

# Επίδραση Ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στον ανθρώπινο οργανισμό

Electro-magnetic radiation and health related aspects

**Author: Συμεών Λοίζου**

Φυσικός, Βοηθός Διευθυντής Σχολείων Μέσης Εκπαίδευσης

## Περίληψη

Η τεράστια τεχνολογική ανάπτυξη σε όλους τους τομείς και οι διευκολύνσεις που παρέχει στην καθημερινή ζωή δυστυχώς, απαιτούν ακριβό τίμημα για την υγεία. Μια τέτοια περίπτωση είναι και η διαμάχη κατά πόσο η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία φυσική (ηλιακή ακτινοβολία) είτε τεχνητή (ραδιοφωνικά κύματα, κύματα τηλεόρασης, ραντάρ, ασυρμάτου, κινητής τηλεφωνίας mobile κλπ) προκαλούν ή όχι βλάβη στον ανθρώπινο οργανισμό.

Στο άρθρο που ακολουθεί γίνεται προσπάθεια μιας σφαιρικής κάλυψης του θέματος, αναφορικά με την επίδραση που έχουν στον ανθρώπινο οργανισμό οι επιμέρους ακτινοβολίες από συστήματα που χρησιμοποιούνται όπως: Γοαμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, ραντάρ, κινητή τηλεφωνία, δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, τηλεόραση, ηλεκτρονικός υπολογιστής, φούρνος μικροκυμάτων, κατασκοπευτικές κεραίες κλπ.)

Γίνεται προσπάθεια να μελετηθεί η επίδραση της ακτινοβολίας σε συγκεκριμένα όργανα όπως μάτι, αυτί, εγκέφαλο καθώς και ο μηχανισμός επίδρασης.

Τέλος, γίνεται μια ιδιαίτερη αναφορά στην επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας στον ανθρώπινο οργανισμό δεδομένου ότι η Κύπρος σαν μεσογειακή χώρα έχει μεγάλη ηλιοφάνεια και οι επιπτώσεις της ιδιαίτερα σε δερματικές παθήσεις αυξάνονται κάθε χρόνο ανεξέλεγκτα.

Παράλληλα ανασκοπούνται τα διεθνή όρια ασφαλείας της ακτινοβολίας και γίνεται σύγκριση κατά πόσον οι χρησιμοποιούμενες συσκευές και εγκαταστάσεις πληρούν αυτά τα «διεθνή όρια ασφαλείας».

Οι έρευνες ακόμη συνεχίζονται και σίγουρα τα επόμενα λίγα χρόνια ίσως γίνουν αναθεωρήσεις ή και νέες εισηγήσεις.

Τα εμπλεκόμενα κοινωνικά και οικονομικά κυρίως συμφέροντα ίσως να μην επιτρέπουν ακόμη να φανεί το πρόβλημα σε όλη του την έκταση.

## Abstract

The rapid technological advances during past decades have offer an enormous amount of facilities in every aspect of human life. Yet, it is believed that health is probably affected.

The conflict among scientist of several areas emerging through contradictory assumptions on electromagnetic radiation and health related aspects.

The present article aims to overview the possible effects of radiation (natural or artificial) caused by the sun or common technical equipment such as IV, PC, antenas, mobile phones, electricity supply network etc.

The study focuses on particular human organs such eye, ear, brain and discusses related effects of radiation. The skim exposition to the ultraviolet radiation and its effects are mentioned. A special reference is made for the continously sunshine of Cyprus.

The topic has being studied for many years. However, it can be argued that social and economic factors, may hide on purpose the realistic dimensions of the problem. It is assumed that future studies may give insights and suggest solution to prevent effect and protect our health.

## Ορισμός

Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι το σύνολο των ακτινοβολιών που μεταφέρουν ενέργεια με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Λέγοντας κύμα εννοούμε μια διαταραχή που διαδίδεται μέσα σε κάποιο μέσο με μια ορισμένη ταχύτητα. Διαταραχή φυσικά είναι κάθε μεταβολή, τοπική και χρονική, κάποιου φυσικού μεγέθους που στη περίπτωση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων τα φυσικά μεγέθη που μεταβάλλονται είναι η ένταση του ηλεκτρικού και η ένταση του μαγνητικού πεδίου.

Στην πραγματικότητα πρόκειται για δύο κύματα. Ένα ηλεκτρικό και ένα μαγνητικό που είναι πάντοτε κάθετα μεταξύ τους.

## Χαρακτηριστικά στοιχεία του ηλεκτρομαγνητικού κύματος

**Περίοδος:** Είναι ο χρόνος που χρειάζεται ώστε σε ένα ορισμένο σημείο του χώρου η ένταση του ηλεκτρικού ή μαγνητικού πεδίου να πάρει την ίδια τιμή, να κλείσει δηλαδή ένας πλήρης κύκλος.

**Συχνότητα:** Είναι ο αριθμός των κύκλων στη μονάδα του χρόνου. Μονάδα μέτρησης της συχνότητας είναι ο κύκλος ανά δευτερόλεπτα c/s ή Hz. Σήμερα χρησιμοποιούνται τα πολλαπλάσια όπως χιλίοκυκλοι ανά δευτερόλεπτο Kc/s και megacykλοι ανά δευτερόλεπτο Mc/s ή γιγαντό-κυκλοι ανά δευτερόλεπτο Gc/s ( $1 \text{ Kc/s} = 10^3 \text{ c/s}$ ,  $1 \text{ Mc/s} = 10^6 \text{ c/s}$ ,  $1 \text{ Gc/s} = 10^9 \text{ c/s}$ )

**Μήκος κύματος:** Είναι η απόσταση που διανύει το κύμα σε χρόνο μιας περιόδου.

## Παραγωγή Ηλεκτρομαγνητικού Κύματος

Ο πρώτος ερευνητής που μελέτησε το ηλεκτρομαγνητικό κύμα είναι ο Maxwell ο οποίος κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα παράγονται από την επιτάχυνση ή επιβράδυνση ηλεκτρικών φορτίων.

Έχουμε δύο ειδών ηλεκτρικά φορτία. Τα ηλεκτρόνια που κινούνται γύρω από τον πυρήνα του ατόμου και έχουν αρνητικό και τα πρωτόνια που βρίσκονται μέσα στον πυρήνα και έχουν θετικό φορτίο. Αν

ένα ηλεκτρικό φορτίο κινείται ευθύγραμμα με σταθερή ταχύτητα τότε ουδεμία ακτινοβολία εκπέμπεται με εξαίρεση την ακτινοβολία Cerenkov (Nόμπελ φυσικής 1958) που γίνεται κάτω από ιδιαίτσες συνθήκες και ταχύτητες που πλησιάζουν την ταχύτητα του φωτός. Κάθε καμπυλόγραμμη κίνηση είναι μεταβαλλόμενη, επομένως μπορούμε να πούμε ότι τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα παράγονται κατά την επιταχυνόμενη ή επιβραδυνόμενη ευθύγραμμη κίνηση, ή οποιαδήποτε καμπυλόγραμμη κίνηση ηλεκτρικών φορτίων.

## Ταχύτητα Διάδοσης

Η ταχύτητα διάδοσης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων είναι ίση με την ταχύτητα του φωτός, δηλαδή  $300000 \text{ km/s}$  ή  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ . Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό γνώρισμα των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων είναι ότι ενώ τα μηχανικά κύματα για να διαδοθούν απαιτούν την ύπαρξη ελαστικού μέσου τα ίδια διαδίδονται ακόμη και στο κενό, χωρίς την ύπαρξη οποιουδήποτε μέσου.

## Το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

Όταν λέμε φάσμα μιας ακτινοβολίας εννοούμε το σύνολο των συχνοτήτων που αποτελούν την ακτινοβολία. Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία καλύπτουν ένα τεράστιο φάσμα συχνοτήτων το οποίο για σκοπούς μελέτης διαιρείται σε ζώνες ανάλογα με τον τρόπο παραγωγής ή χρήσης τους.

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα που παράγονται τεχνητά καλύπτουν μικρό μέρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος και κυμαίνονται από συχνοτήτες  $\nu=0$  μέχρι  $\nu= 10^{11} \text{ Hz}$ . Η περιοχή αυτή περιλαμβάνει τις συχνοτήτες των βιομηχανικών εναλλασσομένων ρευμάτων, τα τηλεφωνικά, τα ραδιοφωνικά και τα μικροκύματα (ασύρματος, ραντάρ, τηλεόραση). Η περιοχή που καλύπτουν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα που παράγονται από άτομα ή πυρήνες έχουν συχνοτήτες μεταξύ  $10^{13} \text{ Hz}$  και  $10^{24} \text{ Hz}$ . Τέτοιες ακτινοβολίες είναι το υπέρυθρο, το ορατό, το υπεριώδες, οι ακτίνες Rontgen, οι ακτίνες  $\gamma$  και η δευτερογενής κοσμική ακτινοβολία.

Η περιοχή του φάσματος με συχνότητες μικρότερες των  $3 \cdot 10^{11}$  HZ ονομάζεται μη ιονίζουσα ακτινοβολία και η περιοχή με

συχνότητες μεγαλύτερες των  $3 \cdot 10^{11}$  HZ ονομάζεται ιονίζουσα.

Φυσικά μεγέθη - Σύμβολο - Μονάδες

ΜΕΓΕΘΟΣ	ΣΥΜΒΟΛΟ	ΟΡΙΣΜΟΣ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ
ΙΣΧΥΣ	$P=E/T$	Ενέργεια ανά μονάδα χρόνου	1 Watt
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΙΣΧΥΟΣ	$P/S$	Ισχύς ανά μονάδα επιφάνειας	1 Watt/1 cm <sup>2</sup>
ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	1 SAR = P/M	Απορροφούμενη ισχύς ανά μονάδα μάζας Specific Absorption Rate	1 Watt/1 Kg
ΕΝΤΑΣΗ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ	B		1 Tesla
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	V		1 c/s ή 1 Hz

Σύμφωνα με τον πιο πάνω πίνακα μέτρο της ενέργειας του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου που απορροφάται είναι το S.A.R. "Specific Absorption Rate" δηλαδή ισχύς ανά μονάδα μάζας (1 Watt/1 Kg) η οποία εξαρτάται από τη συχνότητα, την πυκνότητα ισχύος και τη μάζα του σώματος. *Αξίζει να αναφερθεί ότι πυκνότητα ισχύος 1 MW/1cm<sup>2</sup> αρχίζει να δημιουργεί σημαντικές αυξήσεις θερμότητας στον ανθρώπινο οργανισμό.*

Παράγοντες που καθορίζουν τις συνέπειες μιας ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι οι πιο κάτω:

1. Συχνότητα ακτινοβολίας
2. Πυκνότητα ισχύος (Ισχύς ανά μονάδα επιφάνειας)
3. Διάρκεια έκθεσης στην ακτινοβολία.

#### Βιολογικές επιπτώσεις ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

Τόσο από πειραματικά όσο και από εμπειρικά δεδομένα προκύπτει ότι, όταν μια τέτοια ακτινοβολία προσπέσει πάνω σε ένα ζωντανό οργανισμό μέρος της ακτινοβολίας απορροφάται και η ενέργεια που περικλείει χρησιμοποιείται στη διάσπαση των μοριακών δεσμών με αποτέλεσμα τη δημιουργία ιόντων ή και ριζών. Τα ιόντα αυτά και οι ελεύθερες ρίζες επιδρούν στα κύτταρα σχηματίζοντας νέα μόρια που τις περισσότερες φορές είναι επιβλαβή.

Η συνηθισμένη λειτουργία του κυττάρου διαταράσσεται όταν η ακτινοβολία

δημιουργήσει ιόντα ή ρίζες γιατί τα κατιόντα  $H^+$  και τα ανιόντα OH που πιθανό να δημιουργούνται καταστρέφουν τους δεσμούς των πρωτεϊνών και άλλων ζωτικών συστατικών.

Σημαντική μεταβολή στην μοριακή δομή της ύλης είναι και η απόσπαση ηλεκτρονίων μέσα από τα ζωτικά μόρια, μέσω του φωτοηλεκτρικού φαινομένου με αποτέλεσμα τη βλάβη των κυττάρων.

Φυσικά, η καταστροφή ενός μόνο κυττάρου δεν είναι επικίνδυνη, η καταστροφή όμως πολλών κυττάρων μπορεί να προκαλέσει σημαντική βλάβη στον οργανισμό.

Αξίζει να αναφερθεί ότι ένα κύτταρο ενδεχομένως να αποκαταστήσει μια ζημιά αν του παρασχεθεί ο απαιτούμενος χρόνος. Επομένως, τα κύτταρα μπορούν να αντέξουν ακόμα και σε θανατηφόρα δόση ακτινοβολίας, αν αυτή δοθεί τμηματικά και σε αραιά χρονικά διαστήματα.

Με εξαίρεση τα νευρικά κύτταρα, οι ζωντανοί οργανισμοί είναι σε θέση να αναπληρώσουν σιγά σιγά όλα τα άλλα είδη των νεκρών κυττάρων.

Η πιο σημαντική ίσως επίδραση των πιο πάνω ακτινοβολιών είναι οι αλλοιώσεις στο γενετικό κώδικα των κυττάρων (DNA) που μεταδίδονται στα θυγατρικά. Πρόκειται για τις γνωστές μας μεταλλάξεις.

Ένα πιθανό αποτέλεσμα αυτών των γενετικών αλλαγών είναι η μετέπειτα εμφάνιση καρκίνου. Γνωστές οι καταστροφικές συνέπειες στην Χιροσίμα και το Ναγκασάκι

μα και πιο πρόσφατα στο Τσερνομπίλ που ακόμα και σήμερα και ποιός ξέρει ακόμη για πόσα χρόνια θα πληρώνει η ανθρωπότητα την ηθελημένη ή εντελώς τυχαία διαρροή της ραδιενέργειας στην ατμόσφαιρα.



Ενώ οι βιολογικές επιδράσεις της ιονίζουσας ακτινοβολίας έχουν μελετηθεί συστηματικά, δεν συμβαίνει το ίδιο δυστυχώς και για συχνότητες  $\nu < 3 \cdot 10^{11}$  Hz της μη ιονίζουσας ακτινοβολίας (γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας μεγάλης τάσης, ραντάρ, κατασκοπευτικές κεραίες μετάδοσης μηνυμάτων, κινητή τηλεφωνία, ηλεκτρονικοί υπολογιστές κ.ά.) Η περιοχή αυτή δεν έχει μελετηθεί σε βάθος διότι πίστευαν ότι δεν προκαλούσε οποιαδήποτε επίδραση πάνω στην ανθρώπινη υγεία.

Οι πρώτες έρευνες αρχίζουν να γίνονται δεκαετία του 60 με την ανακάλυψη του ραντάρ ιδιαίτερα το Β' Παγκόσμιο με αποκορύφωμα τις μέρες μας με την έκρηξη στην κινητή τηλεφωνία και την εγκατάσταση τεράστιων κατασκευαστικών κεραιών με τη σύγχρονη και ανεξήγητη ανάπτυξη καρκινωμάτων σε περιοχές που βρίσκονται κάτω από την επίδραση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων προερχόμενων από τις πιο πάνω εγκαταστάσεις.

### Επίδραση της Ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε συγκεκριμένα όργανα

#### 1. Θερμικές επιδράσεις

Δεδομένου ότι το 70% του ανθρωπίνου σώματος αποτελείται από νερό και το μόριο

του νερού παρουσιάζει πολικότητα, δηλαδή τα θετικά φορτία είναι μαζεμένα στο ένα μέρος και τα αρνητικά στο άλλο, όταν τα μόρια αυτά βρεθούν μέσα στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο, τότε πάνω τους ασκούνται δυνάμεις με αποτέλεσμα τα μόρια αυτά να ταλαντώνονται με τη συχνότητα του ηλεκτρομαγνητικού κύματος, με αποτέλεσμα να παράγονται μεγάλα ποσά θερμότητας στα κύτταρα. Ο κάθε οργανισμός διαθέτει μηχανισμούς ρύθμισης σταθερής θερμοκρασίας σε 36-37 βαθμούς Κελσίου. Αν η θερμότητα που παράγεται είναι μικρή τότε η θερμοκρασία αυτορρυθμίζεται. Αν όμως η θερμότητα είναι μεγάλη τότε ο οργανισμός αδυνατεί να ρυθμίσει τη θερμοκρασία του με όλες τις δυσάρεστες συνέπειες για τους ιστούς και τα όργανα.

#### 2. Αθερμικές επιδράσεις

Αν η πυκνότητα ισχύος είναι λίγα μW/oh<sup>2</sup>, τα ποσά θερμότητας που αναπτύσσονται είναι μικρά. Δυνατό όμως να μην έχουμε προβλήματα αύξησης της θερμοκρασίας, αλλά είναι δυνατό να έχουμε διέγερση των νευρικών και μυϊκών κυττάρων, λόγω του επαγωγικού ρεύματος που δημιουργείται. Αθερμικές επιδράσεις έχουμε όταν η συχνότητα είναι μικρότερη των 10 MHz. Οι έρευνες συνεχίζονται και φαίνεται ότι οδηγούμαστε μάλλον σε επιδράσεις πάνω στα μόρια των κυττάρων.

#### 3. Επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στο μάτι

Ασφαλή πειράματα ηθικής και άλλης πλευράς δεν είναι αποδεκτά, εν τούτοις πάνω σε πειραματόζωα έγιναν διάφορες μελέτες που φυσικά δεν μπορούν να μεταφερθούν αναλογικά στον άνθρωπο λόγω ανατομικών και φυσιολογικών διαφορών. Από πειράματα σε πειραματόζωα που έγιναν με ακτινοβολία χαμηλής πυκνότητας ισχύος 7-13 mW/cm<sup>2</sup> και με συχνότητα 2,45 10<sup>9</sup> Hz για 8 ώρες ημερησίως, 5 ημέρες την εβδομάδα για 7-18 εβδομάδες παρατηρήθηκαν διάφορες οφθαλμολογικές αλλοιώσεις.

Ενώ για μεγάλες πυκνότητες ισχύος 80- 100 mW/cm<sup>2</sup> έχει παρατηρηθεί μερική θόλωση του φακού του οφθαλμού, ενώ για πυκνότητες ισχύος μεγαλύτερες της 100 mW/cm<sup>2</sup> έχει παρατηρηθεί εμφάνιση καταρράκτη.



#### 4. Επίδραση στην ακοή

Παρατηρήθηκε ότι όταν το ανθρώπινο αυτί βρεθεί σε περιοχή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, τότε λόγω θερμοελαστικών διαφορών της εγκεφαλικής ουσίας υπάρχει η αίσθηση κάποιων ήχων με συχνότητα ίση με τη συχνότητα των ηλεκτρομαγνητικών παλμών, χαρακτηριστικό γνώρισμα μικροκυμάτων χαμηλής ισχύος.

#### 5. Επίδραση σε εγκεφαλικούς και καρδιακούς ιστούς

Έχει παρατηρηθεί ότι όταν οι πιο πάνω ιστοί εκτεθούν στην αναφερόμενη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία χαμηλής πυκνότητας ισχύος, τότε τα ιόντα Ca που είναι απαραίτητα για πληθώρα ανοσολογικών, ενδοκρινολογικών και νευρολογικών φαινομένων εκρέουν από την κυτταρική μεμβράνη. Το φαινόμενο μελετάται περισσότερο για κύτταρα του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος.

#### 6. Επίδραση σε δράση φαρμάκων

Έχουν αναφερθεί περιπτώσεις όπου η δράση ψυχοφαρμάκων (π.χ. αμφεταμίνη) σε πειραματόζωα που υφίσταντο σε μη ιονίζουσα ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία πυκνότητας ισχύος 1 MW/cm<sup>2</sup> είχαν διαφορετικό αποτέλεσμα.

#### Μηχανισμός Βιολογικών Επιδράσεων Μη Ιονίζουσας Ακτινοβολίας

Είναι παραδεκτό σήμερα ότι τα ίδια τα κύτταρα παράγουν ένα σύστημα ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που είναι σύμφωνα (έχουν ίδιο μήκος κύματος, ίδια συχνότητα, ίδιο πλάτος, ίδια φάση) έτσι ώστε να υπάρχει κάποιο είδος συντονισμού ανάμεσα στον τεράστιο αριθμό κυττάρων που αποτελούν τον οργανισμό.

Ο εγκέφαλος λειτουργεί σαν ένας μη γραμμικός ταλαντωτής που παράγει τα δικά του ηλεκτρομαγνητικά κύματα χαμηλής συχνότητας τα οποία χρησιμοποιεί για να ολοκληρώσει τις δικές του λειτουργίες και να επεξεργαστεί σήματα από τους αισθητήρες (αισθήσεις). Το μεγαλύτερο ρόλο στις πιο πάνω λειτουργίες παίζει η κυτταρική μεμβράνη των εγκεφαλικών

κυττάρων που πάλλεται και μπορεί να ενισχύσει οποιοδήποτε εξωτερικό πεδίο που η συχνότητα του βρίσκεται στην περιοχή της ιδιοσυχνότητας της.

Τα μακρομόρια του κυτταροπλάσματος συκκοποιούνται στις θέσεις τους με ένα πολύπλοκο σύστημα δικτύωσης από ασβεστούχο πλέγμα. Όταν στα εγκεφαλικά κύτταρα επιδράσει εξωτερική ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, το ασβεστούχο πλέγμα διασπάται και το ασβέστιο διαφεύγει εκτός των κυττάρων. Αποτέλεσμα αυτής της διαρροής ιόντων Ca<sup>++</sup> είναι

(α) η καταστροφή του κυττάρου

(β) ίσως προδιάθεση για καρκινογένεση.

#### Επίδραση Υπεριώδους Ακτινοβολίας στον Ανθρώπινο Οργανισμό

Η βασική πηγή υπεριώδους ακτινοβολίας είναι ο ήλιος γι' αυτό είτε το θέλουμε είτε όχι, δεχόμαστε αναπόφευκτα την επίδραση της. Είναι γενικά αποδεκτό ότι η έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία οδηγεί σταδιακά σε καρκινογένεση του δέρματος. Από μια τέτοια έκθεση οι πλέον επηρεασμένες περιοχές είναι το δέρμα και το μάτι.

#### 1. Επίδραση στο δέρμα.

Το αποτέλεσμα από την έκθεση στον ήλιο για σύντομο χρονικό διάστημα εκδηλώνεται σαν ηλιακά εγκαύματα, συνοδευόμενα από ερύθημα και οίδημα. Στις περισσότερες περιπτώσεις παρουσιάζεται και αυξημένη ποσότητα μελανίνης. Η έκθεση όμως στον ήλιο για μεγάλο χρονικό διάστημα οδηγεί σε καρκίνωμα. Οι μη μελανοκυτταρικοί καρκίνοι του δέρματος είναι περισσότερο διαδεδομένοι σε λευκούς πληθυσμούς παρ' όλον ότι σπάνια οδηγούν στο θάνατο.

Στην Αγγλία από τις διάφορες περιπτώσεις καρκίνου μόλις το 5% αναφέρονται σε μη μελανοκυτταρικούς καρκίνους του δέρματος και από αυτούς μόνο το 0,5% κατέληξαν σε θάνατο.

Η βασική αιτία θανάτου από τους καρκίνους του δέρματος είναι το κακόηθες μελάνωμα. Στην Αγγλία παρατηρείται αύξηση κάθε χρόνο σε αναλογία 10

περιπτώσεις καρκίνου κάθε 100.000 άτομα. Οι περιπτώσεις αυτές έχουν διπλασιαστεί τα τελευταία 15 χρόνια. Για ηλικίες 20-30 ετών η συχνότητα είναι 1 κάθε 12 περιπτώσεις καρκίνου και 1 κάθε 25 θανάτους.

Άτομα πιο ευπαθή θεωρούνται αυτά που έχουν άσπρο δέρμα, κόκκινα ή ξανθά μαλλιά, άτομα που έχουν τάση για φακί-δες και άτομα με τάση για ηλιακά εγκαύματα και όχι μαύρισμα όταν εκτεθούν στον ήλιο.

Η χρόνια έκθεση στον ήλιο φαίνεται ότι οδηγεί σε κακοήγη μελανώματα.

Υπάρχουν ακόμα ενδείξεις ότι η αυξημένη έκθεση στον ήλιο τις πρώτες δύο δεκαετίες της ζωής, αυξάνει τις πιθανότητες για μετέπειτα εμφάνιση μελανώματος.

## 2. Επίδραση στο μάτι.

Η έκθεση του ματιού στην υπεριώδη ακτινοβολία οδηγεί στην φωτοκερατίτιδα και στην φωτοεπιπεφυκίτιδα (παθήσεις του κερατοειδούς και τους επιπεφυκότους). Υπάρχουν και ενδείξεις για ανάπτυξη πτερυγίου. Άτομα που έχουν εκτεθεί σε παρατεταμένη έντονη υπεριώδη ακτινοβολία φαίνεται να ανέπτυξαν καταρράκτη, χωρίς φυσικά όλες οι περιπτώσεις καταρράκτη να συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με την υπεριώδη ακτινοβολία.

Φαίνεται πως χώρες όπως οι Μεσογειακές με έντονη ηλιοφάνεια έχουν αυξημένη επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας και για τα Κυπριακά δεδομένα. Στατιστικά κάθε χρόνο εμφανίζονται 450 περιπτώσεις καρκίνου του δέρματος.

Σχετικά με την απορρόφηση της ακτινοβολίας και τα όρια ασφάλειας, αξίζει να αναφερθούν τα εξής:

1. Παρουσιάζεται μια εκλεκτικότητα απορρόφησης ενέργειας από τους ιστούς ανάλογα με την συχνότητα.
2. Η μεγαλύτερη απορρόφηση γίνεται με συχνότητες από  $3 \cdot 10^7$  έως  $3 \cdot 10^{14}$  Ηζ.
3. Κάποια σημεία του σώματος π.χ. ο λαιμός, τα πόδια, οι αγκώνες και η κοιλιακή χώρα παρουσιάζουν πολύ μεγάλο συντελεστή απορρόφησης SAR έως και 10 φορές μεγαλύτερο από το μέσο όρο ολόκληρου του σώματος.

Τα όρια των Δυτικών Διεθνών Οργανισμών αποδέχονται τιμές SAR που δεν υπερβαίνουν τα 0,4 watt/kg σε χρονική συνολική διάρκεια 6 λεπτών το εικοσιτετράωρο, για έκθεση ολόκληρου του σώματος.

Σήμερα όμως, επειδή εκτιθέμεθα στην ακτινοβολία επί 24ώρου βάσεως ορίστηκε σαν όριο ασφάλειας τιμή πέντε φορές μικρότερη δηλαδή 0.008 watt/kg.

## Ειδικά Προβλήματα Υγείας από Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία προερχόμενη από ειδικές εγκαταστάσεις ή συσκευές

### 1. Γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας πολύ υψηλής τάσης

Από έρευνες που έγιναν διαπιστώθηκε ότι όντως η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που εκπέμπεται από τις γραμμές μεταφοράς ρεύματος υψηλής τάσης, δημιουργεί προβλήματα για αποστάσεις μικρότερες των 30μ. *Το πλέον επικίνδυνο σημείο είναι αυτό που βρίσκεται ακριβώς στο μέσο των δύο πυλώνων. Σαν απόσταση όμως ασφαλείας θεωρείται η απόσταση άνω των 200μ.* Οι παρατηρήσεις έδειξαν επίσης ότι, οι γραμμές μεταφοράς τάσης άνω των 162.000 V συσσωρεύουν κοσμική ακτινοβολία, ραδιενεργές και καρκινογόνες ουσίες, ακόμη και παράταση του χρόνου ζωής των ελεύθερων ριζών και ιόντων που όπως αναφέραμε και πριν είναι δυνατόν να καταστρέψουν τα κύτταρα. *Επίσης για αποστάσεις μικρότερες των 3 μ. από μετασχηματιστές υψηλής τάσης δημιουργούνται σοβαρά προβλήματα.*

Χαρακτηριστικό παράδειγμα της πιο πάνω επίδρασης είναι η περίπτωση αυξημένων περιστατικών καρκίνου στη περιοχή Πολεμίδιατης Λεμεσού, όπου μετά από επιδημιολογικές έρευνες φάνηκε το πρόβλημα να προέρχεται από τις πολύ χαμηλά τοποθετημένες σε σιδερένιους πυλώνες, γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας με τάση 162.000 V. Βεβαίως, η άλλη πλευρά εξέφρασε αμφιβολίες δεδομένου ότι το «κρατικό κόστος» θα ήταν πολύ ψηλό, ισχυριζόμενη ότι η ακτινοβολία ήταν εντός των ορίων ασφαλείας.



Τελικά βρέθηκε η χρυσή τομή και σιγά- σιγά, άρχισε η αντικατάσταση των εναέριων γραμμών μεταφοράς με υπόγεια καλώδια σε μεγάλο βάθος.

## 2. Ραντάρ

Παρ' όλο ότι τα ραντάρ της Πολιτικής Αεροπορίας δεν αποτελούν κίνδυνο για τον ανθρώπινο οργανισμό, το ίδιο δε συμβαίνει και για τα στρατιωτικά ραντάρ ιδιαίτερα εκείνα που προορίζονται για σκοπούς επιτήρησης και έχουν πολύ μεγάλη ακτίνα δράσης.

Σε απόσταση 100μ από ένα τέτοιο ραντάρ η πυκνότητα ισχύος είναι 4 φορές μεγαλύτερη από τα όρια επικινδυνότητας.

Οι σημερινές προδιαγραφές καθορίζουν ότι κανένα στρατιωτικό ραντάρ δεν πρέπει να βρίσκεται στον εγγύτερο κατοικίσιμο χώρο. Στο σημείο αυτό είμαστε υποχρεωμένοι να παραδεχτούμε ότι ελάχιστες περιπτώσεις τηρούνται οι πιο πάνω κανόνες ασφαλείας.

Πρόσφατα, οι Άγγλοι προσπαθούν να εγκαταστήσουν στις Βρετανικές Βάσεις Ακρωτηρίου μία τεράστια κεραία για κατασκοπευτικούς σκοπούς, με τεράστια ισχύ από πλευράς ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Η κεραία αυτή βρίσκεται κοντά σε οικιστική περιοχή και κοντά σε ένα από τους πλουσιότερους και σημαντικότερους βιότοπους της Μεσογείου, πρόκειται για τις γνωστές «αλυκές του αεροδρομίου». Άμεση ήταν η αντίδραση των οργανωμένων φορέων και συλλόγων με πολύ σοβαρά επεισόδια που εξελίχθηκαν σε μείζων πολιτικό θέμα. Οι μετρήσεις από ειδικούς έδειξαν πυκνότητα πολύ μεγαλύτερη από τα όρια ασφαλείας, με άμεσο κίνδυνο για τους κατοίκους της περιοχής.



Η καταστροφή του βιότοπου είναι σίγουρη διότι το νευρικό σύστημα των πτηνών που διαχειμάζουν κατά χιλιάδες, σίγουρα επηρεάζεται με κίνδυνο απώλειας προσανατολισμού ώστε να μην φθάνουν ποτέ στον προορισμό τους. Παράλληλα το πυκνό δίκτυο των κεραίων αποτελεί εμπόδιο στην απρόσκοπτη μετανάστευση. Το θέμα παραμένει ακόμη ανοικτό με απρόβλεπτες συνέπειες. Μέχρι στιγμής οι παραστάσεις και δραστηριότητες των «περιβαλοντιστών» φαίνεται να αποδίδουν.

## 3. Κινητή Τηλεφωνία

Μία από τις πλέον πολυσυζητημένες ακτινοβολίες είναι η προερχόμενη από την Κινητή Τηλεφωνία. Σε ότι αφορά τη ακτινοβολία των κεραίων των σταθμών ή υποσταθμών αναμετάδοσης της Κινητής Τηλεφωνίας από μελέτες που έγιναν ακόμη και από καθηγητές του Ε.Μ.Π., τους κ. Ν. Ουζούνογλου και κ. Κ. Νικήτα, προκύπτει ότι σε αποστάσεις πέραν των 10μ η πυκνότητα ακτινοβολίας είναι χαμηλότερη από τα όρια επικινδυνότητας. Έτσι το γενικό συμπέρασμα είναι ότι η ακτινοβολία των «Κεραίων σταθμών βάσης» θεωρείται αμελητέα.

Δυστυχώς όμως το ίδιο δε συμβαίνει και για την επικινδυνότητα των κινητών τηλεφώνων. Μια χαρακτηριστική εκπομπή της Ε.Ρ.Τ. το Μάιο του 2003 υπό μορφή παγκόσμιας έρευνας και αναφορών από ειδικούς, μάλλον σόκαρε και προβληματίσε αφού ασθενείς με όγκο στον εγκέφαλο παρουσιάστηκαν ισχυριζόμενοι ότι το πρόβλημά τους προήλθε από την ανεξέλεγκτη χρήση του κινητού τηλεφώνου.

Τους ίδιους ισχυρισμούς προέβαλαν με ανταποκρίσεις και έρευνες και άλλα μέσα



μαζικής ενημέρωσης όπως το C.N.N. χωρίς φυσικά και να λείπουν και οι αντίθετες απόψεις αφού δεν υπάρχει όντως τεκμηριωμένη επιστημονική μαρ-

τυρία. Χάρην προβληματισμού θα αναφέρουμε και τα εξής Ένα κινητό τηλέφωνο GSM με συχνότητα  $f = 900\text{MHz}$  μπορεί να θεωρηθεί ασφαλές αν η ισχύς του είναι μικρότερη από 0,7 watt και εφ' όσον απέχει από το σώμα μας απόσταση μεγαλύτερη των 2,5 εκ.



Τι γίνεται όμως και ποια ασφάλεια υπάρχει όταν

(α) Η ισχύς εκπομπής των κινητών του GSM στην Ελλάδα είναι 2 watt

(β) Οι περισσότεροι χρησιμοποιούν το κινητό σε άμεση επαφή με το αυτί.

Για να εκτιμηθεί δεόντως ο βαθμός ασφαλείας των κινητών τηλεφώνων πρέπει να υπολογιστεί ο SAR (ειδικός ρυθμός απορρόφησης) των μεμονωμένων ιστών της κεφαλής και να συγκριθεί με το όριο επικινδυνότητας των 1,6 w/kg. Σύμφωνα με τις νέες οδηγίες του I.E.E.E. (95 1-1991) αναφέρεται ότι, για να μειωθεί ο βαθμός απορρόφησης της ακτινοβολίας του κινητού σε όλους τους ιστούς της κεφαλής και από το όριο επικινδυνότητας του 1,6 w/kg θα πρέπει η ισχύς του κινητού τηλεφώνου να πέσει κάτω από το 0,6 watt. Ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν είναι, ο βαθμός απορρόφησης του κάθε ιστού είναι διαφορετικός για κεραία κινητού ανάλογα με την κλίση της ως προς την κατακόρυφο.

Πιο επικίνδυνη παρουσιάζεται η κατακόρυφη θέση της κεραίας και ιδιαίτερα για το αυτί. Ακόμη μεγαλύτερη τιμή έχουμε για ισχύ κινητού τηλεφώνου 2 watt.

ΙΣΧΥΣ ΚΙΝΗΤΟΥ 1 WATT		
ΕΙΔΟΣ ΙΣΤΟΥ	ΚΕΡΑΙΑ ΚΙΝΗΤΟΥ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ	ΚΕΡΑΙΑ ΚΙΝΗΤΟΥ ΜΕ ΚΛΙΣΗ 45 ΜΟΡΙΩΝ
ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ		
ΕΓΚΕΦΑΛΟΣ	0,178 W/Kg	0,21 W/Kg
ΜΑΤΙ	1,82 W/Kg	2,48 W/Kg
ΑΥΤΙ	10,11 W/Kg	4,97 W/Kg

#### Δίκτυα Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας

Αξίζει να αναφερθεί ότι δεν πρέπει να λησμονούμε και την επίδραση των δικτύων διανομής ηλεκτρικής ενέργειας όσο αθώο και αν φαίνεται (συχνότητες 50-60 Hz). Το Αμερικάνικο Εθνικό Συμβούλιο Προστασίας από Ακτινοβολία (N.C.R.P) αναγκάστηκε μετά από μελέτες διάσημων επιστημόνων στα πιο πάνω θέματα να απαιτήσουν ώστε τα σημερινά όρια ασφαλείας (100  $\mu\text{T}$  για το μαγνητικό και 5000V/m για το ηλεκτρικό) να μειωθούν δραστικά στα επόμενα 10 χρόνια σε 0,2  $\mu\text{T}$  για το μαγνητικό και 10V/m για το ηλεκτρικό. Σαφέστατες είναι οι οδηγίες να μην κτίζονται οικίες σε περιοχές όπου οι μετρήσεις δείχνουν τιμές άνω των 0,2 $\mu\text{T}$ , ιδιαίτερη δε προσοχή, να λαμβάνεται για το κτίσιμο σχολείων, νηπιαγωγείων, βρεφοκομικών σταθμών και σε περιοχές βεβαρημένες με πιο ψηλές τιμές. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως οι γραμμές μεταφοράς δομές. Το θέμα δεν εξαντλείται ως εδώ.

Τηλεόραση: Η τηλεόραση την οποία χρησιμοποιούμε καθημερινά, στα πρώτα χρόνια λειτουργίας της αποτέλεσε σοβαρό πρόβλημα γιατί η ακτινοβολία που εξέπεμπε έφτανε στα όρια επικινδυνότητας. Σήμερα με τις βελτιώσεις που έχουν επέλθει, μια απόσταση μεγαλύτερη των 2μ. επιβεβλημένη.

Ηλεκτρονικός Υπολογιστής: Λόγω της ειδικής θωράκισής του θεωρείται λιγότερο «επικίνδυνος» από την τηλεόραση. Όριο



ασφάλειας του υπολογιστή είναι τα 50 εκ και η πιο ασφαλής τοποθέτησή μας είναι ακριβώς μπροστά από την οθόνη. Η πλέον επικίνδυνη περιοχή είναι ακριβώς πίσω από την συσκευή.

**Φούρνος Μικροκυμάτων:** Ο γνωστός φούρνος μικροκυμάτων απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή στη χρήση του και μόνο για σκοπούς θέρμανσης φαγητών και όχι για μαγείρεμα. Η ακτινοβολία απορροφάται ομοιόμορφα από όλους τους ιστούς και ίσως, κάποιιοι να μην ψήνονται επαρκώς με αποτέλεσμα να μην καταστρέφονται τα παθογόνα βακτήρια.

*Προσοχή στη χρήση όλων των ηλεκτρικών οικιακών συσκευών.*

### Γενικό Συμπέρασμα

Από όλη την πιο πάνω μελέτη και έρευνα προκύπτει ότι:

- Η Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία Ιονίζουσα (Ραδιενέργεια, Ακτίνες Χ) αποτελεί σοβαρό πρόβλημα για την ιονίζουσα και ενδείξεις για τη μη ιονίζουσα.

- Για όλες τις περιπτώσεις υπάρχουν διεθνή όρια ασφάλειας που πρέπει τα διάφορα κράτη να τηρούν.

- Οι έρευνες ακόμη συνεχίζονται και σίγουρα τα επόμενα λίγα χρόνια ίσως γίνουν αναθεωρήσεις ή και νέες εισηγήσεις.

- Τα εμπλεκόμενα κοινωνικά και οικονομικά κυρίως συμφέροντα ίσως να μην επιτρέπουν ακόμη να φανεί το πρόβλημα σε όλη του την έκταση.

Τέλος είναι ιστορικά αποδεκτό ότι, η ανάπτυξη της εκάστοτε τεχνολογίας θα βελτιώνει τις συνθήκες των ανθρώπων αλλά η ανθρωπότητα είναι ιππονεωμένη να πληρώνει κάποιο κόστος

### Βιβλιογραφία

1. J. Moulder. Static Electric an Magnetic Fields and Human Health.
2. Sir Richard Dol (Chairman). Effects of Ultraviolet Radiation on Human Health.
3. Geitonas - School Aktinovia
4. Παναγιώτης Θ. Καρούντζος. Τηλεπικοινωνίες
5. B.M. Varorsky and A.A. Pinsky. Fundamentals of Physics Volume II