή πίεση, η υπερχοληστεραιμία, η παχυσαρκία και ειδικά η έκθεση στο ηλιακό φως.

Υπάρχουν δύο μορφές εκφύλισης της ωχράς κηλίδας, η ξηρή μορφή και η υγρή ή εξιδρωματική μορφή. Στη ξηρή μορφή εμφανίζονται κιτρινωπά ή λευκά σωματίδια ανάμεσα στον αμφιβληστροειδή και στον χοριοειδή. Έτσι δημιουργούνται αλλοιώσεις στον αμφιβληστροειδή με διαταραχές στην δομή του και συνέχεια ατροφία και καταστροφή των φωτοϋποδοχέων που στηρίζονται πάνω του. Από την άλλη στην υγρή μορφή επικρατούν αγγεία που δημιουργούν τοιχώματα όπου αυτά σε μικρό χρονικό διάστημα καταστρέφονται με αποτέλεσμα να απελευθερώνεται αίμα και πρωτεΐνες στην περιοχή της ωχράς κηλίδας. Τότε γίνεται

διαρροή, αιμορραγία και ουλοποίηση που οδηγεί σε καταστροφή των φωτοϋποδοχέων.

Ωστόσο δεν υπάρχει κάποια αποτελεσματική θεραπεία για την αντιμετώπιση της ξηρής ωχράς κηλίδας, μόνο λήψη κάποιων προληπτικών μέτρων και ο συχνός έλεγχος της όρασης. Βέβαια επικρατεί η πιθανότητα να μετατραπεί η ξηρή μορφή σε υγρή μορφή, κι έτσι συνιστάται η λήψη ειδικών συμπληρωμάτων διατροφής και πολυβιταμινούχων, η αποφυγή του καπνίσματος, η χρήση γυαλιών ηλίου με ειδικά φίλτρα που προστατεύουν από την υπεριώδη ακτινοβολία, η ισορροπημένη διατροφή και η ρύθμιση της πίεσης και της χοληστερίνης. (<https://www.medifeye-institute.gr/pathiseis/pathiseis-amfivlistroeidous/ekfylysi-ochras-kilidas>, επίσκεψη στις: 25/6/2021)

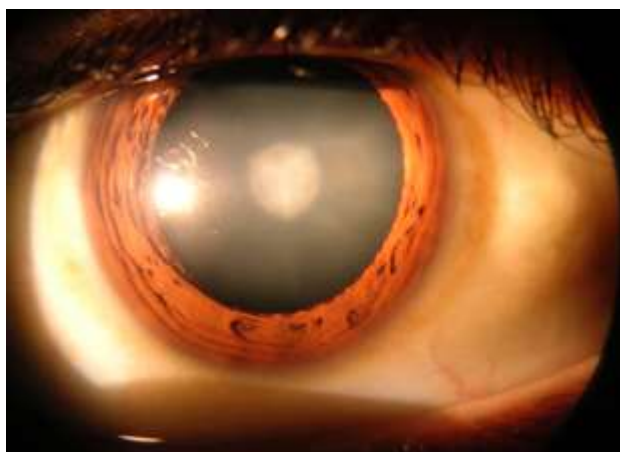


Εικόνα 14 & 15: Στάδια όρασης εκφύλισης της ωχράς κηλίδας. (<https://www.glaucoma-laser-eyecenter.gr/sygxroni-ofthalmologia/ekfilisi-oxras-kilidas/> & <https://earthshareme.com/prosoxi-ekfylysi-oxras-kilidas-poies-trofes-tin-epideinonoy/>, επίσκεψη στις: 25/6/2021)

3.3.7. Γεροντικός καταρράκτης

Ο γεροντικός καταρράκτης είναι μια πάθηση που εμφανίζεται με την γήρανση και αποτελεί μια προοδευτική φυσιολογική γήρανση του κρυσταλλοειδούς φακού μας. Είναι σημαντικό αποτέλεσμα της μακροχρόνιας έκθεσης στον ήλιο όπου συγκεκριμένα γίνεται αύξηση της θόλωσης του κρυσταλλοειδούς φακού. Δηλαδή η φυσική διαδικασία που το φως διαπερνά τον φακό και φτάνει στον αμφιβληστροειδή χιτώνα για την αποτύπωση των οπτικών ερεθισμάτων αρχίζει να χάνεται. Ο γεροντικός καταρράκτης είναι πιο συνήθης μετά τα 60 χρόνια, αλλά δεν απορρίπτονται και οι μικρότερες ηλικίες. Τα συμπτώματα του εκτός από την θολή όραση είναι και εξασθενημένη χρωματική αντίληψη, η ευαισθησία αντίθεσης, η μειωμένη νυχτερινή όραση, οι αλλαγές στους βαθμούς της όρασης, η φωτοευαισθησία και οι λάμψεις και οι αντανάκλασεις. Η αντιμετώπιση του γίνεται με χειρουργική επέμβαση όπου τοποθετείται ένας καινούργιος τεχνητός ενδοφθάλμιος φακός.

(http://xeiourgog-ofthalmiatros.gr/el/syxnes-pathiseis/katarraktispathisi_ofthalmiatros, επίσκεψη στις: 26/6/2021)



Εικόνα 16: Απεικόνιση Καταρράκτη. ([https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%81%CF%81%CE%AC%CE%BA%CF%84%CE%B7%CF%82_\(%CF%80%CE%AC%CE%B8%CE%B7%CF%83%CE%B7\)](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%81%CF%81%CE%AC%CE%BA%CF%84%CE%B7%CF%82_(%CF%80%CE%AC%CE%B8%CE%B7%CF%83%CE%B7)), επίσκεψη στις 26/6/2021)

3.4. Υπεριώδες ακτινοβολία και προστασία

Η προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία πέρα από την κρατική μέριμνα είναι σημαντικό να την αναζητούμε και να τηρούμε τους άτυπους κανόνες προς αποφυγήν. Όσον αφορά την προστασία των οφθαλμών από την υπεριώδη ακτινοβολία είναι πολύ σημαντική η ενημέρωση των πολιτών. Τα γυαλιά ηλίου πέρα από ένα ωραίο αξεσουάρ είναι κυρίως ένα μέτρο προστασίας και υγιεινής των ματιών. Για κάθε ακτινοβολία αλλά και για οποιαδήποτε περίπτωση υπάρχει ο κατάλληλος φακός προστασίας τόσο για τις αντανάκλασεις όσο και για τις ακτινοβολίες που αισθητά ή ανεπαίσθητα επηρεάζουν την σωστή και καλή λειτουργία των οφθαλμών.

Η ηλικιακή ακτινοβολία καθώς είναι βλαβερή για τους οφθαλμούς και εκτίθενται συνεχώς από αυτήν είναι απαραίτητο τα άτομα να φοράνε γυαλιά ηλίου για να προστατεύονται. Τα γυαλιά ηλίου είναι σημαντικό να αποκλείουν 100% τις υπεριώδεις ακτίνες και επίσης να απορροφούν τις περισσότερες υψηλής ενέργειας ακτίνες –μπλε φως (HEV). Ακόμη και η κατασκευή των γυαλιών παίζει ιδιαίτερο ρόλο στην προστασία των οφθαλμών εφόσον η στενή εφαρμογή και η μεγαλύτερη κάλυψη των ματιών περιορίζουν την ποσότητα της δέσμης φωτός που διαπερνά από τα πλάγια και καταλήγει στα μάτια. Εκτός από τα γυαλιά ηλίου, προστασία προσφέρει και το καπέλο με ευρύ γείσο.

Τα παιδιά χρειάζονται μεγαλύτερη προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία σε σχέση με τους ενήλικες. Αυτό συμβαίνει διότι τα παιδιά είναι πολύ πιο ευαίσθητα στην πρόκληση βλάβης στα μάτια τους από την υπεριώδη ακτινοβολία, γιατί ο φακός του ματιού τους είναι πολύ πιο διαυγής από του ενήλικα και έτσι η ποσότητα της υπεριώδους ακτινοβολίας που διαπερνά στο μάτι είναι περισσότερη. Ένα καλό υλικό για τον σκελετό γυαλιών ηλίου για τα παιδιά είναι το καουτσούκ που είναι μαλακό και εύκαμπτο και οι πολυανθρακικοί φακοί προστατεύουν 100% από την υπεριώδη ακτινοβολία.

Η χρήση γυαλιών ηλίου είναι σημαντική και στην σκιά. Ενώ μειώνεται η έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία και στην υψηλή ενέργεια, οι υπεριώδεις ακτίνες ακόμα

διαπερνάνε τους οφθαλμούς. Υπεριώδες ακτινοβολίες αντανακλώνται και από το φρέσκο χιόνι γι' αυτό πρέπει να διαλέγονται τα κατάλληλα γυαλιά και στο σκι ή το snowboard. Μέχρι και με τους φακούς επαφής με φίλτρο είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται γυαλιά ηλίου. Γιατί παρόλο που εμποδίζουν τις υπεριώδεις ακτίνες προστατεύουν μόνο το τμήμα του ματιού που καλύπτουν, ενώ το υπόλοιπο τμήμα του ματιού, παραμένει εκτεθειμένο στην υπεριώδη ακτινοβολία. (<https://www.chatzinikolas.gr>, επίσκεψη στις: 29/6/2021)

3.4.1. Χρήση πολωτικών γυαλιών ηλίου (Polaroid Eyewear)

Η πρόληψη και η προστασία των οφθαλμών είναι το σημαντικότερο για την αποφυγή ανεπιθύμητων παθήσεων, καθώς η υπεριώδες ακτινοβολία δεν είναι βλαβερή μόνο για το δέρμα αλλά βλάπτει και τα μάτια. Έτσι η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει δώσει την δυνατότητα στους ασθενείς να προστατεύουν το οπτικό τους σύστημα με τη χρήση πολωτικών γυαλιών (Polaroid Eyewear) όπου περιορίζουν την έκθεση της ακτινοβολίας και αποτρέπουν την εξέλιξη της οποιαδήποτε νόσου. Τα πολωτικά γυαλιά ηλίου χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες που συγκεκριμένα εκείνα με τα πιο σκούρα χρώματα διαθέτουν μεγαλύτερα επίπεδα πόλωσης σε σχέση με τα πιο ανοιχτά χρώματα. Η διέλευση του φωτός γίνεται κατακόρυφα και οριζόντια, έτσι η πόλωση παρέχει ένα φίλτρο που δεν επιτρέπει την οριζόντια διέλευση γιατί δημιουργεί τα ενοχλητικά συμπτώματα θαμπάδας του φωτός. Δηλαδή η οριζόντια πόλωση είναι επικίνδυνη σε μερικές περιπτώσεις και εμποδίζει την σωστή όραση, είναι προγραμματισμένη για να αφαιρεί το έντονο φως και τις ακατάλληλες αντανακλάσεις.

Όπως αναφέραμε και παραπάνω οι ακτινοβολίες UVA, UVB και UVC είναι επικίνδυνες για την όραση μας, αλλά η χρήση των πολωτικών γυαλιών ηλίου παρέχει 100% προστασία από αυτές τις ακτίνες. ενώ τα περισσότερα γυαλιά ηλίου διαθέτουν προστασία μέχρι 380nm. Όμως η πόλωση δεν προσφέρει επιπλέον προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία, αντίθετα δίνει μία πιο καθαρή και ευκρινή όραση. Επίσης μειώνοντας το φως που εισέρχεται στον οφθαλμό από τις αντανακλάσεις η όραση γίνεται πιο άνετη και ξεκούραστη. Τα πολωτικά γυαλιά είναι χρήσιμα και έχοντας εξαιρετική απόδοση και προστασία στη θάλασσα, στο χιόνι, στην οδήγηση και κατά την διάρκεια ακατάλληλων καιρικών φαινομένων, στην βροχόπτωση. Ακόμη προσφέρουν άνεση λόγω της κατασκευής των φακών και του ελαφρύ σκελετού και αντοχή λόγω της ανθεκτικότητας των φακών σε θραύσεις και της ευκαμψίας τους. Παρόλα αυτά οι πολωτικοί φακοί παρουσιάζουν και ορισμένα μειονεκτήματα χάρη της ικανότητας να μπλοκάρουν την υπεριώδη ακτινοβολία. Δηλαδή με την χρήση πολωτικών γυαλιών δημιουργείται δυσκολία στην ανάγνωση οθονών LDC και κινητών τηλεφώνων. Πρέπει να αποφεύγονται και κατά την διάρκεια δραστηριοτήτων που η αντανάκλαση των ακτινοβολιών είναι απαραίτητη, όπως ο χειρισμός αεροπλάνου. (<http://peoo.gr/polarized-lenses-polariod-eyewear/> & <https://www.eyefactory.gr/blog-gr/polarized-sunglasses> & <https://www.alensa.gr/ti-einai-ta-polotika-gialia-iliou.html>, επίσκεψη στις: 2/7/2021)



Εικόνα 17: Απεικόνιση όρασης χωρίς πολωτικά γυαλιά αριστερά και με πολωτικά γυαλιά δεξιά. (<https://www.alensa.gr/ti-einai-ta-polotika-gialia-iliou.html>, επίσκεψη στις: 2/7/2021)

3.4.2. Αποχρώσεις οφθαλμικών φακών που προστατεύουν από την UV ακτινοβολία

Η ποιότητα των αποχρώσεων που χρησιμοποιούνται στους οφθαλμικούς φακούς, είτε είναι οράσεως είτε ηλίου, έχει ιδιαίτερη σημασία για την βέλτιστη όραση των οφθαλμών. Ανάλογα με την απόχρωση του φακού καθορίζεται και το ποσοστό διαπερατότητας της ακτινοβολίας, δηλαδή οι πιο σκούρες αποχρώσεις έχουν καλύτερη προστασία από τις ανοιχτόχρωμες αποχρώσεις, όπου αυτόματα προσφέρει μια πιο άνετη και ξεκούραστη όραση.

Οι ανοιχτόχρωμες αποχρώσεις συνιστώνται κυρίως για εσωτερικούς χώρους, για άτομα που εργάζονται σε χώρο με φώτα φθορισμού και παρουσιάζουν δυσφορία στην όραση τους. Αυτές οι αποχρώσεις έχουν διαπερατότητα της ακτινοβολίας 80% και μειώνουν τις εσωτερικές πολλαπλές αντανακλάσεις μέσα σε έναν φακό. Είναι δεδομένο ότι λόγω της ανοιχτής απόχρωσης παρουσιάζονται εσωτερικές αντανακλάσεις αλλά μετά από την εμφάνιση των τριών πρώτων, οι αντανακλάσεις είναι συνήθως πιο ήπιες ώστε να προκαλέσουν κάποια επίδραση στην όραση. Από την άλλη στους εξωτερικούς χώρους είναι ασφαλέστερο να χρησιμοποιούνται σκουρόχρωμες αποχρώσεις εφόσον οι ακτινοβολίες είναι περισσότερες και πιο επώδυνες από τις ανοιχτόχρωμες. Η διαπερατότητα των ακτινοβολιών καθορίζεται και από την δραστηριότητα που έχει το κάθε άτομο. Υπάρχουν και δραστηριότητες όπως τα χειμερινά σπορ που απαιτούν μεγαλύτερη προστασία στην όραση όπου η διαπερατότητα της ακτινοβολίας να είναι από 8% έως 12%. Ακόμα τα γυαλιά ηλίου με σκούρες αποχρώσεις όπου γίνεται η χρήση τους την ημέρα, έχουν την προοπτική να προσφέρουν καλύτερες αποδόσεις στην όραση και κατά την διάρκεια της νύχτας όπως για παράδειγμα στην οδήγηση.

Η χρωματική επιλογή των φακών γυαλιών ηλίου κυμαίνεται κυρίως στο γκρι όπου είναι το πιο συνταγογραφούμενο χρώμα και δεν επηρεάζει την έγχρωμη όραση ή την ορατότητα των σημάτων κυκλοφορίας. Μετά είναι το καφέ που απορροφά το μπλε άκρο του ορατού φάσματος και το πράσινο που είναι πιο ευαίσθητο στον οφθαλμό και δεν συνιστάται στα άτομα με χρωματική ανεπάρκεια διότι περιορίζει το οπτικό φάσμα.

(<http://www.oculist.net/downat0502/prof/ebook/duanes/pages/v1/v1c051d.html#pro>, επίσκεψη στις: 3/7/2021)

3.4.3. Φωτοχρωμικοί οφθαλμικοί φακοί

Για την προστασία των οφθαλμών μία άλλη λύση είναι οι φωτοχρωμικοί φακοί όπου σκουραίνει η απόχρωση τους ή αλλάζει χρώμα όταν εκτίθενται στο φως ή στην υπεριώδη ακτινοβολία, αλλά όταν δεν έρχονται σε επαφή με το υπεριώδες φως τότε οι φακοί παραμένουν διάφανοι. Η διαπερατότητα της ακτινοβολίας στους φωτοχρωμικούς φακούς είναι από 20% έως 25% με αποτέλεσμα και να προσφέρει προστασία στο μάτι αλλά και ξεκούραστη όραση. Στα άτομα τα οποία είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι οι φωτοχρωμικοί φακοί είναι σε εκείνα που η εργασία τους απαιτεί μετακίνηση από εσωτερικό σε εξωτερικό χώρο πολλές φορές κατά την διάρκεια της ημέρας, έτσι ώστε να μην χρειάζεται συνεχώς η αλλαγή από γυαλιά οράσεως σε γυαλιά ηλίου. Χρήσιμα είναι και σε αθλητικές δραστηριότητες π.χ. τρέξιμο, σκι, ποδηλασία, χωρίς να υπάρχει δυνατότητα κινδύνου για βλάβη στους οφθαλμούς από την ηλιακή ακτινοβολία.

Τα πλεονεκτήματα των φωτοχρωμικών φακών είναι η οικονομική λύση που προσφέρει ώστε ένα ζευγάρι γυαλιών να εξυπηρετεί σαν δύο και οράσεως και ηλίου. Μπορούν να διαθέσουν αντιανακλαστική επίστρωση και ενσωματωμένο φίλτρο κατά του ηλιακού φωτός και επιβλαβούς μπλε φωτός. Τα σχέδια και τα χρώματα τους είναι αρκετά ώστε να είναι κατάλληλα για τον κάθε τύπο που επιθυμεί και αρέσει ο καθένας. Αντίθετα τα μειονεκτήματα τους είναι η αργή μετάβαση από τον σκούρο φακό στον διάφανο, περίπου 20 με 30 δευτερόλεπτα όταν εισέρχονται σε εσωτερικούς χώρους, σε σχέση με την απευθείας σκούρα απόχρωση στους εξωτερικούς χώρους. Επίσης σημαντικό ρόλο έχει η θερμοκρασία διότι στο κρύο οι φωτοχρωμικοί φακοί δεν έχουν γρήγορη επίδραση στις ακτινοβολίες UV.

Επιπλέον οι αποχρώσεις των κίτρινων φακών είναι στην προτίμηση των ασθενών διότι αισθάνονται καλύτερη την όραση τους. Βέβαια το κίτρινο χρώμα των φακών μπορεί να απορροφήσει το μπλε φως και να βοηθήσει στην βελτίωση κάποιων οφθαλμικών παθολογιών. Όμως είναι επικίνδυνοι κατά την διάρκεια της νύχτας στην οδήγηση επειδή έχουν την δυνατότητα να ελαττώνουν την αντανάκλαση από τους προβολείς των άλλων οχημάτων, καθώς επίσης μειώνεται και η ορατότητα των αντικειμένων κατά μήκος της πλευράς του δρόμου, γι' αυτό είναι προτιμότερο να αποφεύγεται η χρήση τους στην οδήγηση. (<http://www.oculist.net/downaton502/prof/ebook/duanes/pages/v1/v1c051d.html#pro> & <https://www.lentiamo.gr/blog/ti-einai-ta-fwtoxrwmatika-gyalia-hliou.html>, επίσκεψη στις: 7/7/2021)



Εικόνα 18: Στάδια σκουρότητας φωτοχρωμικών οφθαλμικών φακών στα 3 βασικά χρώματα. (http://thomasoptics.gr/index.php?id_product=7&controller=product, επίσκεψη στις: 7/7/2021)

3.5. Υπέρυθρη ακτινοβολία

Η υπέρυθρη ακτινοβολία είναι το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και γίνεται αντιληπτή κυρίως από την θέρμανση που προκαλεί σε στερεά και σε υγρά σώματα. Στο φάσμα τοποθετείται στη μικρότερη συχνότητα στην προέκταση της κόκκινης ορατής ακτινοβολίας και το μήκος κύματός τους κυμαίνεται από το 1 χιλιοστό έως τα 700nm όπου ξεκινά το ορατό φάσμα και αποτελούν περίπου το 60% της ηλιακής ακτινοβολίας. Πηγές ακτινοβολίας IR αποτελούν οι φούρνοι, οι ηλεκτρικοί λαμπτήρες θερμότητας, και τα λέιζερ IR όπου τις απορροφάει το δέρμα και τα μάτια ως θερμότητα.

Επιπρόσθετα είναι σημαντικό να αναφερθούν οι πιο σημαντικές ιδιότητες αυτής της ακτινοβολίας. Αρχικά μπορούν να την απορροφήσουν ορισμένα σώματα και προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας. Έπειτα τέτοιες ακτινοβολίες δεν έχουν χημική δράση και δεν προκαλούν φωσφορισμό και τέλος περνάει μέσα από τα σύννεφα και την ομίχλη.

Οι υπέρυθρες ακτινοβολίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ιατρικούς και θεραπευτικούς λόγους και ως προς αυτό υπάρχουν μηχανήματα που όπως είναι οι φωτεινές και οι μη φωτεινές γεννήτριες υπέρυθρων. Σε κάθε περίπτωση πρέπει η ακτινοβολία να πέφτει κάθετα στην περιοχή που χρίζει θεραπείας όσο γίνεται απομονώνοντας την καλύπτοντας με στεγνές πετσέτες τις γύρω περιοχές καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία τοπικά. Ανάλογα την πάθηση και την χρονιότητα της εξαρτάται και ο χρόνος θεραπείας της που κυμαίνεται από 10-30 λεπτά και ανάλογα την κάθε περίπτωση την απόσταση την εκπομπής ακτινοβολίας από το δέρμα.

Αναλύοντας λίγο περισσότερο τα μέσα θεραπείας που έχουν ως βάση τις υπέρυθρες ακτινοβολίες γίνεται αναφορά ξεχωριστά. Οι φωτεινές γεννήτριες υπέρυθρων είναι λαμπτήρες που έχουν ένα λεπτό μεταλλικό σύρμα κυρίως αυτό είναι βολφράμιο και δεν χρειάζονται προθέρμανση. Όσον αφορά τις μη φωτεινές γεννήτριες υπέρυθρων αποτελούνται από σπειροειδές καλώδιο από μεταλλικό ανθεκτικό σύρμα κυρίως ανθρακοπυρίτιο που είναι τυλιγμένο από ένα κωνοειδές μη αγωγίμο υλικό το οποίο είναι από πορσελάνη και ούτε αυτή χρειάζεται προθέρμανση. (http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2682/Fysiki_B-Lykeiou-GP_html-empl/index3_4.ht, επίσκεψη στις: 15/7/2021)

3.5.1. Φυσιολογικά αποτελέσματα με την χρήση υπέρυθρης ακτινοβολίας

Η χρήση της υπέρυθρης ακτινοβολίας μπορεί να δώσει φυσικά αποτελέσματα θεραπείας. Πιο αναλυτικά μπορεί να προσφέρει αύξηση του μεταβολικού ρυθμού, που σημαίνει ότι δίνει πιο γρήγορη επούλωση των ιστών μεταξύ άλλων. Επιπρόσθετα σε άλλες περιπτώσεις αυξάνει τη ροή του αίματος σε επιφανειακούς ιστούς του σώματος και μπορεί να δημιουργήσει και τοπική αγγειοδιαστολή. Επίσης προκαλεί υπεραιμία και μερική αγγειοδιαστολή σε βαθύτερους ιστούς αλλά και σε κοντινές περιοχές από όπου εφαρμόζεται η θεραπεία. Μέσα στις φυσικές θεραπείες είναι και η αναλγησία δηλαδή η απαλλαγή από διάφορους πόνους. Ακόμα ένα φυσικό αποτέλεσμα που έρχεται ως αντίδραση σε καταστάσεις υψηλής θερμοκρασίας που μπορεί να εκτεθεί το σώμα του ανθρώπου είναι η εφίδρωση της θεραπευμένης περιοχής, καθώς προαναφέραμε ότι η υπέρυθρες ακτινοβολίες προκαλούν αύξηση της

θερμοκρασίας. Επίσης η μυϊκή χαλάρωση είναι ένα ακόμα από τα αποτελέσματα της χρήσης της υπέρυθρης ακτινοβολίας αλλά και επιτάχυνση του καρδιακού ρυθμού και της αναπνοής αλλά και η πτώση της αρτηριακής πίεσης όταν αυτή εφαρμόζεται σε μεγάλη επιφάνεια του σώματος και παρατεταμένα. (http://iek-artas.art.sch.gr/openeclass/modules/document/file.php/AISTH_B104/1.5%20%CE%A5%CF%80%CE%AD%CF%81%CF%85%CE%B8%CF%81%CE%B7-%201.6%20%CE%A5%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%8E%CE%B4%CE%B7%CF%82%20%CE%91%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1%20-%201.7%2C%201.8%CE%95%CE%BD%CE%B4%CE%B5%CE%AF%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82%20-%CE%91%CE%BD%CF%84%CE%B5%CE%BD%CE%B4%CE%B5%CE%AF%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82.pdf, επίσκεψη στις: 17/7/2021)

3.5.2. Ενδείξεις

Η χρήση της υπέρυθρης ακτινοβολίας όπως και κάθε τι που συμβαίνει έχει ενδείξεις και αντενδείξεις το ίδιο ισχύει και σε αυτές τις περιπτώσεις. Ξεκινώντας με τις ενδείξεις της εφαρμογής υπέρυθρης ακτινοβολίας μπορεί να αναφερθεί η λύση κυρίως σε μία υποξεία και οι χρόνιες τραυματικές και φλεγμονώδεις καταστάσεις όπως για παράδειγμα αρθρίτιδες, μυϊκοί και τενόντιοι τραυματισμοί και άλλα. Σημαντικές θεωρούνται και οι τοπικές τραυματικές δερματικές μολύνσεις αλλά και τραύματα που δεν μπορούν να επουλωθούν εύκολα. Η υπέρυθρη ακτινοβολία ενδείκνυται σε νευραλγίες και τραυματισμοί των περιφερειακών νεύρων. Επίσης με τη χρήση των μηχανημάτων που έχουν σαν μέσο θεραπείας την υπέρυθρη ακτινοβολία αποτελέσματα βλέπουμε και σε δύσκαμπτες αρθρώσεις αρκεί βέβαια να μην υπάρχουν σημάδια οξείας φλεγμονής. Χρησιμοποιώντας την υπέρυθρη ακτινοβολία αυξάνεται η εκτασιμότητα και η ελαστικότητα των συνδετικών ιστών και γενικότερα η ευλυγισία της περιοχής, βελτιώνει καταστάσεις πόνου, μυϊκών σπασμών αλλά και οίδημάτων ωστόσο δεν ενδείκνυται σε οξύ στάδιο τραυματισμού. Σε τέτοιες περιπτώσεις οι μέθοδοι θεραπείας πρέπει να εφαρμοστούν μετά το πέρας τουλάχιστον 48 ωρών μετά τον τραυματισμό.

(http://iek-artas.art.sch.gr/openeclass/modules/document/file.php/AISTH_B104/1.5%20%CE%A5%CF%80%CE%AD%CF%81%CF%85%CE%B8%CF%81%CE%B7-%201.6%20%CE%A5%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%8E%CE%B4%CE%B7%CF%82%20%CE%91%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1%20-%201.7%2C%201.8%CE%95%CE%BD%CE%B4%CE%B5%CE%AF%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82%20-%CE%91%CE%BD%CF%84%CE%B5%CE%BD%CE%B4%CE%B5%CE%AF%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82.pdf, επίσκεψη στις: 17/7/2021)

3.5.3. Αντενδείξεις

Πολλές φορές κάθε πράξη ή προσπάθεια θεραπείας ή βελτιώσεις μίας κατάστασης μπορεί πέρα από τα θεμιτά αποτελέσματα να παρατηρηθούν και κάποια προβλήματα. Όσον αφορά την υπέρυθρη ακτινοβολία η οποία προτείνεται ως λύση σε αρκετές περιπτώσεις μπορούν να υπάρξουν και επιπλοκές σε άλλες περιπτώσεις που δεν

συνίσταται ως θεραπεία και η χρήση της θα προκαλέσει προβλήματα. Όπως είναι για παράδειγμα σε οξείες τραυματικές και φλεγμονώδεις καταστάσεις, άτομα με διαταραχές ως προς την αντίληψη του ψύχους και της θερμότητας. Σε μία τέτοια περίπτωση αν είναι αναγκαία η θεραπεία με τη χρήση υπέρυθρης ακτινοβολίας τότε την εφαρμόζεται με τακτικό έλεγχο για τυχόν ερεθισμό λόγω της υψηλής θερμοκρασίας που αναπτύχθηκε. Ακόμη μία περίπτωση αντένδειξης της θεραπείας με υπέρυθρη ακτινοβολία είναι και σε άτομα με διανοητική υστέρηση που δεν μπορούν να καταλάβουν την καθοδήγηση του ειδικού για την αντίληψη της θερμότητας. Σε παρόμοια περίπτωση είναι και άτομα που βρίσκονται υπό την επήρεια χαπιών ή άλλων ουσιών και τα αντανακλαστικά τους καθώς και οι αισθήσεις τους είναι σε υπολειτουργία και δεν αντιλαμβάνονται την ένταση της θερμότητας που τους εκπέμπεται, με αποτέλεσμα να υπάρχει κίνδυνος πιθανού εγκαύματος. (http://iek-artas.art.sch.gr/openeclass/modules/document/file.php/AISTH_B104/1.5%20%CE%A5%CF%80%CE%AD%CF%81%CF%85%CE%B8%CF%81%CE%B7-%201.6%20%CE%A5%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%8E%CE%B4%CE%B7%CF%82%20%CE%91%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1%20-%201.7%2C%201.8%CE%95%CE%BD%CE%B4%CE%B5%CE%AF%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82%20-%20%CE%91%CE%BD%CF%84%CE%B5%CE%BD%CE%B4%CE%B5%CE%AF%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82.pdf, επίσκεψη στις: 17/7/2021)

3.5.4. Παρενέργειες της θεραπείας με υπέρυθρες ακτινοβολίες

Κατά την διάρκεια της θεραπείας με υπέρυθρη ακτινοβολία είναι πιθανό το άτομο να νιώσει δυσφορία ακόμη και λιποθυμία σε άτομα με υπόταση μετά από συνεχόμενη εφαρμογή της θεραπείας. Ωστόσο πρέπει να δοθεί προσοχή και σε άλλες περιπτώσεις όπως είναι πιθανή αίσθηση πονοκεφάλου κυρίως σε περιόδους με έντονη ζέστη και υγρασία αλλά και αν ο ασθενής ιδρώσει κατά την διάρκεια της θεραπείας. Επιπρόσθετα τα φαινόμενα πιθανού εγκαύματος είναι αρκετά σε περίπτωση που ο εφαρμοστής δεν τηρήσει τους προβλεπόμενους χρόνους και την ένταση της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Όμως και σε περίπτωση εφίδρωσης της περιοχής μπορεί να προκληθεί έγκαυμα λόγω νωπής περιοχής. Σε αυτές τις περιπτώσεις γίνεται επαναλαμβανόμενος και τακτικός έλεγχος για την ακαταλληλότητα της περιοχής, ωστόσο αν βρεθεί υγρασία στην περιοχή πρέπει να απομακρυνθεί και να συνεχιστεί κανονικά η θεραπεία. (<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CF%80%CE%AD%CF%81%CF%85%CE%B8%CF%81%CE%B7-%20%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1>, επίσκεψη στις: 18/7/2021)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΙΟΝΤΙΖΟΥΣΕΣ ΚΑΙ ΜΗ ΙΟΝΤΙΖΟΥΣΕΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ

4.1. Πρωτόνια

Τα πρωτόνια ανακαλύφθηκαν το 1911 από τον φυσικό Ράδερφορντ ενώ πειραματιζόταν στο πανεπιστήμιο του Μάντσεστερ της Αγγλίας. Συνέβη όταν είτε ο Ράδερφορντ, είτε κάποιος φοιτητής του τοποθέτησε φύλλα χρυσού μπροστά από μια πηγή ακτίνων α (μορφή ραδιενεργής ακτινοβολίας). Έτσι παρατήρησε ότι τα σωματίδια α (πυρήνες ηλίου He-4) επέστρεφαν πίσω στην ραδιενεργή πηγή, σαν κάτι να τα απωθούσε από τα φύλλα χρυσού. Τότε θεώρησε ότι τα σωματίδια α καθώς συγκρούονταν με τα άτομα του χρυσού συναντούσαν θετικό ηλεκτρικό φορτίο και έτσι απωθούνταν. Αλλά για να είναι ακριβής στη σκέψη του και το γεγονός ότι τα άτομα είναι ηλεκτρικά ουδέτερα στην κανονική τους μορφή υπέθεσε ότι υπάρχουν και αρνητικά φορτισμένα σωματίδια μέσα στο άτομο.

Δηλαδή τα πρωτόνια είναι μικρά σωματίδια τα οποία έχουν μάζα σχεδόν ίση με τα νετρόνια. Βρίσκονται στον πυρήνα ενός ατόμου και είναι θετικά φορτισμένα με φορτίο αντίθετο από το φορτίο του ηλεκτρονίου. Ο αριθμός των πρωτονίων στον πυρήνα του ατόμου ονομάζεται ατομικός αριθμός και είναι ξεχωριστός για κάθε χημικό στοιχείο, όπου καθορίζει το είδος του ατόμου και τις χημικές του ιδιότητες. Η μάζα του είναι περίπου 1.836 φορές τη μάζα του ηλεκτρονίου και είναι ελάχιστα μικρότερη από τη μάζα ενός νετρονίου όπου αυτό θεωρείται ότι έχουν ίσες μάζες. Ακόμα τα πρωτόνια έχουν απροσδιόριστο χρόνο ζωής. (<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CF%89%CF%84%CF%8C%CE%BD%CE%B9%CE%BF>, επίσκεψη στις: 24/7/2021)

4.1.1. Νετρόνια

Το 1930 οι Walther Bothe και H. Becker στη Γερμανία, ανακάλυψαν ότι αν τα σωματίδια α όπου διαθέτουν υψηλή ενέργεια εκπέμπονται από το πολώνιο τότε προσκρούονται σε συγκεκριμένα ελαφρά στοιχεία (βηρύλλιο, βόριο, λίθιο) με αποτέλεσμα να παραγόταν μία ασυνήθιστη διεισδυτική ακτινοβολία. Με τα πειράματα που εφάρμοζαν νόμιζαν ότι η ακτινοβολία αυτή ήταν η γ αλλά χωρίς να είναι κάτι σίγουρο. Όμως το 1932 ο φυσικός Τζέιμς Τσάτουικ στην Αγγλία με τα πειράματα που εφάρμοσε έδειξε πως οι ενδείξεις για την ακτινοβολία γ δεν ήταν καθοριστικές. Έτσι έδειξε με τα πειράματα του ότι η νέα αυτή ακτινοβολία αποτελούνταν από αφόρτιστα σωματίδια με μάζα παραπλήσια του πρωτονίου, όπου αυτά τα αφόρτιστα σωματίδια τα ονόμασε νετρόνια.

Καταλήγοντας γίνεται λόγος για τα ουδέτερα φωτισμένα σωματίδια, τα νετρόνια. Τα νετρόνια δεν έχουν άμεση αλληλεπίδραση με ηλεκτρόνια και επομένως δεν προκαλούν ιοντισμό ενός ατόμου, αλλά αλληλεπιδρούν με πυρήνες ατόμων, έχοντας σαν αποτέλεσμα την να χάνεται ενέργεια μέσω της απελευθέρωσης φορτισμένων σωματιδίων, που έπειτα αυτά αλληλεπιδρούν με τα ηλεκτρόνια και προκαλούν τον άμεσο ιοντισμό. Όσον αφορά την διεισδυτικότητα των νετρονίων είναι αρκετά μεγάλη έχοντας ως αποτέλεσμα την αλληλεπίδραση τους στο εσωτερικό του οργανισμού, καθώς τα άτομα υδρογόνου του μορίου του νερού με συνέπεια να καθούν πρωτόνια από τα άτομα του υδρογόνου. Επιπρόσθετα τα θετικά φορτισμένα

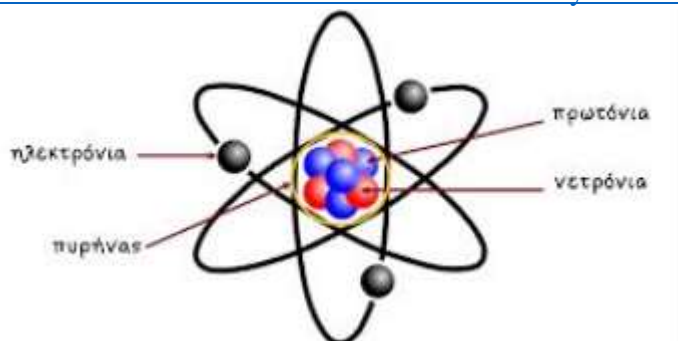
πρωτόνια διαθέτοντας μεγάλη ενέργεια μπορούν να προκαλέσουν ιοντισμό σε άλλα άτομα έχοντας ως αποτέλεσμα και τις ανάλογες επιπτώσεις στον οργανισμό. Έτσι λοιπόν τα νετρόνια είναι σωματίδια τα οποία δεν περιέχουν ηλεκτρικό φορτίο και μαζί με τα πρωτόνια συνιστούν τους πυρήνες των ατόμων όπου μάζα τους είναι ελάχιστα μεγαλύτερη από των πρωτονίων. Καθώς αυξάνεται ο ατομικός αριθμός Z ενός στοιχείου τόσο αυξάνονται τα νετρόνια μέσα στον πυρήνα. Επίσης τα νετρόνια μπορεί να συμμετάσχουν και στις τέσσερις θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις, την ηλεκτρομαγνητική αλληλεπίδραση, την ασθενή πυρηνική, την ισχυρή πυρηνική και τη βαρυτική. (<https://www.elinyae.gr/index.php/themata-yae/aktinobolia/page/somatidiaki-aktinobolia> & <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9D%CE%B5%CF%84%CF%81%CF%8C%CE%BD%CE%B9%CE%BF>, επίσκεψη στις 24/7/2021)

4.1.2. Ηλεκτρόνια

Οι Richard Laming το 1838-1851 και ο Ιρλανδός φυσικός Γ Johnstone Stoney το 1874, αλλά και άλλοι επιστήμονες είχαν προβλέψει τα ηλεκτρόνια. Ο όρος «ηλεκτρονικό» προτάθηκε για πρώτη φορά από το Stoney το 1891, αν και το ηλεκτρόνιο δεν είχε ανακαλυφθεί μέχρι το 1897, από τον Βρετανό φυσικό JJ Thomson.

Τα ηλεκτρόνια είναι συστατικά ενός ατόμου με αρνητικό φορτίο. Η μάζα τους είναι μικρότερη από εκείνη των πρωτονίων και των νετρονίων και τα ηλεκτρόνια δεν είναι τόσο ογκώδης όσο αυτά. Ακόμα τα ηλεκτρόνια θεωρούνται ότι είναι ένα είδος στοιχειώδους σωματιδίου διότι δεν αποτελούνται από μικρότερα συστατικά. Πρόκειται για ένα είδος των σωματιδίων που ανήκουν στην οικογένεια των λεπτονίων και έχουν την μικρότερη μάζα από εκείνα ή από άλλα φορτισμένα σωματίδια.

(<https://www.greelane.com/el/%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B7-%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1-%CE%BC%CE%B1%CE%B8%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC/%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B7/definition-of-electron-chemistry-604447/>, επίσκεψη στις: 26/7/2021)



Εικόνα 19: Αλληλεπίδραση σωματιδίων. (<https://learn-era.gr/moodle/mod/glossary/showentry.php?eid=290&displayformat=dictionary>, επίσκεψη στις: 26/7/2021)

4.1.3. Φωτόνια

Οι πρώτες γνώμες για την φύση του φωτός ξεκίνησαν από φιλόσοφους και μελετητές από την Αίγυπτο, την Μεσοποταμία, την Ινδία και την Ελλάδα. Το 1690 ο Christiaan Huygens δημοσίευσε τις διατυπώσεις του για το φως με τίτλο: 'Traité de la Lumière'. Αναφέρει ότι το φως είναι κύματα που διαδίδονται στον αιθέρα, την αόρατη και μυστηριώδη ουσία που νόμιζαν ότι καταλαμβάνει όλο το σύμπαν. Επίσης και ο Isaac Newton δημοσίευσε το βιβλίο το 1704 με τίτλο 'Opticks', στο οποίο ήταν αντίθετος με τον Christiaan. Ο Newton υποστήριξε ότι το φως ανακλάται σε μια επιφάνεια, συμπεριφέρεται όπως ακριβώς ανακλάται μια ελαστική μπάλα. η γωνία πρόσπτωσης ισούται με την γωνία ανάκλασης.

Το φωτόνιο είναι το κβάντο στην κβαντομηχανική και στη φυσική των στοιχειωδών σωματιδίων όταν αυτό αναφέρεται στο φως και γενικότερα στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (ενέργεια), ως φορέας των ηλεκτρομαγνητικών αλληλεπιδράσεων. Η άσκηση της δύναμης από ένα φορτίο σε άλλο γίνεται με την ανταλλαγή δυνητικών φωτονίων που κινούνται με την ταχύτητα του φωτός και μεταφέρουν ορμή από το ένα φορτίο στο άλλο. Ο όρος "δυνητικά" αναφέρεται στο ότι δεν μπορούν να παρατηρηθούν.

Η συχνότητα ενός φωτονίου καθορίζεται από το πόση ενέργεια κουβαλάει και εκείνα που έχουν μεγαλύτερη συχνότητα έχουν και τη μεγαλύτερη ενέργεια. Έτσι υπάρχουν φωτόνια ραδιοφωνικών κυμάτων (χαμηλής ενέργειας), φωτόνια στην ορατή περιοχή του φάσματος και φωτόνια ακτίνων γ, που παράγονται όταν αποδιεγείρονται οι ατομικοί πυρήνες. Επίσης η ταχύτητα των φωτονίων είναι ίση με την ταχύτητα του φωτός.

(<https://physicsgg.me/2021/07/06/%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-%CF%86%CF%89%CF%84%CF%8C%CE%BD%CE%B9%CE%BF/> & <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%89%CF%84%CF%8C%CE%BD%CE%B9%CE%BF>, επίσκεψη στις 29/7/2021)



Εικόνα 20: Φωτόνιο. (<https://gr.depositphotos.com/stock-photos/%CF%86%CF%89%CF%84%CF%8C%CE%BD%CE%B9%CE%BF.html>, επίσκεψη στις 29/7/2021)

4.2. Επιδράσεις των ιοντίζουσων και των μη ιοντίζουσων ακτινοβολιών

Οι άνθρωποι είναι εκτεθειμένοι καθημερινά σε διάφορες μορφές ακτινοβολίας, από φυσικές ή τεχνητές πηγές, που επηρεάζουν τη σωματική υγεία και την καθημερινή ζωή. Μία μορφή ακτινοβολίας είναι η ιοντίζουσα ακτινοβολία, η οποία έχει αρκετή ενέργεια ώστε να μπορέσει να αλλάξει τη χημική σύνθεση αφαιρώντας ένα ηλεκτρόνιο από το άτομο. Επιπρόσθετα υπάρχει και η μη ιοντίζουσα ακτινοβολία

(ηλιακή ακτινοβολία). Στην περίπτωση αυτή υπάρχει λιγότερη ενέργεια όμως έχει τη δυνατότητα να διεγείρει μόρια προκαλώντας τους έντονη παλμική κίνηση.

Οι φυσικές πηγές ιοντίζουσας ακτινοβολίας είναι μέρος της σύνθεσης της γης επομένως είναι αναπόφευκτο να περιοριστεί η έκθεση του ανθρώπου σε ανάλογες μορφές ακτινοβολίας. Ωστόσο με το πέρασμα των χρόνων και με την πρόοδο της επιστήμης τέτοιου είδους ακτινοβολίες χρησιμοποιούνται και ως ιατρικές μέθοδοι διάγνωσης και αντιμετώπισης σημαντικών και σοβαρότατων ασθενειών όπως για παράδειγμα η αντιμετώπιση του καρκίνου ή η διάγνωση μέσω της μαγνητικής τομογραφίας.

Σε αυτό το σημείο εύκολα θα μπορούσε να τεθεί το ερώτημα ποια από τις δύο μορφές ακτινοβολίας (τεχνητή ή φυσική) έχει μεγαλύτερες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Σε αυτό απαντούν σχετικές έρευνες που αποδεικνύουν ότι η ένταση και οι επιπτώσεις τους στους οργανισμούς είναι το ίδιο βλαβερές ανεξαρτήτως προέλευσης πηγής. Θα ήταν σημαντικό να αναφερθεί πως δεν είναι η πηγή προέλευσης της ακτινοβολίας που την καθιστά βλαβερή αλλά ο ρυθμός εκπομπής της στο περιβάλλον και κατ' επέκταση στον άνθρωπο. Δηλαδή σε ιατρικές και διαγνωστικές περιπτώσεις που αυτή χρησιμοποιείται σε περιορισμένες ποσότητες τότε υπάρχει επιβάρυνση στον ανθρώπινο οργανισμό αλλά όχι σημαντική ώστε να προκαλέσει άμεσα προβλήματα σε αντίθεση με διάφορες δοκιμές πυρηνικών όπλων όπου εκεί οι επιπτώσεις είναι σημαντικότερες καθώς η ακτινοβολίες που απελευθερώνονται στο περιβάλλον είναι υπέρογκες με αποτέλεσμα την καταστροφή έμβιων οργανισμών. (<https://www.arpansa.gov.au/understanding-radiation/what-is-radiation>, επίσκεψη στις: 3/8/2021)

4.3. Ιοντίζουσες ακτινοβολίες και οφθαλμός

Σήμερα η αλληλεπίδραση ακτινοβολιών στον οφθαλμό είναι ένα φαινόμενο που έχει επεκταθεί με συνέπεια να προκαλούνται βλάβες στα μάτια και δημιουργώντας μια σειρά παθήσεων. Η προστασία των ματιών θα πρέπει να γίνεται με επαρκή μέσα εφόσον ο άνθρωπος εκτίθεται σε κάθε είδους ακτινοβολίας, είτε είναι φυσικές, είτε ανθρώπινης προέλευσης. Ιδιαίτερη προστασία πρέπει να δίνεται κυρίως στις μικρές ηλικίες όπου είναι πιο εφικτό να παρουσιαστούν βλάβες στα μάτια διότι το παιδικό μάτι δεν διαθέτει την ικανότητα να φιλτράρει τις ακτινοβολίες. Σημαντικό ρόλο σε αυτό έχει και η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας που τα παιδιά από πολύ μικρή ηλικία κάνουν εκτεταμένη χρήση σε αυτά. (<http://users.sch.gr/xtsamis/OkosmosMas/Aktinovolies/Aktinovolies.htm> & <https://www.unilens.gr/el/matia-orasi/uv-%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1.html>, επίσκεψη στις: 6/8/2021)



Εικόνα 21: Ακτίνες και οφθαλμός.

(<https://mouzakinews.gr/yperiodis-aktinovolia-kai-ofthalmoi/>, επίσκεψη στις: 6/8/2021)

4.4. Μη ιοντίζουσα ακτινοβολία/ηλεκτρομαγνητική

Η μη ιοντίζουσα ακτινοβολία η φερόμενη και ως ηλεκτρομαγνητική δεν προκαλεί ιοντισμό και μεταφέρει σχετικά μικρή ενέργεια, ωστόσο μπορεί να επηρεάσει ηλεκτρικά, θερμικά και χημικά τον οργανισμό. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία αποτελείται από ηλεκτρικά και ταυτόχρονα μαγνητικά κύματα τα οποία διαδίδονται στον ελεύθερο χώρο. Ο χώρος που τα κύματα αυτά ακτινοβολούνται ονομάζονται ηλεκτρομαγνητικό πεδίο.

Σε αντίθεση η ενέργεια της ιοντίζουσας ακτινοβολίας ξεπερνά το φάσμα του ορατού φωτός έχει μικρότερο μήκος κύματος αλλά μεγαλύτερη ενέργεια και περιλαμβάνει τις ακτίνες x και τις ακτίνες α, β και γ ραδιενεργού διάσπασης. Η ιοντίζουσα ακτινοβολία έχει τέτοια ενέργεια που μπορεί να απομακρύνει ένα ηλεκτρόνιο από ένα άτομο της ύλης δηλαδή προκαλεί ιοντισμό της ύλης. Αυτό δημιουργεί σοβαρές βλάβες στο DNA των κυττάρων άμεσα.

Οι μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες είναι η υπεριώδης και η υπέρυθη ακτινοβολία, το ορατό φως, τα στατικά και χαμηλόσυχνα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία και τα ραδιοκύματα και μικροκύματα. Οι επιπτώσεις που προκύπτουν στον οργανισμό του ανθρώπου από τις συγκεκριμένες ακτινοβολίες είναι επιβλαβής και προκύπτουν κατά την διάρκεια ή αμέσως μετά το πέρας της έκθεσης, γι' αυτό άλλωστε είναι αναγκαίο να επικρατούν μέτρα προφύλαξης. Η επίδραση των ακτινοβολιών είναι καθημερινή διότι υπάρχουν παντού γύρω μας, είτε φυσικές είτε τεχνητές. Αυτές βρίσκονται μέσα στο σπίτι μας, στο εργασιακό περιβάλλον και στο εξωτερικό περιβάλλον. Βέβαια η κύρια φυσική πηγή ακτινοβολιών είναι ο ήλιος όπου το 55% της οπτικής ηλιακής ακτινοβολίας είναι υπέρυθη, το 40% ορατή και το 5% υπεριώδης ακτινοβολία. Παρόλα αυτά η υπεριώδης ακτινοβολία και παρά το μικρό ποσοστό της που εισέρχεται στη γη είναι και η πιο βλαβερή ακτινοβολία για τον οργανισμό του ανθρώπου. Η υπεριώδης ακτινοβολία παράγει περισσότερη ενέργεια που μπορεί να προκαλέσει ιοντισμό και φωτοχημικές αντιδράσεις, η οποία έχει χαρακτηριστεί και ως καρκινογενής για τον άνθρωπο.

Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία υπήρχαν πάντα στη γη καθώς προέρχονται και από φυσικές πηγές καθώς βέβαια και από τεχνητές δηλαδή φτιαγμένες από τον άνθρωπο. Μέσα στα φυσικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία μπορούμε να αναφέρουμε τους κεραυνούς, το ηλιακό φως καθώς και λειτουργίες του ανθρώπινου σώματος όπως είναι οι χτύποι της καρδιάς και το νευρικό σύστημα τα φυσικά ραδιοϊσότοπα που βρίσκονται στο έδαφος, στο υπέδαφος, στον αέρα αλλά και στο νερό. Επίσης φυσική ακτινοβολία είναι και η κοσμική ακτινοβολία που εκπέμπουν τα ουράνια σώματα

Όσον αφορά τα τεχνητά ηλεκτρομαγνητικά πεδία είναι συσκευές καθημερινής και αναπόσπαστης χρήσης πλέον όπως για παράδειγμα ηλεκτρικές συσκευές οικιακής χρήσης (φούρνος μικροκυμάτων, ηλεκτρική σκούπα, τηλεόραση) επίσης γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος, ραντάρ, τηλεοπτικοί και ραδιοφωνικοί σταθμοί και βέβαια σταθμοί βάσης κινητής τηλεφωνίας και μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για ιατρικές εφαρμογές.

<http://www.eekt.gr/TechnologyofMobileTelephonyHuman/ElectromagneticRadiationBasicKnowledge/tabid/102/language/el-GR/default.aspx>, επίσκεψη στις: 10/8/2021)

4.5. Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα

Το φάσμα το οποίο είναι μια συνεχής περιοχή συχνοτήτων και ανταποκρίνεται από τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα ονομάζεται ηλεκτρομαγνητικό φάσμα. Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα επεκτείνεται από τα ραδιοκύματα, συνεχίζει στα μικροκύματα, στην υπέρυθη ακτινοβολία, στην ορατή ακτινοβολία, στην υπεριώδη ακτινοβολία, στις ακτίνες X και φθάνει έως τις ακτίνες γ. Συγκεκριμένα τα κύματα έχουν την ίδια φύση και μεταδίδονται με την ίδια ταχύτητα φωτός, αλλά ξεχωρίζουν στη συχνότητα και στο μήκος κύματος που διαθέτουν. Επίσης επιταχυνόμενα ηλεκτρικά φορτία παράγουν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Ακόμη παράγονται και από την αποδιέγερση ατόμων, δηλαδή όταν ένα ηλεκτρόνιο ενός ατόμου έχει χαμηλότερη ενέργεια από αυτή που είχε πριν κοντά στον πυρήνα κι έτσι διαμορφώνεται μια ταλάντωση με την μορφή ενός ταυτόχρονα ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου.

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία όπως προαναφέρθηκε χωρίζεται σε κατηγορίες ανάλογα το μήκος και τη συχνότητα που διαδίδεται το κύμα. Αναλυτικότερα το πρώτο είδος είναι :

1. Τα **στατιστικά ηλεκτρονικά και μαγνητικά πεδία** που δεν δημιουργούν μαγνητικά κύματα καθώς δεν μεταβάλλονται όπως για παράδειγμα το φυσικό μαγνητικό πεδίο της γης.
2. Τα **χαμηλόσυχνα (50 Hz) ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία** που εκπέμπονται κυρίως από ηλεκτρικές συσκευές και σε γραμμές μεταφοράς ρεύματος.
3. Τα ραδιοκύματα και τα μικροκύματα που δημιουργούνται από κεραίες επικοινωνιών, κεραίες ραδιοφώνων και τηλεόρασης, φούρνους μικροκυμάτων.

Ραδιοκύματα. Είναι τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα που περιέχουν χαμηλές συχνότητες από περίπου 3 Hz έως 300 GHz. Παράγονται από ηλεκτρονικά κυκλώματα και η πιο συχνή τους χρήση είναι στα ραδιόφωνα και στην τηλεόραση.

Μικροκύματα. Δημιουργούνται από ηλεκτρονικά κυκλώματα όπως και τα ραδιοκύματα. Το μήκος κύματος τους είναι μεταξύ από 30cm έως και 1mm. Η πιο συχνή τους χρήση είναι στους φούρνους μικροκυμάτων οικιακής χρήσης και στα ραντάρ.

4. Η υπέρυθη, η ορατή (φως), και το τμήμα υπεριώδους ακτινοβολίας. **Υπέρυθη ακτινοβολία.** Είναι το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και η συχνότητα της είναι από 300GHz έως 400GHz. Εξαιτίας της θερμότητας παράγεται εύκολα η υπέρυθη ακτινοβολία και απορροφάται από πολλά υλικά. Εκεί που χρησιμοποιείται περισσότερο είναι σε CD Player, σε ηλεκτρονικές επικοινωνίες με οπτικές ίνες αλλά και με ασύρματη εκπομπή υπέρυθρων.

Ορατή ακτινοβολία. Η ορατή ακτινοβολία είναι το φως που δεχόμαστε, όπου έχει την δυνατότητα να δημιουργήσει βλάβες στο δέρμα και στους οφθαλμούς. Βέβαια οι ακτίνες του ηλίου είναι περισσότερο επικίνδυνες εφόσον είναι η κύρια πηγή που δημιουργούν βλαβερές επιπτώσεις στον άνθρωπο. Ασήμαντη δεν είναι και η ποικιλία των ηλεκτρικών λαμπτήρων, πυρακτώσεως και φθορισμού. Το μήκος κύματος είναι από 400nm έως

700nm. Στο φάσμα αυτό της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας παρουσιάζει ευαισθησία ο ανθρώπινος οφθαλμός και διαχωρίζεται σε επιμέρους ζώνες τις οποίες ο οφθαλμός τις αντιλαμβάνεται ως διαφορετικά χρώματα. **Υπεριώδες ακτινοβολία.** Είναι ακτινοβολία υψηλής ενέργειας και αρκετά βλαβερή για τους ζωντανούς ιστούς. Το μήκος κύματος κυμαίνεται περίπου μεταξύ 380 και 60nm. Οι ακτίνες τις υπεριώδης ακτινοβολίας απορροφώνται από την στρατόσφαιρα και είναι ιδιαίτερα επιβλαβής για τον ανθρώπινο οργανισμό.

5. **Ακτίνες X.** Είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με μήκη κύματος από 10nm με 10¹⁰nm. Παράγοντα κυρίως από την επιτάχυνση ηλεκτρονίων δεκάδων χιλιάδων βολτ σε ένα μεταλλικό στόχο. Οι ακτίνες X χρησιμοποιούνται στην ιατρική και παρουσιάζουν κινδύνους βλαβών σε ζωντανούς οργανισμούς και όχι μόνο.

Ακτίνες γ. Αποτελούν τις ακτίνες με τη μεγαλύτερη συχνότητα και αποτελεί την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που εκπέμπεται από ορισμένους ραδιενεργούς πυρήνες και από αστέρια στο διάστημα.

Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα όπως αναφέρθηκε περιλαμβάνει το ορατό φως και τις ακτίνες που εκπέμπουν φυσικά σώματα όπως είναι για παράδειγμα ο ήλιος τα αστέρια το φεγγάρι τα οποία δίνουν χρώμα στα αντικείμενα μέσα από τις εκπεμπόμενες ακτίνες τους. Ωστόσο το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα περιέχει και μη ορατές ακτινοβολίες ή που τις αντιλαμβάνεται ο άνθρωπος διαφορετικά. Καθημερινά τα άτομα εκτίθενται σε ακτινοβολίες φυσικών και τεχνητών μέσων το μικρότερο τμήμα της είναι το ορατό φάσμα. Με έναν γενικό όρο η ακτινοβολία θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι ενέργεια αντιληπτή σαν κύματα που διαδίδονται στο κενό και στην ύλη.

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία αποτελείται από διάφορα μήκη κύματος που διαφοροποιούνται από την μια άκρη στην άλλη. Ως μερικές μορφές αυτής της ακτινοβολίας θα μπορούσαμε να αναφερθούν κατά φθίνουσα σειρά μήκους κύματος τα ραδιοκύματα, τα μικροκύματα, υπέρυθρες ακτίνες, ορατό φως, υπεριώδης ακτίνες, ακτίνες X και ακτίνες γ. Οι ακτίνες που αναφέρθηκαν παραπάνω είναι ικανές να διαπεράσουν μερικά υλικά και ταξιδεύουν με ταχύτητα φωτός. Συνεπώς ηλεκτρομαγνητικό φάσμα λέγεται η περιοχή των συχνοτήτων που καλύπτουν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα.

Τόσο οι άνθρωποι όσο και μερικά ζώα διαθέτοντας τον οφθαλμό και τις ικανότητές του μπορούν να αντιληφθούν ένα μικρό μέρος αυτής της ακτινοβολίας που όπως αναφέρθηκε είναι το ορατό φάσμα. Όμως οι άνθρωποι μπορούν να δουν παραπάνω από το ορατό φάσμα δημιουργώντας και αναπτύσσοντας τεχνητά μέσα που τους επιτρέπουν την αντίληψή της σε μεγαλύτερο εύρος από ότι επιτρέπει η φυσική τους σύσταση. Μερικά παραδείγματα τεχνολογίας που επιτρέπουν να γίνουν αντιληπτές και άλλα μήκη κύματος πέρα από το ορατό φως είναι τα τηλεοπτικά ραδιοκύματα μέσω της τηλεόρασης ακόμα και τις ακτίνες X μέσω των ιατρικών μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται.

Όσον αφορά τις ακτίνες X που προαναφέρθηκαν αποτελούν σημαντικό εργαλείο κυρίως στον κλάδο της ιατρικής θα γίνει λόγος εκτενέστερα για τη σύσταση

και τη λειτουργία τους. Οι ακτίνες X λοιπόν είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι ιδιαίτερα διεισδυτική και έχει πολύ μικρά μήκη κύματος. Οι ακτίνες X ταξιδεύουν με ταχύτητα φωτός όμως αυτές μπορούν να ταξιδέψουν σε σώματα αντικείμενα που η συχνότητα του φωτός δεν μπορεί να περάσει. Έπειτα για να γίνει κατανοητό το πώς οι ακτίνες X φτιάχνονται θα παρατεθεί ένα παράδειγμα, αν λόγω χάρη έχουμε μία κόκκινη επιφάνεια και πάνω της πέσει λευκό φως το χρώμα του φωτός που θα ανακλαστεί θα είναι τι κόκκινο και τα άλλα χρώματα θα έχουν απορροφηθεί κάτι ανάλογο γίνεται και με τις ακτίνες X με μία συσκευή δίνει ηλεκτρόνια όμως μεγαλύτερης ταχύτητας αυτής του απλού φωτός με συσκευή απλής τάσης πάνω σε ένα μέταλλο, όταν αυτά ανακλώνται αυτές που θα συνεχίζουν να ταξιδεύουν θα είναι οι ακτίνες X. Συνοψίζοντας όσο μεγαλύτερη η τάση τόσο γρηγορότερα κινούνται τα ηλεκτρόνια που εκπέμπονται και με όση περισσότερη δύναμη πέφτουν πάνω στο μέταλλο τόσο πιο υψηλής συχνότητας ακτίνες X παράγονται. (<https://xromata.com/?p=4625>, <https://coolweb.gr/aktines-x-rays/> & <http://users.sch.gr/xtsamis/OkosmosMas/Aktinovolies/Aktinovolies.htm>, επίσκεψη στις: 15/8/2021)

4.6. Κινητά τηλέφωνα και ακτινοβολία

Με την πάροδο του χρόνου η χρήση των κινητών τηλεφώνων έχει γίνει πιο συχνή εξαιτίας της εξέλιξης της τεχνολογίας, με αποτέλεσμα να προκαλεί ανησυχία στον άνθρωπο για τυχόν προβλήματα υγείας. Τα κινητά τηλέφωνα εκπέμπουν μία μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, την ακτινοβολία ραδιοσυχνοτήτων (RF-ραδιοκύματα) μέσω τις κεραίες τους. Η ακτινοβολία RF μπορεί να είναι είτε σε υψηλά επίπεδα που αυξάνει την θερμοκρασία του σώματος, είτε σε χαμηλά επίπεδα που έχει την δυνατότητα να δημιουργήσει στον άνθρωπο πονοκεφάλους ή όγκους στον εγκέφαλο. Η λειτουργία του είναι σαν πομπός ραδιοσυχνοτήτων την στιγμή που ο χρήστης μιλάει και ως δέκτης ραδιοσυχνοτήτων όταν ο χρήστης ακούει. Τα κινητά τηλέφωνα διαθέτουν αυτή την ακτινοβολία ραδιοσυχνοτήτων RF την στιγμή που γίνεται μία κλήση. Όμως τα ακουστικά έχουν την ικανότητα να επικρατούν σχετικά σταθερά τα επίπεδα ακτινοβολίας RF και αυτό έχει αποδοτικότητα σχετικά με τον χρόνο που χρησιμοποιείται το κινητό τηλέφωνο, με την απόσταση που βρίσκεται από το σώμα του χρήστη και με το αν τα ακουστικά δεν έχουν αδύναμο σύνδεσμο προς τον σταθμό βάσης. Εξίσου βλαβερά είναι και για την υγεία των ματιών διότι τα κινητά τηλέφωνα και οι άλλες φορητές συσκευές έχουν κατασκευαστεί με τρόπο ώστε η ανάγνωση στις φωτεινές οθόνες να πρέπει να γίνεται σε κοντινή απόσταση με αποτέλεσμα τα μάτια των χρηστών να προσηλώνονται κατά την ανάγνωση και την επεξεργασία της γραφής. Γι' αυτό για την απαιτούμενη υγεία των οφθαλμών συνιστάται η πρόληψη που καθορίζεται από την μείωση της αντανάκλασης. Ο φωτισμός στην οθόνη της κάθε ηλεκτρονικής συσκευής θα πρέπει να είναι περιορισμένος και κατά την χρήση της συσκευής η απόσταση οφθαλμού και οθόνης να επικρατεί σε μία επαρκή απόσταση. Ακόμη σημαντικός είναι και ο χρόνος διαλλείματος που πρέπει να γίνεται περίπου κάθε 20 λεπτά, για 20 δευτερόλεπτα και κοιτώντας μια απόσταση 20 μέτρων. (<https://www.scienceandtechnology.gr/specials/mithoi-alitheies-gia-tin-aktinovolia-kinton-tilefonon/>, επίσκεψη στις: 17/8/2021)



Εικόνα 22: Ακτινοβολίες κινητών τηλεφώνων. (<https://www.scienceandtechnology.gr/specials/mithoi-alitheies-gia-tin-aktinovolia-kinton-tilefonon/>, επίσκεψη στις: 17/8/2021)

4.7. Επιπτώσεις ακτινοβολιών

Οι ακτινοβολίες ήταν από πάντα μέσα στη ζωή και συνυπάρχουν με την έμβια και άβια ύλη της γης καθώς όπως έγινε λόγος και νωρίτερα οι πηγές ακτινοβολίας είναι φυσικές και τεχνητές. Υπάρχουν διάφορες ακτινοβολίες και ποικίλουν οι τρόποι εκμετάλλευσης τους με θεμιτά και ανεπιθύμητα αποτελέσματα. Κυρίως αναφερόμαστε στην ιοντίζουσα και μη ιοντίζουσα ακτινοβολία. Η ιοντίζουσα ακτινοβολία μεταφέρει ενέργεια ικανή να χαλάσει χημικούς δεσμούς προκαλώντας άμεσα προβλήματα στο γενετικό υλικό DNA. Σε αντίθεση η μη ιοντίζουσα ακτινοβολία διαθέτει μικρότερης συχνότητας ενέργεια επηρεάζει χημικά θερμικά και ηλεκτρικά όμως οι επιπτώσεις της εμφανίζονται σε βάθος χρόνου και έπειτα από συνεχή και έντονη έκθεση σε αυτή, τα αποτελέσματά της είναι σοβαρά ακόμη και θανατηφόρα (όπως για παράδειγμα ένας όγκος στο κεφάλι) όμως με περιθώρια αντιμετώπισης. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με την πάροδο του χρόνου και με την εξέλιξη της τεχνολογίας προσφέρει πολύτιμες ανέσεις για την καθημερινή ζωή αλλά και σημαντικά βήματα στον ιατρικό τομέα μέσω της οποίας μπορούν να γίνουν εξετάσεις διαγνωστικές και σημαντικότερες εγχειρήσεις με σκοπό τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου. Στους χώρους της ιατρικής η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία χρησιμοποιείται περιορισμένα σε κάθε άτομο και μεθοδικά για την αποφυγή επιβάρυνσης του οργανισμού. Όμως η έκθεση δεν περιορίζεται στο ιατρικό περιβάλλον καθώς η συνεχής ενασχόληση με ηλεκτρικές συσκευές που εκπέμπουν ακτινοβολία που χρησιμοποιούνται τόσο για την εκπαίδευση, ενημέρωση και ψυχαγωγία (κινητά, Η/Υ, τηλεόραση, ραδιόφωνο) όσο και για την διευκόλυνση σε οικιακές ενασχολήσεις(οικιακές ηλεκτρικές συσκευές). Είναι σημαντικό να γίνει λόγος για την λειτουργία και τις επιπτώσεις που οι ακτινοβολίες προκαλούν στον οφθαλμό και στη λειτουργία του καθώς έρχεται σε άμεση επαφή με φυσικές (ήλιος) αλλά και με τεχνητές (οθόνες κινητών και Η/Υ κάθε είδους)ακτινοβολίες. Ο οφθαλμός προσφέρει μία από τις σημαντικότερες αισθήσεις που είναι η όραση και το μέσο αυτής είναι εξαιρετικά αισθητό με αποτέλεσμα να επηρεάζεται, να πλήττεται και να μην μπορεί να επανέλθει φυσικά παρά μόνο με παρέμβαση μέσω δόρθωσης ή χειρουργική επέμβαση.

4.8. Προστασία από τη μη ιοντίζουσα ακτινοβολία

Οι βλάβες και οι γενικότερες επιπτώσεις στον οργανισμό από την έκθεσή του σε μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες είναι γνωστές και εμφανίζονται κατά την διάρκεια ή αμέσως μετά το πέρας της έκθεσης στο άτομο.

Μέσα στον γενικό πληθυσμό υπάρχουν και άτομα με αυξημένες ανάγκες και ιδιαιτερότητες σχετικά με τους υπολοίπους, τέτοιου είδους άτομα είναι μικρά παιδιά, ηλικιωμένοι καθώς και έγκυες γυναίκες. Λαμβάνοντας υπόψιν και αυτά τα άτομα που τείνουν να είναι περισσότερο ευάλωτα πρέπει να τηρούνται κάποιοι κανόνες εκπομπής και χρόνου έκθεσης σε μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες για την αποφυγή άμεσων και σοβαρών επιπτώσεων σε κάθε είδους οργανισμό. Οι περιορισμοί αυτοί προκύπτουν από ορισμένα δεδομένα των αποδεδειγμένων βλαβερών επιδράσεων στην υγεία από την έκθεση των ατόμων σε μη ιοντίζουσα ακτινοβολία.

Ωστόσο οι περισσότεροι περιορισμοί δεν αναφέρονται άμεσα σε μεγέθη στο περιβάλλον διατάξεων εκπομπής, αλλά επαγόμενα μεγέθη στο εσωτερικό του σώματος των ανθρώπων που δύσκολα μπορούν να μετρηθούν. Έτσι παίρνουμε ως δεδομένο τις δυσμενέστερες συνθήκες αλληλεπίδρασης των ακτινοβολιών και του ανθρώπου καταλήγουμε σε κάποια δεδομένα που μπορεί εύκολα να μετρηθεί η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και τηρώντας τα εξασφαλίζουμε τον βασικό περιορισμό και την μείωση ή και την αποφυγή αθέμιτων και βλαβερών επιδράσεων στην υγεία των οργανισμών. Ωστόσο σε ότι αφορά την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία η συχνότητά της κυμαίνεται από 0-300GHz με βάση λοιπόν από το δεδομένο αποφασίστηκε από την ελληνική νομοθεσία έπειτα από συστάσεις του παγκόσμιου οργανισμού υγείας, της διεθνούς επιτροπής για την προστασία από την μη ιοντίζουσα ακτινοβολία και της Ευρωπαϊκής Ένωσης η τήρηση κάποιων μέτρων εκπομπής της ακτινοβολίας ώστε να περιοριστεί η υπερέκθεση των οργανισμών σε αυτή.

(<https://eeae.gr/%CE%BC%CE%B5-%CE%BC%CE%B9%CE%B1-%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%AC/%CE%BC%CE%B1%CE%B8%CE%B1%CE%AF%CE%BD%CE%BF%CF%85%CE%BC%CE%B5-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%B9%CF%82-%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B5%CF%82/%CE%BC%CE%B7-%CE%B9%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%AF%CE%B6%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%B1-%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1>, επίσκεψη στις: 19/8/2021)

4.8.1. Ακτινοπροστασία

Η ακτινοπροστασία μπαίνει σε νέα δεδομένα με προϋπόθεση όλοι να ενεργούν σύμφωνα με το καινούργιο νομοθετικό πλαίσιο για την βελτίωση της ποιότητας της ζωής. Στόχος της νέας νομοθεσίας είναι ο καθορισμός βασικών προτύπων ασφαλείας και αποφυγή των κινδύνων που προέρχονται από τις ιοντίζουσες ακτινοβολίες και την απόσυρση των όσων προκύπτανε από τα προηγούμενα δεδομένα «89/618/Ευρατόμ 90/641/Ευρατόμ 96/29/Ευρατόμ, 97/43/Ευρατόμ και 2003/122/Ευρατόμ (ΕΕ L13/17.1.2014) – Θέσπιση Κανονισμών Ακτινοπροστασίας».

Με την πάροδο της τεχνολογίας και με την εμπειρία σε διεθνές επίπεδο σχετικά με τους κανόνες προστασίας είχε ως αποτέλεσμα την έκδοση σχετικής Ευρωπαϊκής οδηγίας το 2013 και κατ'αυτόν τον τρόπο ξεκίνησε και στην Ελλάδα η οργάνωση του νέου σχεδίου ακτινοπροστασίας. (<https://www.medicalsystem.gr/neo-kanonistikoplaisio-aktinoprostasia/>, επίσκεψη στις: 22/8/2021)

4.9. Νέα δεδομένα για την ακτινοπροστασία

Σύμφωνα με τις αποφάσεις που έχουν παγιωθεί για τα νέα δεδομένα σχετικά με την ακτινοπροστασία καθορίζει απλούστερες διαδικασίες ανακοίνωσης και έγκρισης πρακτικών και επιπλέον αλλαγή στο κανονιστικό πλαίσιο είναι ότι δεν θα απαιτείται πλέον να υπάρχει προέγκριση κατασκευής όπως γινόταν με τα προηγούμενα δεδομένα. Ωστόσο στα εργαστήρια μαγνητικών τομογράφων (μη ιοντίζουσα ακτινοβολία) αυτό δεν θα ισχύει καθώς θα συνεχίσει να απαιτείται να έχουν προέγκριση κατασκευής. Το νέο κανονιστικό πλαίσιο για το οποίο γίνεται λόγος διέπει εφαρμογές ιοντίζουσων ακτινοβολιών. Επιπρόσθετα πρέπει να αναφερθεί ότι αυτοί οι χώροι απαιτούν ορθή διαρρύθμιση αλλά και τις απαιτούμενες θωρακίσεις, ο νέος οργανισμός αναλαμβάνει την ορθή τήρηση αυτών των προδιαγραφών καθώς και στο στάδιο της δανειοδότησης υποβάλλει μελέτη θωρακίσεων η οποία βαθμολογείται για την ορθότητα της και την τήρηση των προδιαγραφών από τον ΕΕΑΕ. Όσον αφορά τους εργαζομένους την πληροφόρηση και την εκπαίδευσή τους σύμφωνα με τους κανόνες σχετικά με την ακτινοπροστασία τα αναλαμβάνει ο οργανισμός και έχει την ευθύνη να ενδιαφέρεται και τεκμηριώνει την σωστή και κατάλληλη εκπαίδευση των εργαζομένων του. Παρόλο που η ΕΕΑΕ θα ενημερώνει και θα εκπαιδεύει τους εργαζομένους σχετικά με την ακτινοπροστασία δεν θα τους υποβάλει σε εξετάσεις για την διερεύνηση επαρκούς γνώσης και δεν θα πιστοποιεί εγγράφως την επαρκή γνώση σχετικά με την ακτινοπροστασία.

Σχετικά με όσα λειτουργούσαν παλαιότερα με τους προηγούμενους κανονισμούς αναφέρεται πως πλέον θα συνεχίσουν με βάση τα νέα δεδομένα. Και στους εργαζομένους σε κέντρα μαγνητικών ομόγραφων όμως η δική τους έγκριση για τη γνώση και τη σωστή προστασία θα είναι ενιαία με τις νέες διοικητικές πράξεις. (<https://www.medicalsystem.gr/neo-kanonistikoplaisio-aktinoprostasia/>, επίσκεψη στις: 22/8/2021)

4.9.1. Όρια ασφαλούς έκθεσης του κοινού

Ο προσδιορισμός των ορίων έκθεσης του κοινού προήλθε Κοινής Απόφασης Των Υπουργών Ανάπτυξης Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, Υγείας και Πρόνοιας, Μεταφορών και Επικοινωνιών έχοντας ως θέμα τρόπους προφύλαξης του κοινωνικού συνόλου από την παρουσία κεραιών που έχουν τοποθετηθεί στην ξηρά. Κύριο θέμα ήταν όπως και στη συνέλευση της Ε.Ε. η αποφυγή έκθεσης του κοινού σε ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες από 0Hz έως 300GHz.

Τα μέτρα που θεσπίστηκαν στην Ελλάδα για τον περιορισμό της έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες είναι από τα αυστηρότερα στην Ε.Ε. καθώς γίνονται για τον περιορισμό και την αποφυγή δυσάρεστων επιπτώσεων στον οργανισμό έπειτα από αποτελέσματα ερευνών που έγιναν σχετικά με το θέμα. Τα όρια που έχουν θεσπιστεί είναι με βάση τα βλαβερά αποτελέσματα που έχουν παρατηρηθεί σχετικά

με την υγεία μετά από το πέρας της επιτρεπόμενης έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και η αυστηρότητα που προαναφέρθηκε καλύπτει και τις ατομικές ευαισθησίες που μπορεί να έχει κάποιος. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι τα επίπεδα αναφοράς που έχουν τεθεί ως βλαβερά κατοχυρώθηκαν με βάση τα δεδομένα σε συνθήκες σύζευξης του πεδίου με το εκτιθέμενο άτομο αποδίδοντας έτσι τη καλύτερη δυνατή προστασία.

Στους περιορισμούς που θέτει η Ελλάδα συμπεριλαμβάνονται οι συνθήκες του περιβάλλοντος, η ηλικιακή ομάδα που ανήκει ο καθένας, η ευαισθησίες του καθενός αλλά και την κατάσταση υγείας. Γι' αυτούς τους λόγους το επιτρεπόμενο όριο έκθεσης είναι μέχρι 50Hz. Επιπλέον στην Ελλάδα ως όριο έκθεσης θεωρείται με βάση νόμου το 70% των τιμών της Ε.Ε. με αποτέλεσμα να μπαίνει ένας επιπλέον περιορισμός. Τα μέτρα παραμένουν αυστηρά και όσον αφορά την εγκατάσταση μίας κεραίας σε κοντινή απόσταση από έναν βρεφονηπιακό σταθμό, σχολείων, γεροκομείων και νοσοκομείων ακόμα και σε ακτίνα 300 μέτρων. Σε τέτοιες προπτώσεις τα μέτρα περιορίζονται παραπάνω καθώς σε τέτοιες εγκαταστάσεις βρίσκονται άτομα σε ευαίσθητες ηλικιακές ομάδες και με αυξημένες αναισθησίες καθώς και κρίσιμη κατάσταση υγείας. Έτσι σε αυτές τις περιπτώσεις υπάρχει περιορισμός έκθεσης στο 60% των τιμών της Ε.Ε..

Όσον αφορά τους όρους που έγινε λόγος νωρίτερα «επίπεδα αναφοράς» και «βασικοί περιορισμοί» , τα επίπεδα αναφοράς είναι μετρήσιμα μεγέθη που βοηθούν στο να κατανοηθεί ακριβέστερα η τήρηση των βασικών περιορισμών που είναι και το ζητούμενο ώστε να διαφυλαχθεί η υγεία του κοινού από υπέρμετρη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Όσον αφορά τις διατάξεις και τους κανόνες υγιούς λειτουργίας και εκπομπής ακτινοβολιών υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί που βοηθούν στην οριοθέτηση και διαφύλαξη της ατομικής υγείας των ατόμων σχετικά με την καθημερινή τους έκθεση σε ακτινοβολίες φυσικές και τεχνίτες. Ξεκινώντας με τους ραδιοερασιτέχνες άδειας «κατηγορίας εισαγωγικού επιπέδου» είναι υποχρεωμένοι να λειτουργούν τους σταθμούς τους με συνολική εκπομπή ακτινοβολίας μέχρι 40W (ERP). Έπειτα οι ραδιοερασιτέχνες κατοχή άδειας «κατηγορία 1» έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν το σταθμό τους σε όλες τις υποζώνες που είναι εκχωρημένες στην υπηρεσία ερασιτέχνη στον Ελληνικό Κανονισμό Κατανομής Ζωνών Συχνοτήτων (ΕΚΚΖΣ) και με συνολική ένταση εξόδου του πομπού λαμβάνοντας υπόψιν και το κέρδος κεραίας και προσέχοντας να μην γίνεται υπερβολική εκπομπή της προβλεπόμενης οριοθέτησης για την προφύλαξη του κοινού από την λειτουργία κεραιών εγκατεστημένων στη ξηρά.

Καθένας που έχει άδεια εκπομπής συχνοτήτων ανάλογα την κατηγορία της άδειας του πρέπει να ακολουθεί κάποιους κανόνες για τη εξασφάλιση του κοινού καλού. Έτσι ραδιοερασιτέχνες με άδεια «κατηγορίας 1» ή «κατηγορίας εισαγωγικού επιπέδου» δεν μπορούν να εκπέμπουν ειδικά για την υποζώνη πάνω από 135,7 - 137,8kHz με συνολική ισχύ 1W. Ωστόσο η ισχύς εξόδου του πομπού ρυθμίζεται στην ελάχιστη για την διεξαγωγή της επικοινωνίας σε κάθε περίπτωση. Για τις υποζώνες συχνοτήτων υπάρχουν για κάθε κατηγορία συγκεκριμένα Ηz που επιτρέπονται να εκπέμπουν. Μερικές υποζώνες μπορούν να εκπέμπουν σε πειραματική βάση,

σύμφωνα με την εγκύκλιο της Κεντρικής Υπηρεσίας ΥΥΜΔ. Η πειραματική εκπομπή των ζωνών αυτών είναι για την εξέλιξη του ραδιοερασιτεχνισμού.

Στα πλαίσια της νομοθεσίας σχετικά με τα μέτρα εκπομπής συχνοτήτων και τους περιορισμούς που αυτά υποχρεούνται να ακολουθούν για την διατήρηση την ομαλής διαβίωσης και της υγιούς λειτουργίας όλων των απαιτούμενων τεχνολογικών επιτευγμάτων για την κάλυψη των αναγκών και την διασφάλιση της υγείας γίνεται φανερό η επικινδυνότητα που προκαλούν οι ακτινοβολίες. Όλες οι αρμόδιες υπηρεσίες και ομάδες που είναι υπεύθυνες για την ομαλή συμβίωση του κοινού με τις φυσικές και τεχνητές ακτινοβολίες θέτουν περιορισμούς μέτρα και οριοθετεί τη χρήση και την ισχύ εκπομπής για την αποφυγή άμεσων και μη αντιμετωπίσιμων προβλημάτων υγείας που μπορεί κάποιος να εμφανίσει από την πολύωρη έκθεση του σε ακτινοβολίες τέτοιου είδους.

Όσα προαναφέρθηκαν όλοι οι κανονισμοί έγιναν για το καθορισμό της λειτουργίας και εγκατάστασης των σταθμών ραδιοερασιτεχνών , την δανειοδότηση , την έγκριση αναμετάδοσης-παραληπτών-ραδιοφάρων, καθώς και τις εξετάσεις για την παροχή της άδειας για έγκριση των ραδιοερασιτεχνών πτυχίων και γενικότερα όλη τη δραστηριότητα και τις ενέργειες των ραδιοερασιτεχνικών συχνοτήτων.

Μέσα από τον όρο ραδιοερασιτέχνες καλύπτονται οι τηλεπικοινωνίες, οι τηλεοπτικές μεταδόσεις, η υπηρεσία ραδιοερασιτέχνη μέσω δορυφόρου και πολλά άλλα που περιλαμβάνουν όλων των ειδών τις ηλεκτρονικές επικοινωνίες και μεταδόσεις που χρησιμοποιούνται καθημερινά από το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού αλλά και μέσα τεχνολογίας και ραδιοεκπομπής που χρησιμοποιούνται από συγκεκριμένες ομάδες και κοινωνικούς και αναπτυξιακούς στόχους.

Για την απόκτηση των πτυχίων κι των αδειών των ραδιοερασιτεχνών που αναφέρθηκαν πιο πάνω θα γίνει λόγος και θα αναλυθούν οι τύποι των πτυχίων που δίνονται σε κάθε περίπτωση. Οι δύο κατηγορίες πτυχίων είναι η πρώτη κατηγορία HAREC και οι δεύτερη κατηγορία εισαγωγικού επιπέδου (entry level). Τα τελευταία είναι σύμφωνα με την Αναφορά της Επιτροπής Ηλεκτρονικών επικοινωνιών της CEPT. Όσοι ενδιαφέρονται να πάρουν πτυχίο της πρώτης ή της δεύτερης κατηγορίας πρέπει να πληρούν κάποιες προϋποθέσεις μία από αυτές είναι: να είναι πολίτες Κράτους Μέλους της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του Ευρωπαϊκού Οικονομικού χώρου. Οι εξετάσεις για την απόκτηση πτυχίου γίνεται μία φορά κάθε τέσσερις μήνες στην ελληνική γλώσσα από τις ΑΠΥ. Από τις ΑΠΥ ανακοινώνεται η μέρα και ο τόπος που θα πραγματοποιηθεί η εξέταση των δικαιολογητικών και των αιτήσεων των υποψηφίων. Τελειώνοντας το πτυχίο της κάθε κατηγορίας δίνει άλλες δυνατότητες και άλλες ελευθερίες αλλά αντίστοιχα και περιορισμούς στους κατόχους τους.
(<http://www.opengov.gr/yme/?p=1650> &
<http://www.opengov.gr/yme/?p=1635&cpage=1>, επίσκεψη στις: 23/8/2021)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ LASER

5.1. Ορισμός της ακτινοβολίας Laser

Ο όρος laser προέρχεται από την αγγλική λέξη Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) που αποδίδεται στα ελληνικά ως ενίσχυση φωτός με εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας. Το laser παράγει φως, δηλαδή ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με μία μέθοδο οπτικής ενίσχυσης με βάση τη διέγερση εκπομπή φωτονίων. Παράγουν σταθερό χρώμα με συγκεκριμένο μήκος κύματος που κατευθύνεται προς την ίδια πορεία και σχηματίζοντας μία πολύ λεπτή δυνατή δέσμη. Η λειτουργία των λέιζερ ερμηνεύεται από τη θεωρία της κβαντικής μηχανικής και της θερμοδυναμικής. (http://physics.teiath.gr/physics/opto_lab/pdf%20files/LASER%201.pdf, επίσκεψη στις: 25/8/2021)



Εικόνα 23: Ακτίνες laser. (<https://www.slideshare.net/ssusere86563/laser-71778486>, επίσκεψη στις: 25/8/2021)

5.1.1. Ιστορική Αναδρομή Laser

Τις πρώτες βάσεις για το laser τις έδωσε ο Einstein το 1917 που πρότεινε την άποψη της εξαιρετικά εστιασμένης ακτινοβολίας φωτός και της διεγερμένης εκπομπής μικροκυμάτων. Τις επόμενες δεκαετίες μέχρι και την δεκαετία του 1940 οι επιστήμονες είχαν την τεχνολογία του laser ως μια ακαθόριστη θεωρία. Την επόμενη δεκαετία 1950, ο Gordon Gould εξέλιξε την θεωρία του Laser εφόσον δήλωσε ότι εκπομπή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να ενισχύσει το φως.

Ο Maiman το 1960 ήταν ο υπεύθυνος για την εξέλιξη του laser (laser ρουβινίου) που δημιούργησε την πρώτη ορατή ακτινοβολία όπου αναπτύχθηκε εντυπωσιακά και μέχρι σήμερα παρουσιάζονται νέες εφαρμογές. Από εκεί και πέρα η εξέλιξη του ήταν γρήγορη, αφού το 1962 κατασκευάστηκε το laser αργού από τον William B. Bridges, το 1964 κατασκευάστηκε το laser διοξειδίου του άνθρακα από τον Kumar Pate, το 1968 κατασκευάστηκε το Nd: YAG laser (neodymium-doped yttrium aluminium garnet) από τον Leon Goldman και το 1969 κατασκευάστηκε το laser χρωστικής με λάμπα παλμικού φλας από τον Horace.

Η πρώτη χειρουργική επέμβαση ματιών με Laser έγινε το 1980 και από τότε η εξέλιξη του είναι ραγδαία εφόσον τα laser σήμερα αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία της επιστήμης, της τεχνολογίας και της βιομηχανίας. (<https://www.seiffertindustrial.com/el/a-brief-look-at-the-history-of-laser-technology/>, επίσκεψη στις: 26/8/2021)

5.1.2. Αρχή λειτουργίας Laser

Τα laser παρά τις διαφορές και τα μοναδικά χαρακτηριστικά που έχει το κάθε ένα διαθέτουν βασικές αρχές στη λειτουργία τους που είναι κοινές για όλους τους τύπους. Έτσι αποτελούνται από το ενεργό υλικό, το οπτικό αντηχείο (ή κοιλότητα συντονισμού) και το τμήμα της διαδικασίας άντλησης. Το ενεργό υλικό παράγει φως μέσω της εξαναγκασμένης εκπομπής και έχει συγκεκριμένο μέγεθος, σύσταση, καθαρότητα και μορφή. Η ακτινοβολία της έχει αποκλειστεί στο οπτικό αντηχείο (ή κοιλότητα συντονισμού) και παράγεται το φαινόμενο της ανάδρασης (feedback) από την ακτινοβολία που αναπτύσσεται. Η οπτική κοιλότητα διαθέτει μια σύμφωνη δέσμη φωτός μεταξύ δύο ανακλαστικών επιφανειών, έτσι ώστε κάθε φωτόνιο να περνά τουλάχιστον δύο φορές από το ενεργό υλικού προτού φύγει από την οπή εξόδου της πηγής λείζερ ή χαθεί λόγω απορρόφησης ή περίθλασης. Τέλος ο τρόπος λειτουργίας στο τμήμα της διαδικασίας άντλησης είναι να επικρατεί μία συντηρούμενη ταλάντωση στο οπτικό αντηχείο από την ενέργεια των ατόμων του ενεργού υλικού. (http://physics.teiath.gr/physics/opto_lab/pdf%20files/LASER%201.pdf, επίσκεψη στις: 27/8/2021)

5.1.3. Σχηματισμός αναστροφής πληθυσμών

Για την λειτουργία των laser σημαντικός είναι ο σχηματισμός αναστροφής πληθυσμών ο οποίος απεικονίζεται μεταξύ των ενεργειακών σταθμών ενός ενεργού υλικού. Για τον σχηματισμό της αναστροφής πληθυσμών βασικό ρόλο έχει η εξωτερική πηγή άντλησης που μπορεί να είναι μία παλμική λυχνία έκλαμψης (φλας) που έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία παλμικών πηγών Laser (pulsed Laser) ή μια ηλεκτρική εκκένωση που οδηγεί σε συνεχείς πηγές Laser ή cw-Laser. Ακόμη μπορεί να είναι μία χρονικά σταθερή οπτική άντληση. Ο σχηματισμός αναστροφής πληθυσμών γίνεται με συστήματα από τρία επίπεδα και πάνω και όχι με δύο. Αυτό συμβαίνει διότι με δύο επίπεδα όση ακτινοβολία εκπέμπεται τόση απορροφάται κι έτσι διέρχεται από το υλικό μάλλον αναλλοίωτη, ενώ με παραπάνω επίπεδα είναι εφικτός ο σχηματισμός αναστροφής πληθυσμών. (Ζευγώλης, Δ., 2017)

5.2. Άτομα, μόρια και βιομόρια

Το άτομο είναι το μικρότερο σωματίδιου ενός χημικού στοιχείου όπου παραμένει αμετάβλητο σε μια χημική αντίδραση. Οι διαστάσεις τους είναι αρκετά μικρές συνήθως κοντά στα 100 pm. Αποτελούνται από τρεις τύπους υποατομικών σωματιδίων, τα ηλεκτρόνια, τα πρωτόνια και τα νετρόνια. Όταν ένα άτομο έχει περισσότερα ή λιγότερα ηλεκτρόνια από πρωτόνια τότε καλείται ιόν και είναι θετικά ή αρνητικά φορτισμένο. Αν και τα ηλεκτρόνια έλκονται από τα πρωτόνια μπορούν να μεταπηδήσουν σε τροχιές πιο μακριά από τον πυρήνα αν τους προσφερθεί ενέργεια και για να ξαναβρεθούν στην αρχική κατάσταση χαμηλότερης ενέργειας εκπέμπουν φωτόνια στο περιβάλλον.

Τα μόρια αποτελούνται από μικρότερα σωματίδια τα άτομα. Είναι το μικρότερο σωματίδιο που διατηρεί τις χημικές ιδιότητες των μερών του στοιχείου ή της ένωσης στο οποίο ανήκει. Τα άτομα ενός μορίου αλληλεπιδρούν εξαιτίας των ηλεκτρονίων τους δημιουργώντας χημικούς δεσμούς.

Τα βιομόρια είναι τα χημικά μόρια που αποτελούν δομικά ή λειτουργικά συστατικά των οργανισμών. Κύρια χαρακτηριστικά της διάκρισης των βιομορίων είναι η σταθερότητα και η ποικιλομορφία τους. Τα χημικά στοιχεία που διαθέτουν σημαντικό βαθμό στη σύνθεση των βιομορίων είναι ο άνθρακας, το υδρογόνο, το οξυγόνο και το άζωτο. (http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2756/Chimeia_A-Lykeiou_html-empl/index1_3.html & <https://el.m.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CF%8C%CF%81%CE%B9%CE%BF>, επίσκεψη στις: 31/8/2021)

5.3. Απορρόφηση, Αυθόρμητη εκπομπή, Εξαναγκασμένη εκπομπή

Για να γίνει αντιληπτή η λειτουργία ενός laser πρέπει πρώτα να αναλυθούν οι βασικές διεργασίες που μπορούν να λάβουν χώρα κατά την αλληλεπίδραση ενός φωτονίου (Φωτός) και ενός ατομικού συστήματος (Υλης). Αυτές είναι η παρακάτω:

5.3.1. Απορρόφηση

Όταν ένα άτομο απορροφήσει ακτινοβολία ορισμένης συχνότητας και μήκους κύματος τότε στην περίπτωση αυτή το άτομο μπορεί να διεγερθεί. Δηλαδή κάποιο από τα ηλεκτρόνια του να μεταπηδήσει από την τροχιά της θεμελιώδους κατάστασης σε υψηλότερη ενεργειακή στάθμη, απορροφώντας ένα φωτόνιο ενέργειας ίσης με τη διαφορά ενέργειας των σταθμών μεταξύ των οποίων γίνεται η μετάβαση. (Ζευγώλης, Δ., 2017)

5.3.2. Αυθόρμητη εκπομπή

Στην αυθόρμητη εκπομπή το ηλεκτρόνιο θα βρεθεί μόνο του στην αρχική του τροχιά του εκπέμποντας ένα φωτόνιο της ίδιας ενέργειας και του ίδιου μήκους κύματος και έτσι θα μεταβεί σε χαμηλότερη κατάσταση. (Ζευγώλης, Δ., 2017)

5.3.3. Εξαναγκασμένη εκπομπή

Αν κατά τη διάρκεια παραμονής του ηλεκτρονίου στη διεγερμένη κατάσταση πέσει πάνω του ένα φωτόνιο του ίδιου μήκος κύματος με αυτό που προκάλεσε την διέγερση, το φωτόνιο αυτό παρακινεί το άτομο να αποδιεγερθεί, εκπέμποντας ένα δεύτερο φωτόνιο. Το φωτόνιο αυτό έχει το ίδιο μήκος κύματος, την ίδια διεύθυνση και την ίδια πόλωση με το φωτόνιο που υποκίνησε την αποδιέγερση και βρίσκεται σε χωρική και χρονική συμφωνία με αυτό. (Ζευγώλης, Δ., 2017)

5.4. Ιδιότητες των Laser

Οι ιδιότητες των laser είναι:

Μονοχρωματικότητα. Οι φυσικές ή τεχνητές πηγές φωτός που εκπέμπουν την ίδια στιγμή πολλά διαφορετικά είδη ακτινοβολίας (πολυχρωματικές πηγές φωτός). Βέβαια μόνο ένα laser έχει την ικανότητα να παράγει μονοχρωματικές δέσμες μεγάλης αναλυτικής ικανότητας οι οποίες έχουν το ίδιο μήκος κύματος και μπορούν να υπολογίσουν την κατανομή της έντασης του φωτός του laser.

Κατευθυντικότητα. Η συγκεκριμένη ιδιότητα αποτελεί προνόμιο του laser διότι δίνει ακριβής τις μετρήσεις μεταφοράς ενέργειας και σημάτων και όλες οι

ακτινοβολίες έχουν την ίδια κατεύθυνση με μικρή γωνιακή διασπορά. Όσο μικρότερη είναι η γωνία απόκλισης τόσο μεγαλύτερη είναι η κατευθυνότητα της δέσμης.

Οπτική Συμφωνία. Τα φωτόνια που παράγονται βρίσκονται στην ίδια φάση χρονικά και χωρικά. Αυτά τα φωτόνια διαδίδονται μέσω φακών όπου οι δέσμες εστιάζουν σε πολύ μικρές διαστάσεις και τότε φτάνουν οπτικά σύμφωνες στο σημείο που γίνεται η προσφορά των φωτονίων.

Μεγάλη Ένταση. Η φωτεινότητα της ακτινοβολίας παράγεται σε μικρή επιφάνεια και είναι αρκετά μεγάλη, μεγαλύτερη και από εκείνη του ήλιου. Αυτό συμβαίνει διότι η πηγή παράγει σύμφωνο φως το οποίο έχει συγκεκριμένο μήκος κύματος. (Ζευγώλης, Δ., 2017 & <http://www.sebe.gr/wp-content/uploads/2015/12/2004-Part-2-Article-2.pdf>, επίσκεψη στις: 1/9/2021)

5.4.1. Εφαρμογές των Laser

Τα Laser εξαιτίας των ειδικών τους ιδιοτήτων χρησιμοποιούνται σε πολλούς τομείς στην επιστήμη και την τεχνολογία. Αρχικά στα εργαστήρια οπτικής η χρήση των laser γίνεται απαραίτητη σε έρευνες, σε εκπαιδευτικές και συμβουλευτικές εφαρμογές, στην παραγωγή παλμών για την ανάπτυξη διάφορων φαινομένων. Επίσης η εφαρμογή των laser είναι ιδιαίτερα σημαντική στην φασματοσκοπία διότι δίνει την δυνατότητα φασματοσκοπικών μετρήσεων με διακριτικότητα και ακρίβεια. Στην ιατρική το laser θεωρείται χρήσιμο εργαλείο, αφού χρησιμοποιείται είτε σαν διαγνωστικό εργαλείο είτε σαν χειρουργικό εργαλείο ώστε να εξουδετερώνει τα ανεπιθύμητα κύτταρα ή να συγκολλήσει ιστούς. Η εφαρμογή τους στην ιατρική γίνεται και στην οφθαλμολογική διαθλαστική χειρουργική όπου θεραπεύει τον οφθαλμό από κάποιο διαθλαστικό σφάλμα ή από την αποκόλληση του αμφιβληστροειδή από τον χωριοειδή χιτώνα και τη σμίλευση του κερατοειδούς. Η χρήση τους γίνεται και στην κατεργασία υλικών για την αποκατάσταση υλικών αλλά και την διατήρηση και παραγωγή μικροκυκλωμάτων ή κατασκευή τριχοειδών σωλήνων.

Τα laser βασικά είναι και στις οπτικές επικοινωνίες και στα συστήματα πληροφοριών. Δηλαδή χρησιμοποιούνται σε δορυφορικές επικοινωνίες με καλύτερα αποτελέσματα από τα συμβατικά μικροκυματικά συστήματα επικοινωνιών. (Ασημέλλης, Γ., 2005)

5.4.2. Κατηγοριοποίηση των Laser

Υπάρχουν διάφορα είδη laser τα οποία διαχωρίζονται με βάση την επικινδυνότητα που έχει η βασική ή ανακλώμενη δέσμη τους προς το μάτι ή το δέρμα.

Αρχικά είναι τα Laser κλάσης 1 τα οποία είναι ακίνδυνα ακόμα κι αν η δέσμη τους πέσει μέσα στον οφθαλμό, αφού η ισχύς τους δεν ξεπερνάει τα 0.4mW για συνεχή CW laser με μήκος κύματος στο ορατό.

Στην συνέχεια τα Laser κλάσης 2 μπορούν να προκαλέσουν βλάβη στα μάτια μόνο όταν ο οφθαλμός παραμείνει ανοιχτός πάνω από 0.25sec και περιέχουν μήκη κύματος στο ορατό (400-700nm) και ισχύ εξόδου μεταξύ 0.4mW και 1mW για CW laser.

Επίσης είναι και τα Laser κλάσης 3a και 3b όπου τα 3a είναι πιο ήπια εφόσον δεν είναι τόσο εύκολο ο οφθαλμός να υποστεί κάποια βλάβη την στιγμή που

ανοιγοκλείνει το μάτι και έχουν ορατή ακτινοβολία μεταξύ 1-5mW. Αντίθετα τα 3b διαθέτουν μεγαλύτερη δράση ακόμα κι αν η δέσμη τους έρθει για μια στιγμή σε επαφή με τον οφθαλμό και η ισχύς εξόδου για CW laser είναι μεταξύ 5-500mW.

Τέλος τα laser κλάσης 4 έχουν την μεγαλύτερη επικινδυνότητα και για τα μάτια αλλά και για το δέρμα και η ισχύς εξόδου για CW laser για όλα τα μήκη κύματος είναι μεγαλύτερη από τα 500mW. (Ζευγώλης, Δ., 2017 & <http://atomol.physics.uoi.gr/index.files/LASER-SAFETY.pdf>, επίσκεψη στις: 4/9/2021)

5.5. Θερμικές επιδράσεις

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία έχει θερμικές επιδράσεις στην ζωή του ανθρώπου. Το ύψος της θερμοκρασίας και η διάρκεια που θα επιτευχθεί η ακτινοβολία καθορίζει της επικινδυνότητα της. Σε περίπτωση που η θερμοκρασία της ακτινοβολίας αυξηθεί κατά 5 με 10 βαθμούς από την φυσιολογική θερμοκρασία του σώματος των 36 τότε είναι αρκετά επικίνδυνη.

Οι οφθαλμοί είναι το πιο ευπαθέστερο σημείο, έχει μικρό βαθμό θερμότητας εξαιτίας της μικρότερης κυκλοφορία του αίματος και μπορεί εμφανίσει βλάβες όταν οι θερμικές επιδράσεις είναι μεγαλύτερες από 100KHz και δεν γίνεται σωστή επαναφορά της θερμοκρασίας. Αλλά ο κρυσταλλοειδής φακός έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία λόγω της δομής του που του προσφέρει μικρή θερμική αγωγιμότητα. Από την άλλη ο αμφιβληστροειδής έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία και οφείλεται στην αιμάτωση του.

Ακόμη η θέρμανση των ιστών από την ακτινοβολία και η αδυναμία των θερμορρυθμιστικών μηχανισμών μπορούν να θεωρηθούν απειλητικές για θερμικές επιπτώσεις. Έτσι είναι σημαντικό να γίνεται έλεγχος της ενέργειας και της συχνότητας της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ώστε να βρίσκονται κάτω από το όριο επικινδυνότητας. (<http://users.sch.gr/xtsamis/OkosmosMas/Aktinovolies/Aktinovolies.htm>, επίσκεψη στις: 5/9/2021)

5.5.1. Μη θερμικές επιδράσεις

Οι ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες που οφείλονται σε μη μετρήσιμη αύξηση της θερμοκρασίας των ιστών που δέχονται ακτινοβολία λέγονται μη θερμικές επιδράσεις. Η αύξηση της θερμοκρασίας είναι εξαιρετικά μικρή, μόλις 0.1 και οι μη θερμικές επιδράσεις μπορούν να προκληθούν από πολύ μικρές πυκνότητες ισχύος. Επίσης στον χώρο της βιολογίας και της ιατρικής είναι πιο σημαντικές, ενώ παράλληλα τα μέτρα ασφάλειας δεν απαιτούνται επειδή δεν είναι άμεσα μετρήσιμες με κάποιο όργανο. (<http://users.sch.gr/xtsamis/OkosmosMas/Aktinovolies/Aktinovolies.htm>, επίσκεψη στις 5/9/2021)

5.6. Επικινδυνότητα ακτινοβολίας Laser

Για τα επιβλαβή αποτελέσματα που φέρουν οι ακτινοβολίες laser έχουν την ευθύνη ορισμένοι παράγοντες οι οποίοι είναι: οι ελαττωματικές συσκευές laser, η έλλειψη προστατευτικών μέτρων και τα λάθη κατά την διάρκεια της χρήσης των συσκευών.

Βέβαια τα μάτια και το δέρμα είναι εξαιρετικά ευάλωτα όργανα στην ακτινοβολία laser.

Για τους τραυματισμούς στον οφθαλμό από την δέσμη laser ευθύνονται ή από την αύξηση της θερμοκρασίας ή από φωτοχημικές διεργασίες και συγκεκριμένα είναι δυνατόν να προκληθούν εγκαύματα στον κερατοειδή και στον αμφιβληστροειδή. Στον κερατοειδή δημιουργούνται από χρόνια έκθεση σε φως από laser ενώ στον αμφιβληστροειδή από έκθεση σε ορατή και κοντινή υπέρυθη ακτινοβολία. Επίσης το laser διαθέτει μη-σύμφωνες πηγές φωτός όπου η ποσότητα τους που εισέρχεται στον οφθαλμό και εξαπλώνεται σε όλον αμφιβληστροειδή είναι ιδιαίτερη μικρή. Αντίθετα η δέσμη της ακτινοβολίας είναι απειλητική διότι μπορεί να προκαλέσει μερική ή ολική τύφλωση. Αυτό συμβαίνει διότι η ακτινοβολία διαπερνά από την κόρη του οφθαλμού και καταλήγει στον αμφιβληστροειδή, με μία μικρή περιοχή αλλά δίνοντας του όλη την ενέργεια.

Η ακτινοβολία laser εκτός από τους οφθαλμούς μπορεί να προκαλέσει τραυματισμούς και στο δέρμα. Η έκθεση ακτινοβολίας Laser σε ακάλυπτο δέρμα μπορεί να εμφανίσει κάποιο ήπιο κοκκίνισμα σε δημιουργία φλυκταινών μέχρι και επώδυνα εμφανίσει κάποιο ήπιο κοκκίνισμα σε δημιουργία φλυκταινών μέχρι και επώδυνα εγκαύματα. Οι επιδράσεις τις ακτινοβολίας έχουν και καρκινογόνο δράση που προκαλούνται από χρόνια έκθεση σε υπεριώδες (UV) φως. Το μέγεθος και ο τύπος της βλάβης εξαρτάται από το μήκος κύματος του φωτός που είναι 400-1400nm και την ποσότητα της αποτιθέμενης ενέργειας. Βέβαια σημαντικός είναι και ο τρόπος χρήσης των συσκευών laser στην ιατρική που υπάρχουν αναφορές για καρκινογόνο δράση. (<http://www.sebe.gr/wp-content/uploads/2015/12/2004-Part-2-Article-2.pdf><http://atomol.physics.uoi.gr/index.files/LASER-SAFETY.pdf>, επίσκεψη στις: 10/9/2021)



Εικόνα 24: Ακτίνα laser σε επαφή με τον οφθαλμό. (<https://cgoudis.gr/ερωτήσεις-για-to-laser/>, επίσκεψη στις: 10/9/2021)

5.6.1. Άλλοι κίνδυνοι

- Η λειτουργία του laser μπορεί ακόμη να προκαλέσει ηλεκτροπληξία που οφείλεται σε εργασία υψηλής ισχύος συστημάτων laser.
- Κίνδυνοι εκρήξεων μπορούν να συμβούν Λάμπες υψηλής πίεσης που χρησιμοποιούνται στα laser για άντληση όπου πρέπει να είναι κατάλληλα κατασκευασμένα για την ασφάλεια των ατόμων.

- Τα επικίνδυνα χημικά αέρια που χρησιμοποιούνται σε χώρους εγκαταστάσεων συστημάτων laser θεωρούνται πιο βλαβερά και από την ακτινοβολία laser, όπως για παράδειγμα αναθυμιάσεις, τοξικά αέρια, ατμοί και καπνός.
- Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται και στα άτομα που έρχονται σε επαφή με laser με οργανικές χρωστικές διότι είναι δυνατόν να οδηγηθούν σε καρκινογενέσεις, μεταλλάξεις και τερατογεννήσεις.
- Οι δέσμες των laser κλάσης 4 έχουν την ικανότητα να παρουσιάσουν ανάφλεξη σε εύφλεκτα υλικά και αέρια.
- Επικίνδυνα είναι και τα κρυογενικά υγρά που μπορούν να προκαλέσουν εγκαύματα στο δέρμα ή ακόμη και εξατμιζόμενα να μειώσουν τα επίπεδα του οξυγόνου σε μη επαρκώς εξαεριζόμενα εργαστήρια
- Επιπλέον τα υψηλής ισχύος παλμικά laser είναι αναγκαίο να διατηρούνται στις κατάλληλες θερμοκρασίες και στην υγρασία που απαιτείται για την σωστή λειτουργία τους. Ο χρήστης αν βρίσκεται σε διαφορετικό ποσοστό που συνιστάται του προκαλείται ξηρασία στον λαιμό.
- Ο θόρυβος είναι κάτι ακόμη που πρέπει να ελέγχεται γιατί είναι πιθανόν να ξεπεραστεί από το επιτρεπόμενο όριο και να είναι αναγκαία η χρήση ωτοασπίδων. (<http://atomol.physics.uoi.gr/index.files/LASER-SAFETY.pdf>, επίσκεψη στις: 11/9/2021)

5.7. Προστασία οφθαλμού από ακτινοβολίες laser

Για την ασφάλεια των οφθαλμών, βασικό μέτρο προστασίας από τις ακτινοβολίες laser είναι η υποχρεωτική χρήση ειδικών απορροφητικών γυαλιών που ο τύπος τους εξαρτάται από τον τύπο της ακτινοβολίας. Στον χώρο εργασίας ακόμα και αν υπάρχει απόσταση των ατόμων από το laser οι ακτινοβολίες τους είναι ικανές να προκαλέσουν τραυματισμούς στα μάτια. Γι' αυτό τα γυαλιά πρέπει να επιλέγονται ώστε να προστατεύουν από τις αντανάκλασεις.

Για την προστασία των οφθαλμών με τα ειδικά γυαλιά υπάρχουν και μερικοί παράγοντες οι οποίοι είναι:

- το μήκος κύματος
- η οπτική πυκνότητα σε συγκεκριμένο μήκος κύματος
- το μέγιστο φωτισμό ή την ισχύ δέσμης
- ο τύπος συστήματος λείζερ
- οι δυνατότητες αντανάκλασης - κατοπτρική και διάχυτη
- το οπτικό πεδίο
- η παρουσία διορθωτικών φακών ή επαρκούς μεγέθους
- η επίδραση στην έγχρωμη όραση

(<https://el.sodiummedia.com/4229017-what-is-laser-radiation-laser-radiation-its-sources-and-protection-from-it>, επίσκεψη στις: 12/9/2021)

5.8. Διαθλαστικές ανωμαλίες του οφθαλμού

Οι καταστάσεις οι οποίες προκαλούν αλλοίωση στην διάθλαση του φωτός από τα διαθλαστικά μέσα του ματιού (κερατοειδής, κρυσταλλοειδής φακός) με αποτέλεσμα τα αντικείμενα να μην εστιάζονται πάνω στον αμφιβληστροειδή αλλά μπροστά ή

πίσω από αυτόν και τον κάνει να βλέπει θολά ονομάζονται διαθλαστικές ανωμαλίες ή αμετροπίες. Οι αμετροπίες είναι η μυωπία, η υπερμετροπία και ο αστιγματισμός.

Μυωπία λέγεται η διαθλαστική ανωμαλία του ματιού κατά την οποία ο οφθαλμός έχει μεγαλύτερο προσθιοπίσθιο αξονικό μήκος, δηλαδή ο κερατοειδής είναι πιο κυρτός και παρουσιάζει μεγάλη οπτική ισχύ σε σχέση με έναν εμμετρικό οφθαλμό. Οι ακτίνες του φωτός που εισέρχονται δεν εστιάζονται πάνω στον αμφιβληστροειδή, αλλά μπροστά από αυτόν και το κύριο σύμπτωμα της μυωπίας είναι η θολή αντίληψη των μακρινών αντικειμένων.

Υπερμετροπία λέγεται η διαθλαστική κατάσταση στην οποία η απόσταση μεταξύ του κερατοειδούς και του αμφιβληστροειδούς χιτώνα είναι μικρότερη της φυσιολογικής. Οι ακτίνες του φωτός που εισέρχονται στον οφθαλμό εστιάζονται πίσω από τον αμφιβληστροειδή και έχει ως συνέπεια κοπιωπία και θολή όραση.

Αστιγματισμός είναι η διαθλαστική ανωμαλία του οφθαλμού στην οποία ο οφθαλμός δεν παρουσιάζει την ίδια διαθλαστική δύναμη σε όλους τους μεσημβρινούς του. Αυτό προκαλεί την μη δυνατή συγκέντρωση των φωτεινών ακτίνων σε ένα σημείο που εισέρχονται στο μάτι, αλλά να διαχέονται με τρόπο ώστε να σχηματίζουν ένα κωνοειδές σχήμα είτε μπροστά είτε πίσω από τον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Η επίπτωση αυτού είναι τα αντικείμενα και στην μακρινή όραση αλλά και στην κοντινή όραση να φαίνονται παραμορφωμένα καθώς επίσης να προκαλείται κούραση στα μάτια. (Snell, R. S. et al., 2006)

5.8.1. Διαθλαστική χειρουργική

Η διαθλαστική χειρουργική είναι οι χειρουργικές επεμβάσεις που πραγματοποιούνται για την διόρθωση των διαθλαστικών ανωμαλιών του οφθαλμού. Οι επεμβάσεις αυτές ρυθμίζουν την εστίαση του οφθαλμού έτσι ώστε ο ασθενής να μην χρειάζεται πλέον την χρήση γυαλιών ή φακών επαφής.

Για την διαθλαστική χειρουργική ο ιατρός θα πρέπει να κάνει έναν προσεκτικό προεγχειρητικό έλεγχο για να δει τις ανάγκες του ασθενούς. Έτσι θα καταλήξει στην κατάλληλη τεχνική που χρειάζεται ο ασθενής για να έχει το καλύτερο ασφαλές αποτέλεσμα, χωρίς κάποια επιπλοκή.

Βέβαια για να προχωρήσουν στην πραγματοποίηση της επέμβασης θα πρέπει ο ασθενής να τηρεί ορισμένες προϋποθέσεις. Συγκεκριμένα να έχει συμπληρωθεί το 18ο έτος της ηλικίας του, να μην υπάρχουν χρόνιες παθήσεις στον κερατοειδή ή στον αμφιβληστροειδή χιτώνα του οφθαλμού, η όραση του να είναι σταθερή τουλάχιστον κατά τον τελευταίο χρόνο. Επίσης στις γυναίκες να μην υπάρχει εγκυμοσύνη και γαλουχία ή μια ενδεχόμενη περίπτωση εγκυμοσύνης για τους επόμενους δύο μήνες και τέλος σε περίπτωση που υπάρχει βηματοδότης να υπάρχει έγκριση από τον καρδιολόγο. (<https://www.eyediathlasis.gr/el/refractive-surgery>, επίσκεψη στις: 14/9/2021)

5.8.2. Excimer Laser

Ανακαλύφθηκε το 1970 από τους Nikolai Basov , V. A. Danilychev και Yu. M. Popov στη Μόσχα. Ο όρος Excimer Laser προέρχεται από τις λέξεις excited dimmer αφού είναι μία ασταθής διμερής χημική ένωση αδρανούς αερίου (argon) με αλογόνο

(φθόριο), με συνοδεία εκπομπής φωτονίων υψηλής ενέργειας στο υπεριώδες φάσμα στα 193nm. Η εξέλιξη του στην τεχνολογία των excimer laser έχει καταφέρει να διατηρήσει την ασφάλεια, την αποτελεσματικότητα και την προβλεψιμότητα της επέμβασης του κερατοειδούς. Κατά την χρήση του γίνεται αναδιαμόρφωση του κερατοειδή και διόρθωση των διαθλαστικών σφαλμάτων, η μυωπία, η υπερμετρωπία και ο αστιγματισμός. Ακόμη έχουν την ικανότητα να σμιλεύουν τον κερατοειδή χρησιμοποιώντας υπεριώδη ενέργεια από το laser excimer κι έτσι να αφαιρούνται μικροσκοπικές ποσότητες ιστού από τον κερατοειδή χιτώνα με πολύ υψηλό βαθμό ακρίβειας, χωρίς να καταστρέφεται και να προκληθεί κάποια θερμική βλάβη στον περιβάλλοντα ιστό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μείωση ή την απεξάρτηση από τα γυαλιά ή τους φακούς επαφής. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1305094/>, επίσκεψη στις: 16/9/2021)



Εικόνα 25: Μηχάνημα εκπομπής Excimer Laser πρόβλεψης και αντιμετώπισης επεμβάσεων κερατοειδούς αλλά και διαθλαστικών σφαλμάτων. (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Excimer_laser_Summit.jpg, επίσκεψη στις: 16/9/2021)

5.8.3. Argon Laser

Το Argon laser ανακαλύφθηκε το 1964 από τον William Bridges και είναι από τα πιο διαδεδομένα laser ευγενούς αερίου. Παράγει υπεριώδες ακτινοβολίες, είναι ελάχιστα διακριτή ως πράσινη ακτίνα σε μήκη κύματος από 351.1nm έως και 1092,3nm. Το Argon Laser φωτοπηξία εφαρμόζεται σε ασθενείς που πάσχουν από διαβητική αμφιβληστροειδοπάθεια ή οίδημα της ωχράς κηλίδας. Για την αντιμετώπιση τους υπάρχουν δύο είδη θεραπείας όπου είναι η εστιακή φωτοπηξία και η παναμφιβληστροειδική φωτοπηξία. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε μικρο επεμβάσεις όπως η θερμική καταστροφή παθολογικών βλεφαρίδων, σε ασθενείς με εντρόπιο ή βλεφαρίτιδα βαριάς μορφής.

Συγκεκριμένα με το Argon Laser γίνεται έγκαυμα στον αμφιβληστροειδή από την υψηλή θερμοκρασία που διαθέτει το laser κι έτσι το μελάγχρουν επιθήλιο απορροφά τις φωτεινές ακτίνες που εισέρχονται στον οφθαλμό. Η διαδικασία είναι εξαιρετικά ασφαλής και ανώδυνη δεν είναι χρονοβόρα αφού κρατάει μόνο λίγα λεπτά και ο ασθενής μπορεί να επιστρέψει σπίτι του την ίδια μέρα κιόλας που πραγματοποιήθηκε η επέμβαση. Όμως υπάρχει και η πιθανότητα να προκύψουν και μερικές επιπλοκές όπως το οίδημα της ωχράς κηλίδας, αιμορραγίες, διαταραχές της έγχρωμης όρασης, δυσκολία στην όραση τις νυχτερινές ώρες, παροδική απώλεια όρασης και έγκαυμα

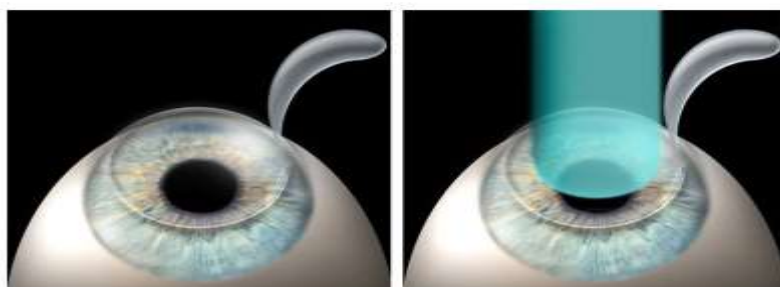
της
ωχράς
κηλίδας.
(<https://www.smahliou.gr/%CE%B5%CF%80%CE%B5%CE%BC%CE%B2%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/%CE%B1%CE%BC%CF%86%CE%B9%CE%B2%CE%BB%CE%B7%CF%83%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CE%AE%CF%82#%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%80%CE%B%CE%BF%CE%BA%CE%AD%CF%82-argon-laser-%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CF%80%CE%B7%CE%BE%CE%AF%CE%B1%CF%82>, επίσκεψη στις: 18/9/2021)



Εικόνα 26: Argon Laser πραγματοποιείται η θεραπεία της φωτοπηξίας.
(<https://www.imo.pt/en/tratamentos/laser-argon/>, επίσκεψη στις: 18/9/2021)

5.8.4. Lasik Laser

Το Lasik προέρχεται από τα αρχικά του Laser Assisted In-situ Keratomileusis όπου το 1996 ο FDA έγκρινε το lasik για την θεραπεία της μυωπίας. Η πραγματοποίηση του laser γίνεται στο στρώμα κάτω από το επιθήλιο με σκοπό το επιθήλιο να επανατοποθετηθεί στη θέση του και στη συνέχεια να αποκατασταθεί από ένα καινούργιο. Η φαρμακευτική αγωγή και η εφαρμογή των φακών επαφής για θεραπεία είναι βασική. Το πλεονέκτημα του είναι ότι έχουν την δυνατότητα να δημιουργήσουν κρημνούς λεπτού πάχους αλλά παρουσιάζουν και μειονεκτήματα που αφορούν την αποκόλληση του κρημνού από το στρώμα. (<https://www.lasermiopias.gr/diorthosi-miopias-me-laser-methodos-lasik/>, επίσκεψη στις: 19/9/2021)



Εικόνα 27: Θεραπεία μυωπίας με την μέθοδο Lasik Laser.
(<https://www.lasermiopias.gr/diorthosi-miopias-me-laser-methodos-lasik/>, επίσκεψη στις: 19/9/2021)

5.8.5. Πιθανά προβλήματα από την φωτοδιαθλαστική χειρουργική επέμβαση

Η χειρουργική επέμβαση των οφθαλμών παρά τις πολλές επιτυχίες που έχουν μπορούν να εμφανίσουν και προβλήματα. Η τεχνική της Lasik εμφανίζει επιπλοκές που προέρχονται κυρίως από ανωμαλίες επανασυγκόλλησης του κρημονού. Άλλες επιπλοκές προέρχονται από διαταραχές μηχανικής σταθερότητας του κερατοειδή και από την δημιουργία του κρημονού και της μεγάλης μείωσης του πάχους του σε απόπειρες διορθώσεις υψηλών διαθλαστικών σφαλμάτων. Ακόμη η τεχνική Lasik έχει φέρει αρκετές φορές αρνητικά αποτελέσματα στην όραση όπου ανέπτυξε την σφαιρική εκτροπή. Για αποτραπεί αυτό θα πρέπει να γίνουν μεγάλες διαμέτρους φωτοαποδόμησης που συγχρόνως πρέπει να γίνει αύξηση και στο βάθος της φωτοαποδόμησης. Σημαντικό για την πραγματοποίηση της αύξησης είναι το πάχος του κερατοειδή να βρίσκεται κάτω από 260 μm ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος για κερατεκτασία. Αυτό θα προκύψει μόνο όταν το πάχος του κερατοειδή είναι πάνω από 260 μm εξαιτίας της μειωμένης σταθερότητας του κερατοειδή. Το πρόβλημα του υπολειπόμενου πάχους παρουσιάζεται και στις διορθώσεις σε μεγάλες κορικές διαμέτρους ώστε να αποφευχθούν οι σφαιρικές εκτροπές.

Από την άλλη το Excimer Laser έχει την προοπτική να παρουσιάσει προβλήματα στην επέμβαση της υπερμετροπίας διότι στους υπερμέτρους η επέμβαση πρέπει να γίνει περιφερειακά για την αύξηση της καμπυλότητας, και όχι στο κέντρο του κερατοειδή. Εξίσου όταν ο ασθενής παρουσιάζει μεγάλη υπερμετροπία μαζί με μεγάλες καμπυλότητες τότε είναι πιθανή η εμφάνιση της υποστροφής.

(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1305094/>,
<https://www.smahliou.gr/%CE%B5%CF%80%CE%B5%CE%BC%CE%B2%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/%CE%B1%CE%BC%CF%86%CE%B9%CE%B2%CE%BB%CE%B7%CF%83%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CE%AE%CF%82#%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%BA%CE%AD%CF%82-argon-laser-%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CF%80%CE%B7%CE%BE%CE%AF%CE%B1%CF%82> & <https://www.lasermiopias.gr/diorthosi-miopias-me-laser-methodos-lasik/>, επίσκεψη στις: 20/9/2021)

Συμπεράσματα

Οι ακτινοβολίες που υπάρχουν στο περιβάλλον και επηρεάζουν άμεσα και έμμεσα το κοινό είναι φυσικές και τεχνητές. Όσων αφορά τις φυσικές προέρχονται από το περιβάλλον υπήρχαν και θα υπάρχουν χωρίς να υπάρχει τρόπος αποφυγής παρά μόνο μέτρα προφύλαξης. Αναλυτικότερα οι φυσικές ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες προέρχονται κυρίως από τον ήλιο, από τους κεραυνούς αλλά και από τη γη. Η έντασή τους μπορεί να προκαλέσει σοβαρές βλάβες στον ανθρώπινο οργανισμό κυρίως σε υψηλές εντάσεις όπως για παράδειγμα του κεραυνού. Η ακτινοβολία του ηλίου μπορεί να προκαλέσει εγκαύματα ανάλογα την έντασή της αλλά και τον χρόνο έκθεσης του ατόμου σε αυτή. Ωστόσο το ανθρώπινο σώμα έχει εξαιρετικά ευαίσθητα όργανα τα οποία έρχονται σε άμεση επαφή με την ηλιακή ακτινοβολία όπως είναι λόγου χάριν ο οφθαλμός.

Τα μάτια είναι από τα πλέον εκτεθειμένα όργανα στην ακτινοβολία αλλά και από τα πιο ευαίσθητα όργανα στο ανθρώπινο σώμα. Η ηλιακή ακτινοβολία (υπεριώδης ακτινοβολία) επηρεάζει τόσο τη φυσιολογία του όσο και τις λειτουργίες του. Σε βάθος χρόνου η εκτεταμένη και καθημερινή έκθεση του ματιού σε τέτοιες ακτινοβολίες θα προκαλέσει βλάβες εξωτερικές (στα βλέφαρα και στο γύρο εκτεθειμένο δέρμα) αλλά και στους εσωτερικούς ιστούς του ματιού με αποτέλεσμα στον περιορισμό της όρασης (γεροντικός καταρράκτης). Η προστασία από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μπορεί να επιτευχθεί με διάφορους τρόπους όπως είναι τα πολωτικά γυαλιά ηλίου. Οι φακοί αυτοί έχουν εξελιχθεί έτσι ώστε να μπλοκάρουν την αντανάκλαση των ακτίνων φωτός και το άτομο να βλέπει καθαρότερα και πιο άνετα. Επιπρόσθετα οι ακτινοβολίες αυτές πέρα από τον οφθαλμό έρχονται σε επαφή και με το υπόλοιπο σώμα και σε πρώτη και άμεση επαφή με το δέρμα για το οποίο υπάρχουν άλλα προστατευτικά για την αποφυγή προβλημάτων.

Εκτός από τις φυσικές ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες υπάρχουν και οι τεχνητές. Αυτές εκπέμπονται από ηλεκτρικές συσκευές που υπάρχουν στην καθημερινότητά μας. Για της ακτινοβολίες αυτές ο περιορισμός τους γίνεται μέσω νόμων που έχουν αποφασίσει τα κράτη προς όφελος της υγείας όλων. Όμως οι τεχνητές αλλά και οι φυσικές ακτινοβολίες προσφέρουν και επιθυμητές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό. Δεν πρέπει να παραληφθεί το γεγονός πως οι φυσικές ακτινοβολίες υπό μέτρα και όρια έκθεσης σε αυτές ενεργοποιούν βιταμίνες στον ανθρώπινο οργανισμό που είναι απαραίτητες για τη σωστή ανάπτυξη και λειτουργία του. Ανάλογη είναι και η λειτουργία τω τεχνητών ακτινοβολιών. Έχοντας αναλύσει και διερευνήσει τις τεχνητές ακτινοβολίες καθορίστηκαν εντάσεις και χρόνοι έκθεσής σε αυτές που μπορούν να αποδειχθούν ιάσιμες με φυσικό τρόπο σε αρκετές περιπτώσεις εκ των οποίων και ιδιαίτερα σοβαρές. Επιπρόσθετα είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η υπεριώδης ακτινοβολία προσφέρει πλήρη απολύμανση στον αέρα, το νερό, και σε επιφάνειες και χρησιμοποιείται κυρίως σε νοσοκομεία, μέσα μαζικής μεταφοράς και κοινόχρηστους χώρους.

Μεγάλο τμήμα των ευεργετικών ακτινοβολιών κατέχουν οι ακτίνες Laser. Η συνεχόμενη εξέλιξή τους έχει αποδειχθεί άκρως ικανοποιητική τόσο στον κλάδο της ιατρικής όσο και της τεχνολογίας αλλά και της εξέλιξης της επιστήμης. Σε διαφορετικές εντάσεις και συχνότητες εξυπηρετούν και άλλο σκοπό. Για παράδειγμα η πραγματοποίηση εγχειρήσεων laser είναι λιγότερο επίπονες, μικρότερης διάρκειας και άμεσης αποκατάστασης. Αλλά η χρήση των ακτίνων laser μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για θεραπευτικούς λόγους. Βέβαια η χρήση αυτών των μέσων θεραπείας έχουν ενδείξεις και αντενδείξεις καθώς δεν συνίσταται σε όλες τις περιπτώσεις αλλά ο κάθε ασθενής πρέπει να αναλαμβάνεται με τις ιδιαιτερότητες και τις ευαισθησίες του.

Συνοψίζοντας η ύπαρξη και η αλληλεπίδραση με τον ανθρώπινο οφθαλμό αλλά και με ολόκληρο τον οργανισμό είναι έντονη και συνεχόμενη. Τα μέτρα προστασίας, οι τρόποι αντιμετώπισης αλλά οι επιθυμητές αποδόσεις των ακτινοβολιών έρχονται σε μία ισορροπία ακολουθώντας πάντοτε τους όρους και τα μέτρα που έχουν τεθεί από ειδικούς για την ασφαλέστερη αλληλεπίδραση ακτινοβολιών και του ανθρώπινου οργανισμού γενικότερα και του οφθαλμού ειδικότερα. Πιο συγκεκριμένα οι ιοντίζουσες και μη ιοντίζουσες ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες επηρεάζουν άμεσα το μάτι και τη λειτουργία του, ωστόσο με τεχνητούς τρόπους και τα ίδια μέσα και την προϋπόθεση ειδικών γνώσεων μπορούν να αποκατασταθούν ολοκληρωτικά ή με μικρές αποκλίσεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ζευγώλης, Δ., (2017) *Εφαρμοσμένη Οπτική με θέματα Οπτικών Ινών & Laser*. 3^η Έκδοση. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τσιόλα.

Ασημέλλης, Γ., (2005) *Μαθήματα Οπτικής*. 2^η Έκδοση. Αθήνα: Σύγχρονη γνώση.

Τοπαλής, Φ. Β., Οικονόμου, Λ. & Κουρτέση, Σ., (2010) *Φωτοτεχνία*. 2^η Έκδοση. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τσιόλα.

Δρακόπουλος, Π. & Ασημέλλης, Γ., (2011) *Εφαρμοσμένη Οπτική Οπτικά Όργανα Απεικόνισης*. Αθήνα: Σύγχρονη γνώση.

Snell, R. S. & Lemp, M. A., (2006) *Κλινική Ανατομία του Οφθαλμού*. Nicosia Cyprus: Π.Χ. Πασχαλίδης.

Ασημέλλης, Γ., (2008) *Οπτική και Υπερόραση*. 2^η Έκδοση. Αθήνα: Σύγχρονη γνώση.

Αρθρογραφία

Μπουτσιούκης, Χ., Παντελίδου, Ο., & Μπουτσιούκης, Α. (2004). Laser: Αρχές λειτουργίας, αλληλεπίδραση με τους ιστούς, κίνδυνοι και ασφάλεια κατά την χρήση τους. (32), 99-109.

Manche, E. E., Carr, J. D., Haw, W. W., & Hersh, P. S. (1998). Excimer laser refractive surgery. 169(1), 30-38.

<http://www.sebe.gr/wp-content/uploads/2015/12/2004-Part-2-Article-2.pdf>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1305094/>

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

<https://www.healthyliving.gr/2014/03/19/mati-anatomia-orash/>

<https://www.pureviolet.gr/ti-einai-to-uvb/>

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%8E%CE%B4%CE%B7%CF%82_%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1

<https://www.elinyae.gr/index.php/themata-yae/aktinobolia/page/somatidiaki-aktinobolia>

<https://iasproudis.gr/articles/32-eye-protection-from-sun>

<https://www.iatronet.gr/ygeia/ofthalmologia/article/789/oi-epiptwseis-tis-iliakis-aktinovolias-sta-matia.html>

<https://www.matakia.gr/ygeia-mation/iliaki-aktinovolia/>

<https://attiko.eu/kindinoi-tis-ekthesis-ofthalmon-stin-iliaki-aktinovolia.html>

<https://drkalantzis.gr/%CF%80%CE%B1%CE%B8%CE%B7%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%83/%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%B1%CF%80%CE%B5%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1>

[B9%CE%B1/%CE%BF%CE%B3%CE%BA%CE%BF%CE%B9-%CE%B2%CE%BB%CE%B5%CF%86%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85.htm](https://www.baoptics.gr/eye-diseases/photokeratitis.html)
<https://www.baoptics.gr/eye-diseases/photokeratitis.html>
<https://www.athenseyehospital.gr/gr/gia-astheneis/loipes-ofthalmikes-pathiseis/steatio/>
<https://www.medifeye-institute.gr/pathiseis/pathiseis-amfivlistroeidous/ekfylisi-ochras-kilidas>
http://xeiourgous-ofthalmiatros.gr/el/syxnes-pathiseis/katarraktispathisi_ofthalmiatros
<https://www.chatzinikolas.gr>
<http://peoo.gr/polarized-lenses-polariod-eyewear/>
<https://www.eyefactory.gr/blog-gr/polarized-sunglasses>
<https://www.alensa.gr/ti-einai-ta-polutika-gialia-iliou.html>
<http://www.oculist.net/downaton502/prof/ebook/duanes/pages/v1/v1c051d.html#pro>
<https://www.lentiamo.gr/blog/ti-einai-ta-fwtoxrwmatika-gyalia-hliou.html>
http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2682/Fysiki_B-Lykeiou-GP_html-empl/index3_4.ht
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CF%80%CE%AD%CF%81%CF%85%CE%B8%CF%81%CE%B7_%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1
<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CF%89%CF%84%CF%8C%CE%BD%CE%B9%CE%BF>
<https://www.elinyae.gr/index.php/themata-yae/aktinobolia/page/somatidiaki-aktinobolia>
<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9D%CE%B5%CF%84%CF%81%CF%8C%CE%BD%CE%B9%CE%BF>
<https://www.greelane.com/el/%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B7-%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1-%CE%BC%CE%B1%CE%B8%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC/%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B7/definition-of-electron-chemistry-604447/>
<https://physicsgg.me/2021/07/06/%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-%CF%86%CF%89%CF%84%CF%8C%CE%BD%CE%B9%CE%BF/>
<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%89%CF%84%CF%8C%CE%BD%CE%B9%CE%BF>

<http://users.sch.gr/xtsamis/OkosmosMas/Aktinovolies/Aktinovolies.htm>

<https://www.unilens.gr/el/matia-orasi/uv-%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1.html>

<https://xromata.com/?p=4625>

<https://coolweb.gr/aktines-x-rays/>

[https://el.](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BC%CE%B1%CE%B3%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%86%CE%AC%CF%83%CE%BC%CE%B1)

[wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BC%CE%B1%CE%B3%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%86%CE%AC%CF%83%CE%BC%CE%B1](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BC%CE%B1%CE%B3%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%86%CE%AC%CF%83%CE%BC%CE%B1)

<https://eeae.gr/%CE%BC%CE%B5-%CE%BC%CE%B9%CE%B1-%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%AC/%CE%BC%CE%B1%CE%B8%CE%B1%CE%AF%CE%BD%CE%BF%CF%85%CE%BC%CE%B5-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%B9%CF%82-%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B5%CF%82/%CE%BC%CE%B7-%CE%B9%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%AF%CE%B6%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%B1-%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1>

<https://www.medicalsystem.gr/neo-kanonistiko-plaisio-aktinoprostasia/>

<https://sinapiseye.gr/tmima-ofthalmikis-ogkologias/kaloithis-ke-kakoithis-ogki-ragoidous-chitona/>

http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2756/Chimeia_A-Lykeiou_html-empl/index1_3.html

<https://el.m.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CF%8C%CF%81%CE%B9%CE%BF>

[http://iek-](http://iek-artas.art.sch.gr/openeclass/modules/document/file.php/AISTH_B104/1.5%20%CE%A5%CF%80%CE%AD%CF%81%CF%85%CE%B8%CF%81%CE%B7-%201.6%20%CE%A5%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%8E%CE%B4%CE%B7%CF%82%20%CE%91%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1%20-%201.7%20%201.8%CE%95%CE%BD%CE%B4%CE%B5%CE%AF%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82%20-%CE%91%CE%BD%CF%84%CE%B5%CE%BD%CE%B4%CE%B5%CE%AF%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82.pdf)

[artas.art.sch.gr/openeclass/modules/document/file.php/AISTH_B104/1.5%20%CE%A5%CF%80%CE%AD%CF%81%CF%85%CE%B8%CF%81%CE%B7-%201.6%20%CE%A5%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%8E%CE%B4%CE%B7%CF%82%20%CE%91%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1%20-%201.7%20%201.8%CE%95%CE%BD%CE%B4%CE%B5%CE%AF%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82%20-%CE%91%CE%BD%CF%84%CE%B5%CE%BD%CE%B4%CE%B5%CE%AF%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82.pdf](http://iek-artas.art.sch.gr/openeclass/modules/document/file.php/AISTH_B104/1.5%20%CE%A5%CF%80%CE%AD%CF%81%CF%85%CE%B8%CF%81%CE%B7-%201.6%20%CE%A5%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%8E%CE%B4%CE%B7%CF%82%20%CE%91%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1%20-%201.7%20%201.8%CE%95%CE%BD%CE%B4%CE%B5%CE%AF%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82%20-%CE%91%CE%BD%CF%84%CE%B5%CE%BD%CE%B4%CE%B5%CE%AF%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82.pdf)

<http://www.opengov.gr/yeme/?p=1650>

<http://www.opengov.gr/yeme/?p=1635&cpage=1>

http://physics.teiath.gr/physics/opto_lab/pdf%20files/LASER%201.pdf

<https://www.seiffertindustrial.com/el/a-brief-look-at-the-history-of-laser-technology/>

<http://atomol.physics.uoi.gr/index.files/LASER-SAFETY.pdf>

<https://www.scienceandtechnology.gr/specials/mithoi-alitheies-gia-tin-aktinovia-kiniton-tilefonon/>

<http://www.sebe.gr/wp-content/uploads/2015/12/2004-Part-2-Article-2.pdf><http://atomol.physics.uoi.gr/index.files/LASER-SAFETY.pdf>

<https://el.sodiummedia.com/4229017-what-is-laser-radiation-laser-radiation-its-sources-and-protection-from-it>

<https://www.smahliou.gr/%CE%B5%CF%80%CE%B5%CE%BC%CE%B2%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/%CE%B1%CE%BC%CF%86%CE%B9%CE%B2%CE%BB%CE%B7%CF%83%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CE%AE%CF%82#%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%BA%CE%AD%CF%82-argon-laser-%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CF%80%CE%B7%CE%BE%CE%AF%CE%B1%CF%82>

<https://www.lasermiopias.gr/diorthosi-miopias-me-laser-methodos-lasik/>

<https://www.eyediathlasis.gr/el/refractive-surgery>