

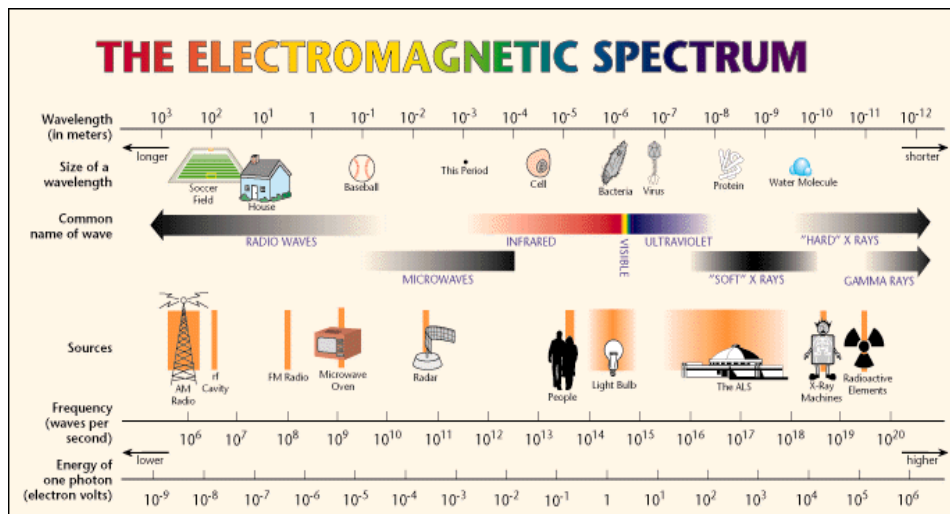


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ

ΣΧΟΛΗ Σ.Ε.Υ.Π

ΤΜΗΜΑ ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΗΣ

ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ:

Γαλανοπούλου Α. Αδαμαντία

Γατουρτζίδου Σ. Αναστασία

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

Δρ Κουτσογιάννης Κωνσταντίνος

Πάτρα 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ	5
Σχέση των ραδιοσυχνοτήτων με τον ανθρώπινο οργανισμό.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΗ ΙΟΝΤΙΖΟΥΣΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ	9
Μελέτη διάδοσης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στον άνθρωπο.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΗΓΕΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΩΝ	17
Γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.....	20
Όρια.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ	36
Μη ειδικά προβλήματα υγείας και συμπτώματα	36
Οι πιθανές βλάβες που μπορεί να προκαλέσει και η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία	42
Μέτρα Πρόληψης και Προστασίας σύμφωνα με τον Π.Ο.Υ.....	68
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	70
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	71

Πρόλογος

Συνήθως σε όλα τα τεχνολογικά επιτεύγματα και κυρίως σε αυτά που γίνονται εμπορικά, διατυμπανίζονται μέχρι σημείου υπερβολής τα πλεονεκτήματα και τα οφέλη τους, ενώ τα μειονεκτήματα και οι παρενέργειές τους αποσιωπώνται επιμελώς ή αγνοούνται εσκεμμένα.

Είναι γνωστό σε όλους μας το παράδειγμα των χημικών λιπασμάτων, των φυτοφαρμάκων, ενώ λιγότερο γνωστό είναι το παράδειγμα του τσιγάρου το οποίο στην αρχή διαφημιζονταν ως χαλαρωτικό και συστήνονταν ακόμα και σε παιδιά του δημοτικού!!!

Μόνο μετά από δεκαετίες ερευνών και σκληρών αγώνων ιατρών ενάντια στις καπνοβιομηχανίες που διέψευδαν και απέρριπταν τις προειδοποιήσεις, φτάσαμε μόλις πριν από λίγα χρόνια να παραδεχτούν όλοι ότι, «το κάπνισμα βλάπτει σοβαρά την υγεία».

Κάτι αντίστοιχο συμβαίνει και με τις επιδράσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που παράγουν οι διάφορες ηλεκτρικές συσκευές και κεραίες με τις οποίες ζούμε και χρησιμοποιούμε καθημερινά. Επειδή το αντικείμενο αυτό απαιτεί ειδικές γνώσεις, πολύς κόσμος ή δεν καταλαβαίνει το μέγεθος και τη σοβαρότητα του προβλήματος ή υπερβάλλει και φοβάται ακόμα και αθώα πράγματα. Επίσης οι εταιρείες και τα κράτη (ως οικονομικά συναλλασσόμενα με αυτές) εκμεταλλεόμενοι την άγνοια του κόσμου τον παραπλανούν με έντεχνες εξηγήσεις που μοιάζουν λογικές και αληθοφανείς.

Σκοπός μας λοιπόν είναι να σας εξηγήσουμε τι συμβαίνει και τις βλάβες που προκαλεί η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στον ανθρώπινο οργανισμό.

Εισαγωγή

Στις μέρες μας οι συνεχείς αλλαγές της ενέργειας μεταξύ του πλανήτη μας και όλου του σύμπαντος έχει ως συνέπεια να ζούμε σε ένα τεράστιο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο.

Ο άνθρωπος σε όλη την διάρκεια της ζωής του δέχεται ενέργεια υπό την μορφή ακτινοβολίας τόσο από το φυσικό περιβάλλον όσο και από τεχνητές πηγές. Η ακτινοβολία αυτή, επιδρά πάνω του, άλλοτε ευεργετικά και άλλοτε βλαβερά, ανάλογα με το είδος της, την έντασή της και την ενέργεια που μεταφέρει.

Οι βιολογικές επιδράσεις των τεχνητών ηλεκτρομαγνητικών πεδίων είναι ένα θέμα που απασχολεί πάρα πολύ την επιστημονική κοινότητα και το ευρύ κοινό τις τελευταίες δεκαετίες, καθώς συσσωρεύονται ολοένα και περισσότερες ενδείξεις και αποδείξεις για βλαβερές συνέπειες από την λεγόμενη «ηλεκτρομαγνητική ρύπανση».

Την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία δεν την παράγουν μόνο οι διάφορες ηλεκτρικές συσκευές που χρησιμοποιούμε καθημερινά διότι κρύβουν έναν μικρό πομπό μέσα τους (φούρνος μικροκυμάτων, ασύρματο τηλέφωνο κ.ά.). Επίσης και κάθε καλώδιο που έχει ρεύμα, ακόμα και αυτά που βρίσκονται μέσα στους τοίχους και φέρνουν ρεύμα στις πρίζες.

Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ακόμα παράγουν και οι κεραιές (πομποί) ραδιοφώνου, τηλεόρασης και κινητής τηλεφωνίας.

Όπως καταλαβαίνουμε μήπως «ζούμε μέσα σε μια θάλασσα ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων;» Και το επόμενο ερώτημα που γεννάται: Πόσο επικίνδυνο είναι αυτό; Το μόνο σίγουρο είναι ότι ο άνθρωπος δεν πλάστηκε για να ζει μέσα σε ένα τέτοιο περιβάλλον αλλά στην φύση. Και αυτό το γεγονός από μόνο του θα μπορούσε να είναι μια πρώτη απάντηση στο παραπάνω ερώτημα.

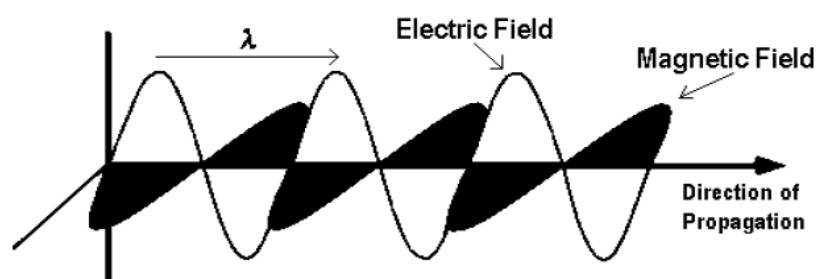
Σε αυτήν την εργασία θα ασχοληθούμε με τις βλαβερές επιπτώσεις που μπορεί να έχει η ακτινοβολία στον άνθρωπο. Θα αναπτύξουμε τα είδη της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Θα αναλύσουμε τις βλαβερές συνέπειες των διαφόρων ειδών ηλεκτρομαγνητικών ακτινών και θα ασχοληθούμε με την

ακτινοβολία που εκπέμπουν οι διάφορες κεραιές καθώς αποτελεί ένα από τα σημαντικά θέματα των ημερών μας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ

Γενικά περί ακτινοβολίας

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα (ακτινοβολία) είναι στην ουσία ταλαντώσεις ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων που διαδίδονται σαν κύματα με την ταχύτητα του φωτός.



ΣΧΗΜΑ 1. Ηλεκτρομαγνητικό πεδίο

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία χωρίζεται σε διαφορετικά είδη ανάλογα με το μήκος κύματος. Όλα αυτά τα είδη αποτελούν το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα.

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία χωρίζεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες.

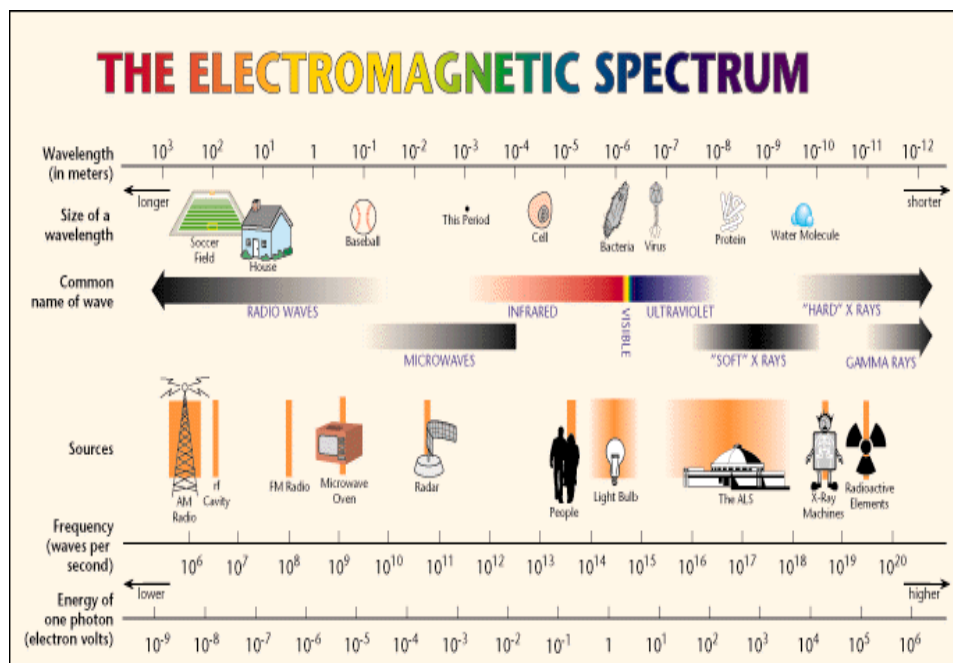
Τις ionίζουσες και τις μη ionίζουσες.

Ionίζουσα είναι η ακτινοβολία που μεταφέρει μεγάλη ενέργεια, μεγαλύτερη από 10 eV ικανή να εισχωρήσει στην ύλη, να διασπάσει βίαια χημικούς δεσμούς και να προκαλέσει βιολογικές βλάβες σε ζώντες οργανισμούς. Ionίζουσες είναι οι ακτινοβολίες X και γ.

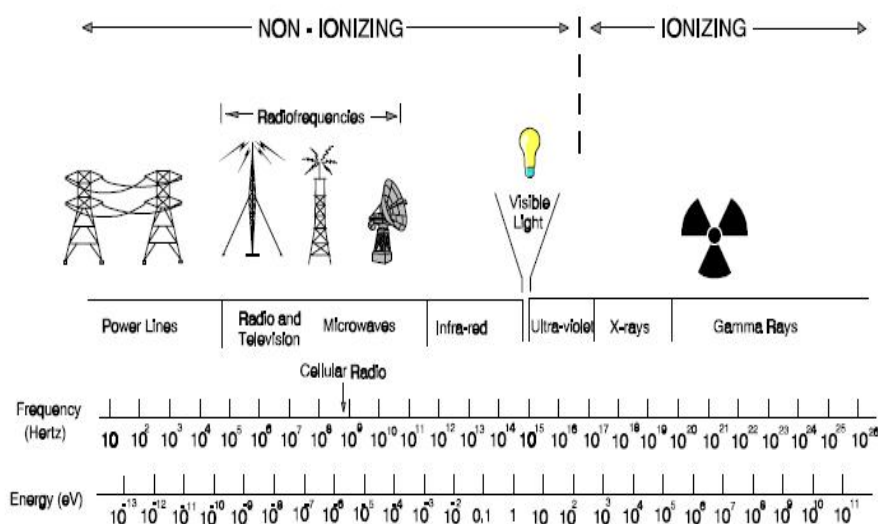
Μη ionίζουσα είναι η ακτινοβολία που μεταφέρει σχετικά μικρή ενέργεια ανίκανη κατά την αλληλεπίδραση να προκαλέσει άμεσα ionτισμό, αλλά ικανή να προκαλέσει θερμικές ή χημικές επιδράσεις στα κύτταρα, άλλοτε ευεργετικές και άλλοτε επιβλαβείς για την λειτουργία τους. Γνωστότερες μη ionίζουσες

ακτινοβολίες είναι η ορατή, η υπέρυθη, η υπεριώδης, τα μικροκύματα, τα ραδιοκύματα, τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα που εκπέμπουν οι ηλεκτρικές συσκευές, η ακτινοβολία LASER και άλλες.

Στο σχήμα 2 φαίνεται η κατηγοριοποίηση της ακτινοβολίας ανάλογα με το μήκος κύματος και στο σχήμα 3 ανάλογα με το αν είναι ιονίζουσα ή όχι.^{1,10}



ΣΧΗΜΑ 2. Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα I



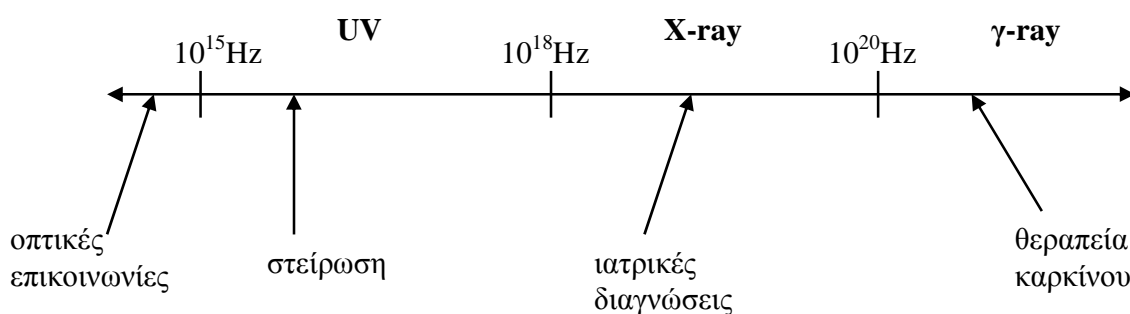
ΣΧΗΜΑ 3. Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα II

Σχέση των ραδιοσυχνοτήτων με τον ανθρώπινο οργανισμό

Καταρχάς ο ανθρώπινος οργανισμός αποτελείται από βιομόρια (πρωτεΐνες, κ.λ.π.) τα οποία σχηματίζουν λειτουργικές δομές όπως είναι οι μεμβράνες, τα οργανίδια παραγωγής ενέργειας, που με τη σειρά τους σχηματίζουν τα κύτταρα (βλέπε σχήμα 2). Αυτά σχηματίζουν τους ιστούς (π.χ. επιθήλιο, νευρικός ιστός κ.λ.π.) οι οποίοι με την σειρά τους σχηματίζουν τα όργανα, όπως είναι οι πνεύμονες, το συκώτι, ο εγκέφαλος (βλέπε σχήμα 3), η καρδιά κ.λ.π. Οι λειτουργίες των διαφόρων οργάνων καθορίζονται από τις επιμέρους λειτουργίες των ιστών και των κυττάρων τους σε συνδυασμό πολλές φορές με άλλα κύτταρα και ιστούς ανταλλάσσοντας μηνύματα που είναι όχι μόνο χημικές ουσίες αλλά και ηλεκτρικά δυναμικά. Πολλές σημαντικές λειτουργίες των κυττάρων και ειδικότερα του εγκεφάλου, στηρίζονται στη δημιουργία ηλεκτρικών δυναμικών (π.χ. λειτουργία συνάψεων στα νευρικά κύτταρα). Είναι συνεπώς προφανές ότι οποιαδήποτε παρέμβαση με κάποια εξωτερική ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και στο βαθμό που αυτή θα είναι παραπλήσιας ή και μεγαλύτερης έντασης με τα ενδογενή ηλεκτρικά πεδία, θα έχει ως αποτέλεσμα να επηρεαστεί το κυτταρικό σύστημα ως προς τη φυσιολογική του λειτουργία. Το θέμα αυτό έχει απασχολήσει τους ερευνητές για πολλές δεκαετίες όχι μόνο στην περίπτωση των συχνοτήτων της κινητής τηλεφωνίας αλλά και στην περίπτωση των άλλων ραδιοσυχνοτήτων που ευρίσκονται στην υπηρεσία του ανθρώπου επί μακρότερο χρονικό διάστημα. Όμως καμιά από αυτές τις ακτινοβολίες δεν έχει τόσο άμεση σχέση με τον απλό πολίτη όσο η ακτινοβολία από την κινητή τηλεφωνία. Για παράδειγμα, τα κύματα ραντάρ αφορούν μικρές ομάδες εργαζομένων, το ίδιο και οι ραδιοφωνικοί αλλά και οι τηλεοπτικοί σταθμοί. Οι δέκτες τηλεόρασης δεν εκπέμπουν ραδιοσυχνότητες αλλά μόνο λαμβάνουν. Με άλλα λόγια, το πρόβλημα που έχει δημιουργηθεί δεν έχει ανάλογό του στην ιστορία του ανθρώπινου γένους ως προς τη μαζικότητα της χρήσης αυτών των συσκευών εκπομπής.¹

Επιδράσεις ακτινοβολιών στον άνθρωπο

Ιονίζουσα ακτινοβολία



ΣΧΗΜΑ 4. Περιοχή ακτινών UV, x και γ.

Η ιονίζουσα ακτινοβολία χαρακτηρίζεται από πολύ υψηλές ενέργειες λόγω των υψηλών συχνοτήτων αυτού του μέρους του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Οι ενέργειες αυτές δίδονται από τον τύπο του Planck.

Όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα, η ιονίζουσα ακτινοβολία αποτελείται από τις ακτίνες γ, x και ένα τμήμα από τις υπεριώδεις, οι UVC. Οι τελευταίες είναι το μόνο μέρος των υπεριωδών που δεν διαπερνά το όζον της γήινης ατμόσφαιρας.

Η ακτινοβολία ενός ανθρώπου από αυτά τα είδη ακτινοβολίας μπορεί να επιφέρει το θάνατο στιγμιαία (υπερβολική έκθεση σε ακτίνες γ από πυρηνική βόμβα ή ατύχημα σε πυρηνικό εργοστάσιο) ή να λειτουργήσει συσσωρευτικά. Συσσωρευτικά είναι η κατανάλωση ακτινών x κατά τις ιατρικές εξετάσεις, αλλά και η απορρόφηση ακτινών UVC από τον ήλιο (μελανώματα).

Η ιονίζουσα ακτινοβολία μπορεί να καταστρέψει το DNA, να αλλάξει τη διαπερατότητα των κυτταρικών μεμβρανών, να καταστρέψει το μεδούλι τον οστών, το ανοσοποιητικό σύστημα, τους νευρώνες του εγκεφάλου και να προκαλέσει νευρολογικά σύνδρομα.

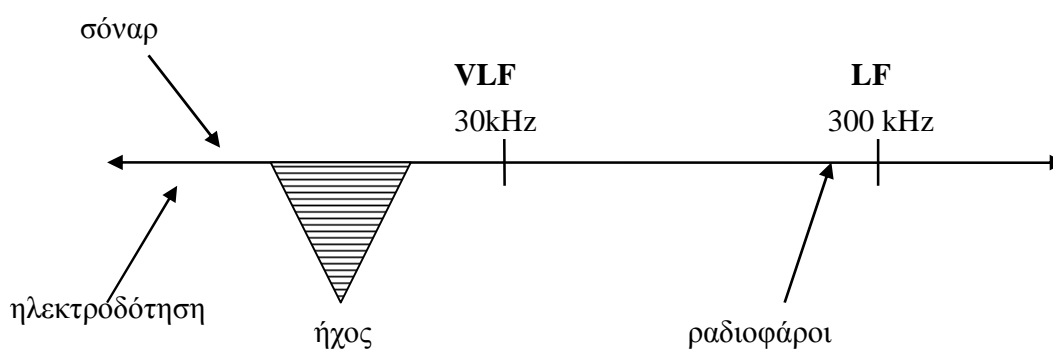
Η ακτινοβολία αυτή έχει σαν κύριο αποτέλεσμα τον ιονισμό των μορίων του νερού στα ανθρώπινα κύτταρα και την παράγωγη ελεύθερων ριζών . Ως

γνωστών τα ανθρώπινα κύτταρα αποτελούνται κατά 75 – 80% από νερό. Συνεπώς μιλάμε για μαζική καταστροφή, αφού οι ελεύθερες ρίζες επιτίθενται σε λιπίδια, πρωτεΐνες και υδρογονάνθρακες. Συγκεκριμένα, επιταχύνεται η διαδικασία υπεροξυγόνωσης των λιπιδίων των κυτταρικών μεμβρανών, ούτως ώστε να παραμένουν ανοιχτά τα τοιχώματα των τελευταίων, αυξάνοντας την ιοντική μεταφορά και προκαλώντας κυτταρικό θάνατο. Ακόμα εισρέουν στον κυτταρικό πυρήνα και καταστρέφουν το DNA είτε άμεσα (κυτταρικός θάνατος) είτε έμμεσα, προκαλώντας μεταγραφικά και πολλαπλασιαστικά λάθη.^{1,4}

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΗ ΙΟΝΤΙΖΟΥΣΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Μη – ιονίζουσα ακτινοβολία

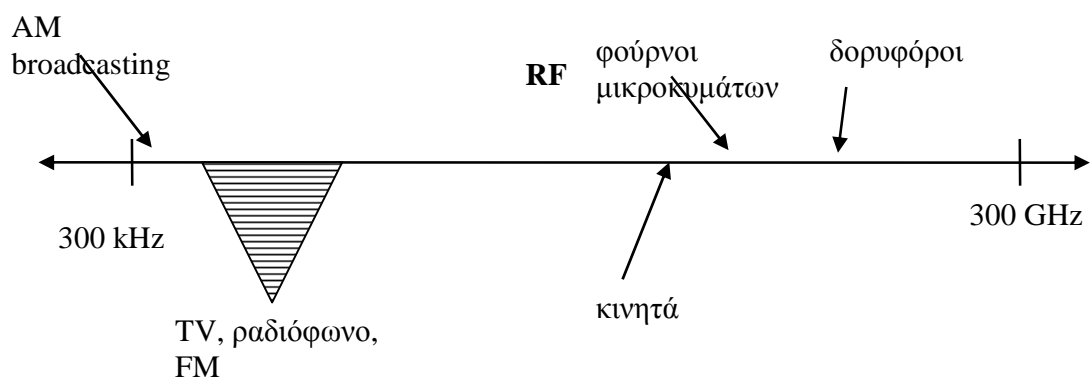
Η αρχική επίπτωση, στην υγεία από τις ακτινοβολίες RF/MW είναι οι θερμικές. Θερμικές ονομάζονται εκείνες οι επιδράσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που οφείλονται σε μετρήσιμη αύξηση της θερμοκρασίας των ιστών που δέχονται ακτινοβολία.^{1,4}



ΣΧΗΜΑ 5. Περιοχή low frequencies (LF).

Low frequency (LF)

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα αυτών των συχνοτήτων επάγουν δύναμη Faraday στα ανθρώπινα κύτταρα και δημιουργούν ρεύματα στο ιονικό υδατικό διάλυμα της πλασματικής τους μεμβράνης. Αυτά τα ρεύματα σταματούν από το ισχυρό διηλεκτρικό φράγμα της κυτταρικής μεμβράνης. Παρόλα αυτά προκαλούν αλλαγές στην επιφάνεια του κυττάρου (στρώμα ιόντων, διαπερατότητα καναλιών ιόντων, γλυκοπρωτεΐνες, υποδοχείς διαλυμάτων). Έτσι καταφέρνει να περάσει μόνο το μαγνητικό πεδίο του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Κατ'αυτόν τον τρόπο ενεργοποιούνται τα ένζυμα εντός των κυττάρων που συνδέονται με τα γονίδια κι έπειτα συνθέτουν πρωτεΐνες. Αυτή είναι η κλασική διαδικασία αναπαραγωγής των κυττάρων, όμως η ακτινοβολία αυτή την επιταχύνει, με αποτέλεσμα να παράγονται πληροφορίες σε άσχετο χρόνο και να επηρεάζουν τη λειτουργία του οργανισμού.^{1,4}



ΣΧΗΜΑ 6. Radio frequencies.

High Frequency (HF)

Αυτού του είδους τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα ζεσταίνουν τα ανθρώπινα κύτταρα. Αναλυτικά, η εφαρμογή ηλεκτρομαγνητικού πεδίου στα κύτταρα, διαφορετικού από αυτό λειτουργίας των κυττάρων (~70 mV), που σημαίνει επαγωγή ιόντων και ταλαντώσεις διπολικών μορίων των συστατικών των κυττάρων (όπως το νερό), αλλάζει η περιστροφή τους, οδηγώντας σε αύξηση της

κινητικής ενέργειας των ηλεκτρονίων των ατόμων, οποία στη συνέχεια μετατρέπεται σε θερμότητα. Ειδικά για τα πεδία της περιοχής των μικροκυμάτων, λέγεται ότι μπορούν να αλλάξουν τις διαδικασίες του κυτταρικού κύκλου και να οδηγήσουν σε καρκινογένεση.

Η επαγόμενη αυτή θερμότητα, αυξάνει τη θερμοκρασία των κυττάρων, και κατ'επέκταση του σώματος, και ενεργοποιεί τους ενδοκρινικούς θερμοκυκλοφορικούς μηχανισμούς άμυνας του ανθρώπινου οργανισμού, όπως είναι η εφίδρωση και ο πυρετός.

Άλλες επιπλοκές είναι η θερμοπληξία και η υπεραιμία. Θερμοπληξία παθαίνουμε όταν η θερμοκρασία του σώματός μας ξεπεράσει τους 40°C και μπορεί να καταστρέψει εγκεφαλικά κύτταρα. Όμως ακόμα και λίγα δέκατα να ανέβει η θερμοκρασία του σώματός μας από τη φυσιολογική τιμή, δηλαδή τους 36.4 – 36.7°C, θα προκληθεί υπεραιμία, δηλαδή γρηγορότερη κυκλοφορία του αίματος για την ισοκατανομή της περαιτέρω θερμότητας στο σώμα. Γι'αυτό και οι πιο ευπαθείς στη ζέστη ιστοί του σώματος είναι τα μάτια, η χοληδόχος κύστη και οι όρχεις, αφού δεν διαθέτουν πολλά αγγεία, ούτως ώστε να φεύγει η θερμότητα πιο γρήγορα και να μην υπερθερμαίνονται.

Έχει παρατηρηθεί ακόμα ότι η υψίσυχη ακτινοβολία μπορεί να έχει και άλλες επιδράσεις εκτός των παραπάνω.

Παρατηρήθηκαν π.χ. φυσιολογικές μεταβολές σε κυτταρικές καλλιέργειες και σε ζώα καθώς και επηρεασμός της ηλεκτρικής δραστηριότητας στον ανθρώπινο εγκέφαλο.^{1,4}

Μελέτη διάδοσης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στον άνθρωπο

Καταρχήν θα πρέπει να αναφέρουμε ότι το ανθρώπινο σώμα είναι ένα ηλεκτροχημικό όργανο εξαιρετικής ευαισθησίας, που κανονικά λειτουργεί από ταλαντωτικές ηλεκτρικές διαδικασίες διαφόρων ειδών, που χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένες συχνότητες και τυχαίνει κάποιες από αυτές να συμπίπτουν με αυτές που χρησιμοποιούνται από τα κινητά GSM. Παρακάτω αναλύουμε ένα κομμάτι ανθρώπινου ιστού και βλέπουμε ότι μοιάζει με ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.⁹

Ηλεκτρομαγνητικές ιδιότητες ανθρώπινου σώματος

Η ηλεκτρική διαπερατότητα του ανθρώπινου σώματος είναι πολύ μεγάλη, ανάλογα με τον ιστό και τη συχνότητα του ηλεκτρομαγνητικού κύματος που

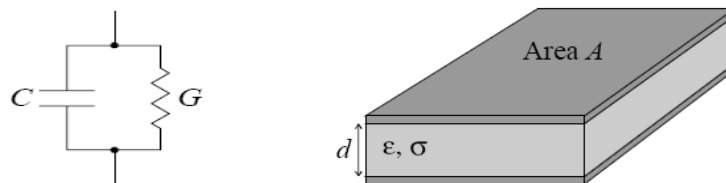
προσπίπτει στο σώμα και είναι μιγαδικός αριθμός $e = e' - i \frac{S}{w}$

Ο άνθρωπος δεν είναι μαγνητικό υλικό, οπότε στην εξίσωση $m = m_r m_o$ το $m_r = 1$ συνεπώς η μαγνητική διαπερατότητα του ανθρώπου είναι ίδια με αυτή του κενού.

Όμως γιατί είναι η ηλεκτρική διαπερατότητα του σώματός μας μιγαδικός αριθμός;

Κάθε ιστός του σώματός μας αποτελεί ένα μικρό κύκλωμα RC όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.⁹

ΣΧΗΜΑ 7. Πυκνωτής.



η χωρητικότητα του πυκνωτή είναι $C = \frac{eA}{d}$ και η αντίσταση είναι $G = \frac{sA}{d}$

Όπου σ είναι αγωγιμότητα (σε $S m^{-1}$), η οποία είναι το αντιστρόφως ανάλογο της ειδικής αντίστασης ρ .

Από την παραπάνω σχέση για την ηλεκτρική διαπερατότητα, η χωρητικότητα γίνεται $C = \frac{\epsilon' A}{d} - i \frac{\sigma A}{\omega d}$ ⁹

Επιδερμικό βάθος

Το επιδερμικό βάθος είναι ένα μέτρο του πόσο βαθειά μπορεί να φτάσει το ηλεκτρομαγνητικό κύμα στο αγωγό. Είναι η απόσταση στην οποία το πλάτος του κύματος μειώνεται στο $1/e$ της αρχικής του τιμής .

Δίδεται από τον τύπο $d = \frac{1}{k_{\text{im}}}$ όπου k_{im} είναι το φανταστικό μέρος του μιγαδικού κυματαριθμού .

Ενδεικτικά αναφέρουμε τιμές για το επιδερμικό βάθος όπως υπολογίστηκαν για την περιοχή των ραδιοσυχνοτήτων και των μικροσυχνοτήτων, που μας ενδιαφέρουν περισσότερο. (Δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την απλοποιημένη μορφή του k_{im} , διότι οι ιστοί που αναφέρουμε δεν είναι ούτε πολύ καλοί ούτε πολύ κακοί αγωγοί. Άρα δεν ισχύει το $\sigma \ll \omega \epsilon$ ή $\sigma \gg \omega \epsilon$).^{1,20}

Ραδιοσυχνότητες**ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Επιδερμικό βάθος στα 900 MHz.**

ΙΣΤΟΣ	ϵ_r	σ (S m ⁻¹)	$e = e_r e_o$	$w = 2pn$	$k_$	d (cm)
ΟΣΤΟ	21	0.3	1.859E- 10	5652000000	12 .209739 9	8.19018
ΔΕΡΜΑ	35	0.9	3.098E- 10	5652000000	27 .803437 17	3.59668
ΝΕΥΡΑ	54	1.2	4.779E- 10	5652000000	30 .059298 78	3.32676
ΜΥΣ	57	0.8	5.045E- 10	5652000000	19 .769363 66	5.05833

Οι τιμές αυτές είναι αρκετά μεγάλες αν σκεφτεί κανείς ότι για το κόκκαλο απαιτούνται 8.2 cm περίπου για να ελλατωθεί η τιμή του πλάτους κύματος στο $1/e$ της αρχικής τιμής του. Τα περισσότερα από τα οστά μας έχουν πολύ μικρότερο πάχος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να τα διαπερνά ακτινοβολία με αρκετά μεγάλες τιμές έντασης (πλάτος).^{1,5}

S.A.R.

Ο SAR (Specific Absorption Rate) είναι ένα μέγεθος που μετράει την ενέργεια που απορροφάτε από το σώμα μας. Συγκεκριμένα είναι ένα μέτρο της ισχύος που απορροφάτε ανά μονάδα βάρους του σώματος μας. Εκφράζεται συνήθως σε W / kg.

Η ποσότητα αυτή είναι ένα μέγεθος που εξαρτάται από την συχνότητα της ακτινοβολίας και την αγωγιμότητα των ιστών, καθώς και από άλλους παράγοντες

όπως η ένταση του πεδίου, ο προσανατολισμός του ατόμου σε σχέση με την κατεύθυνση του κύματος, το μέγεθος του σώματος κ.α. Ορίζεται ως

$$SAR = \frac{S|E|^2}{2r} W \cdot kg^{-1}$$

Η ενέργεια που απαιτείται για να ανεβάσει κατά έναν βαθμό οC, ένα γραμμάριο ανθρώπινου ιστού είναι 4.186 J.

Συνεπώς η αύξηση της θερμοκρασίας μέσα σε χρόνο Δt είναι:

$$\Delta T = \left(\frac{SAR}{\text{ενέργεια } q\acute{e}rmanshV \text{ ενό}V \text{ Kg κατά } 1^{\circ}C} \right) \Delta t = \frac{J \text{ sec}^{-1} \text{ Kg}^{-1} \text{ sec}}{J^{\circ}C^{-1} \text{ Kg}^{-1}} = ^{\circ}C$$

$$\Delta T = \left(\frac{SAR}{4.186 \times 10^3} \right) \Delta t \text{ } ^{\circ}C$$

Ας δούμε πως μπορεί να ανεβάσει την θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος η απορρόφηση ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας .

Για παράδειγμα ας υποθέσουμε ότι έχουμε ένα πεδίο εντάσεως 41.25 V /m (που είναι η μέγιστη ορισμένη τιμή για κινητή τηλεφωνία στα 900 MHz) το οποίο διαδίδεται μέσα σε ανθρώπινους ιστούς αγωγιμότητας σ και πυκνότητας ρ . Θέλουμε να υπολογίσουμε την άνοδο της θερμοκρασίας αυτών των ιστών μέσα σε μία ώρα .

$$SAR = \frac{S|E|^2}{2r} W \cdot kg^{-1}$$

$$\Delta T = \left(\frac{SAR}{4.186 \times 10^3} \right) \Delta t \text{ } ^{\circ}C$$

Τα αποτελέσματα του παραδείγματος βρίσκονται στον ακόλουθο πίνακα.

Αύξηση θερμοκρασίας στα 900 MHz.

ΙΣΤΟΣ	σ (S m ⁻¹)	ρ (kg m ⁻³)	SAR (W kg ⁻¹)	ΔT (°C)
<i>ΜΥΣ</i>	0.8	1040	0.654447	0.562830773
<i>ΔΕΡΜΑ</i>	0.9	1080	0.708984	0.609733337
<i>ΝΕΥΡΑ</i>	1.2	1030	0.991201	0.852442724
<i>ΟΣΤΟ</i>	0.3	1850	0.137965	0.118650812

Φυσικά εδώ χρησιμοποιήσαμε τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή της E, όπως αυτή προσδιορίζεται για τη συγκεκριμένη συχνότητα, γι'αυτό και βρήκαμε τόσο μεγάλη αύξηση στη θερμοκρασία των ιστών.

Όριο SAR για ολική απορρόφηση ακτινοβολίας από το σώμα μας: 0.08 W / kg.

Όριο SAR για ολική απορρόφηση ακτινοβολίας από τους ιστούς μας: 1.6 W / kg.

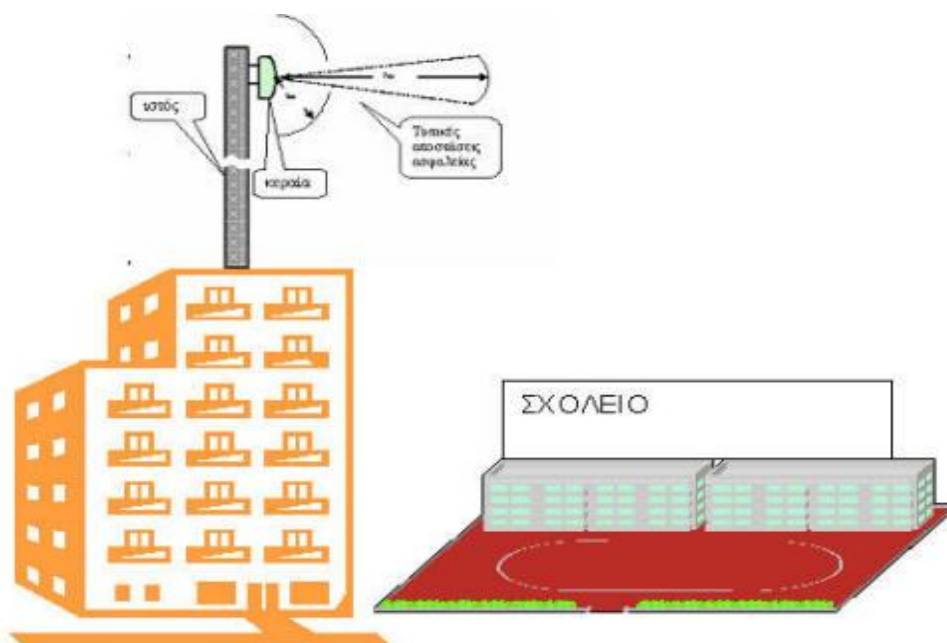
Σύμφωνα με την Διεθνή Επιτροπή για την Προστασία από τη Μη-Ιονίζουσα Ακτινοβολία, το ανώτατο όριο του SAR είναι 2W/kg.

Για να μπορέσει ο καθένας να μάθει την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που απορροφάτε από το σώμα του κατά τη διάρκεια χρήσης των διαφόρων συσκευών, είναι υποχρεωμένος να κάνει έρευνα στο διαδίκτυο.

Ακόμη και στους δικτυακούς τόπους των κατασκευαστών όπου υπάρχουν οι πληροφορίες, η αναζήτηση των τιμών αυτών και η σύγκριση μεταξύ των διαφόρων τύπων δεν είναι εύκολη.^{1,5}

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΗΓΕΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΩΝ

Πηγές Ραδιοκυμάτων



Σχ.1 Διεύθυνση Εκπομπής ΗΜ ακτινοβολίας κεραιοσυστήματος κινητής τηλεφωνίας

Την τελευταία διετία, πολύ μεγάλη συζήτηση γίνεται σχετικά με την επικινδυνότητα των σταθμών βάσης της κινητής τηλεφωνίας, του ραδιοφώνου και της τηλεόρασης και ολοένα αυξανόμενες είναι οι αντιδράσεις και οι φωνές πολιτών ενάντια στην εγκατάσταση και λειτουργία των κεραιών αυτών. Από την άλλη πλευρά, αρκετοί είναι οι φορείς που υπεραμύνονται της μη επικινδυνότητας των σταθμών βάσης, κάνοντας λόγο για τήρηση αυστηρότατων ορίων ασφαλείας και για παραπληροφόρηση σε θέματα που αφορούν τον τρόπο λειτουργίας και τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία από τους εγκατεστημένους σταθμούς

βάσης. Στον απόηχο των παραπάνω δεδομένων, στην πραγματικότητα, κατά πόσο το ευρύ κοινό γνωρίζει τις επιδράσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στον ανθρώπινο οργανισμό; Σε τι βαθμό γνωρίζει τις πηγές οι οποίες εκπέμπουν τη συγκεκριμένη ακτινοβολία και εξαιτίας των οποίων, ο καθένας μας αποτελεί δέκτη της και άρα πιθανό ασθενή -ή όχι; ¹⁴

Όπως είναι γνωστό, οι κεραίες του ραδιοφώνου και της τηλεόρασης αποτελούν πηγές ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, που παράγουν **ηλεκτρομαγνητικό πεδίο** που διαδίδεται στο χώρο. Το πεδίο αυτό συχνά αναφέρεται και ως **ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία**.

Οι συχνότητες που χρησιμοποιούνται στη ραδιοφωνία και στην τηλεόραση συνεπάγονται μήκη κύματος με **“μη ιονίζουσα ακτινοβολία”**, δηλαδή δεν μπορεί να προκαλέσουν άμεση βλάβη στη βιολογική ύλη (και κυρίως μεταλλάξεις, όπως π.χ. μπορεί να προκαλέσει η ραδιενέργεια). Αντιθέτως, στις ραδιοσυχνότητες οι κύριες επιπτώσεις στα ανθρώπινα κύτταρα είναι **θερμικές**, προκαλούν δηλαδή αύξηση της θερμοκρασίας είτε τοπικά, είτε σε ολόκληρο το σώμα.

Έχουν γίνει πολλές έρευνες σχετικά με τις επιπτώσεις της ακτινοβολίας των ραδιοσυχνοτήτων στον άνθρωπο, οι οποίες έχουν καταλήξει σε αντιφατικά αποτελέσματα χωρίς να προκύψουν σαφείς αποδείξεις. Ωστόσο οι έρευνες εστιάζονται σε διάφορες ασθένειες, που περιλαμβάνουν μορφές καρκίνου και λευχαιμίας, πονοκέφαλος, κούραση, άγχος, κατάθλιψη και ασθένειες των ματιών. ^{13,21}

Τα κέντρα εκπομπής και η τεράστια ισχύς

Η ουσιαστική διαφορά του ραδιοφώνου και της τηλεόρασης από την κινητή τηλεφωνία εστιάζεται στο γεγονός ότι σε αντίθεση με τα κινητά τηλέφωνα, οι συσκευές ραδιοφώνου και τηλεόρασης είναι απλώς δέκτες του σήματος και δεν εκπέμπουν πεδίο. Έτσι, το σύνολο της ακτινοβολίας επιβαρύνει την περιοχή γύρω από τους πομπούς.

Η συνήθης τακτική είναι ότι επιλέγονται σημεία με μεγάλο υψόμετρο (βουνά ή πύργοι) όπου δημιουργούνται κέντρα εκπομπής.

Δυστυχώς στην Ελλάδα η κατάσταση είναι κάτι χειρότερο από ιδανική. Η πολιτική ηγεσία έχει αποτύχει παταγωδώς στην επιβολή της τάξης στο ραδιοηλεκτροπτικό τοπίο της χώρας, με αποτέλεσμα την πλήρη αναρχία και μηδενική μέριμνα για το περιβάλλον.¹⁴

Συγκεκριμένα:

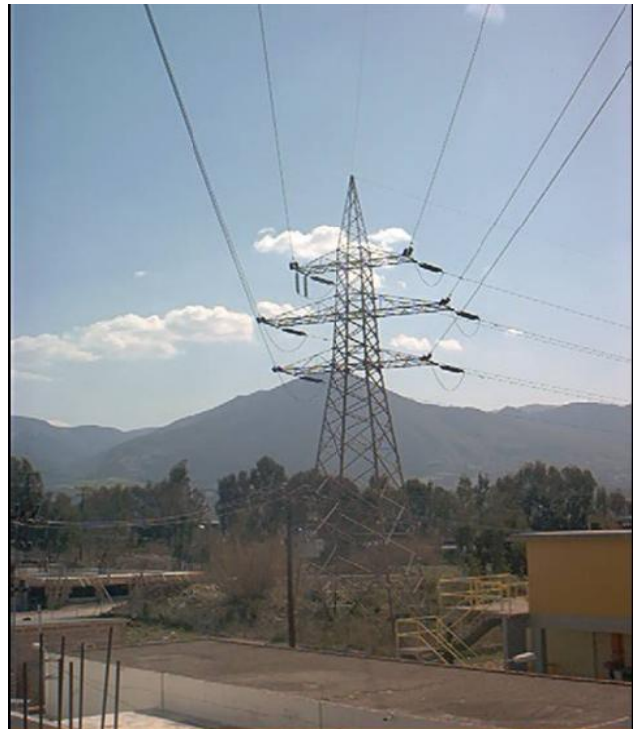
- Τα σημερινά κέντρα εκπομπής έχουν επιλεγεί αυθαίρετα από τους ίδιους τους εκπέμποντες, με βάση την αποτελεσματικότητά τους στην επίτευξη καλής εμβέλειας. Έτσι ποτέ, και σε κανένα κέντρο εκπομπής δεν έγινε οργανωμένη εγκατάσταση, με ορθολογική επιλογή του χώρου και μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Οι πομποί στήνονται σε καταπατημένα εδάφη, ή ιδιόκτητα αγροτεμάχια, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις η ηλεκτροδότηση είναι παράνομη.
- Η μοναδική προσπάθεια οργάνωσης ενός συγκροτημένου κέντρου εκπομπής ήταν στη θέση Αέρας της Πάρνηθας, η οποία έχει εξαγγελθεί εδώ και 6 χρόνια, αλλά ουδέποτε πραγματοποιήθηκε.
- Η ελληνική νομοθεσία, τόσο για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, όσο και για την εγκατάσταση των πομπών, προβλέπει σαφείς περιορισμούς για τον έλεγχο της εκπεμπόμενης ισχύος. Ωστόσο η συχνότητα με την οποία πραγματοποιούν οι αρμόδιοι φορείς (ΕΕΤΤ) τους σχετικούς ελέγχους είναι ανεπαρκής για τις μεγάλες πόλεις και σχεδόν ανύπαρκτη για την επαρχία. Στις περισσότερες μάλιστα των περιπτώσεων το ενδιαφέρον εστιάζεται στην παράνομη κατάληψη συχνότητας, ενώ ποτέ δεν έχει επιβληθεί κύρωση (από το ΕΣΡ) για χρήση υπερβολικής ισχύος, παρά μόνο σε περιπτώσεις που προηγήθηκε καταγγελία από “ανταγωνιστή” ραδιοσταθμό. Μέχρι στιγμής οι σχετικές ενέργειες της ΕΕΤΤ πραγματοποιούνται κατά μέσον όρο μία φορά κάθε τέσσερις μήνες στην Αττική, ενώ σε επαρχιακές πόλεις οι έλεγχοι είναι σποραδικοί ή δεν έχουν γίνει ποτέ.

- Το πραγματικό επίπεδο ισχύος παραμένει άγνωστο, αποτελεί ωστόσο κοινό μυστικό ότι ουκ ολίγοι είναι αυτοί που υπερβαίνουν τα θεσπισμένα όρια. Σε δημοσίευση εταιρίας εγκατάστασης πομπών, αποκαλύπτεται ότι οι σταθμοί στο κέντρο εκπομπής του Χορτιάτη ξεκινάνε από τα 5KW για να φτάσουν (ορισμένοι) την αστρονομική ισχύ των 50KW! Αντίστοιχες είναι οι περιπτώσεις των ισχυρών σταθμών της Αττικής, των οποίων το σήμα φτάνει εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά.
- Πέρα όμως από τις επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου, η ηλεκτρομαγνητική ρύπανση που προκαλείται από τις ραδιοηλεκτρονικές εκπομπές έχει παρενέργειες σε άλλες περιοχές συχνοτήτων.^{20,11}

Γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας

Με τον όρο γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας εννοούμε τις εναέριες γραμμές υψηλής τάσης (συνήθως 150kV, αν και υπάρχουν και γραμμές 66kV) και υπερυψηλής τάσης (400kV) καθώς και τις υπόγειες γραμμές υψηλής τάσης. Οι γραμμές αυτές χαρακτηρίζονται ως γραμμές απλού ή διπλού κυκλώματος ανάλογα με το αν φέρουν ένα ή δύο τριφασικά κυκλώματα. Στην Ελλάδα υπάρχουν περίπου 10000km εναέριων γραμμών υψηλής και υπερυψηλής τάσης σε όλη την επικράτεια καθώς και 160km υπόγειων γραμμών υψηλής τάσης που χρησιμοποιούνται κυρίως για την μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας εντός των κατοικημένων περιοχών.²

Γραμμές υψηλής τάσης (150kV)



Γραμμές υπερευψηλής τάσης 400kV



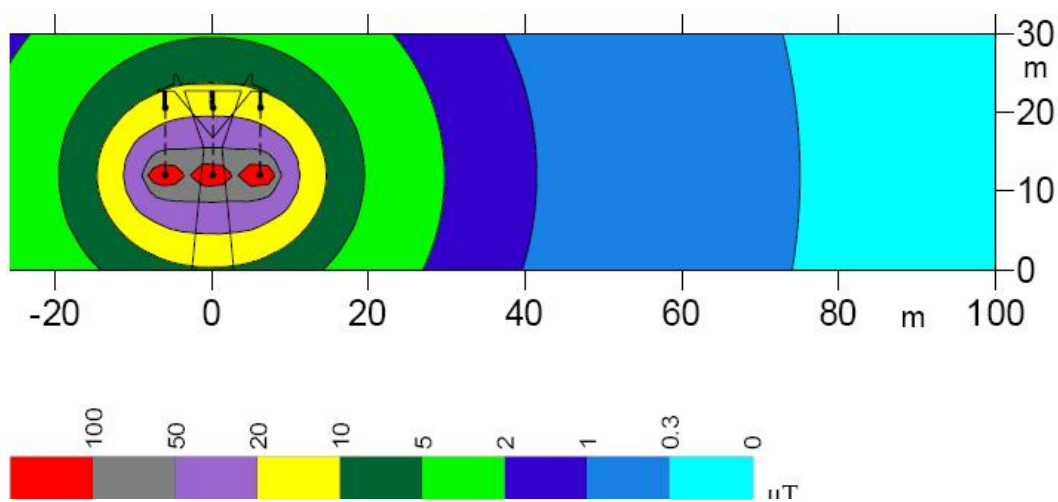
Ποιες είναι οι στάθμες πεδίων στο περιβάλλον μιας γραμμής μεταφοράς;

Το μέγεθος του δημιουργούμενου μαγνητικού πεδίου στο περιβάλλον μιας γραμμής εξαρτάται από το ρεύμα στην γραμμή. Το μέγεθος του ρεύματος σε μία γραμμή δεν είναι σταθερό αλλά ποικίλει πολύ στη διάρκεια μιας μέρας, εμφανίζοντας ημερήσιους, εβδομαδιαίους, και ετήσιους κύκλους, προκαλώντας αντίστοιχη διακύμανση στο δημιουργούμενο μαγνητικό πεδίο. Οι μέγιστες τιμές του ρεύματος στη διάρκεια μιας μέρας και συνεπώς και οι μέγιστες τιμές του δημιουργούμενου μαγνητικού πεδίου από την γραμμή εξαρτώνται από το είδος των καταναλωτών που εξυπηρετεί η γραμμή (κατοικίες, εμπορικά καταστήματα, βιοτεχνίες, εργοστάσια, αγροτικές αρδεύσεις κλπ). Ως γενικός κανόνας,

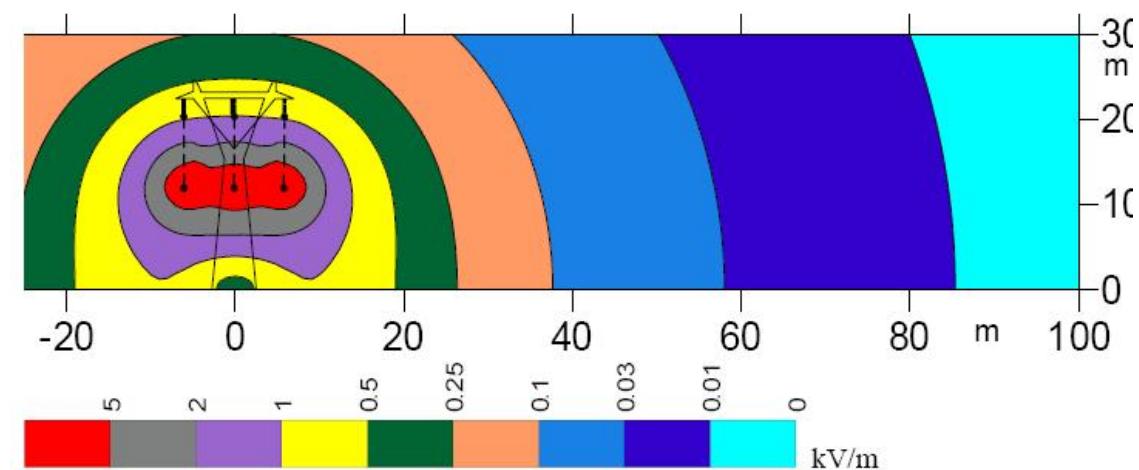
εμφανίζονται συνήθως τις μεσημβρινές ώρες κατά τους θερινούς μήνες και τις μεσημβρινές ή τις πρώτες βραδινές ώρες κατά τους χειμερινούς μήνες.^{2,6,12}

**Θεωρητικά υπολογιζόμενα πεδία γραμμής 150kV, απλού κυκλώματος
υπό μέγιστη φόρτιση**

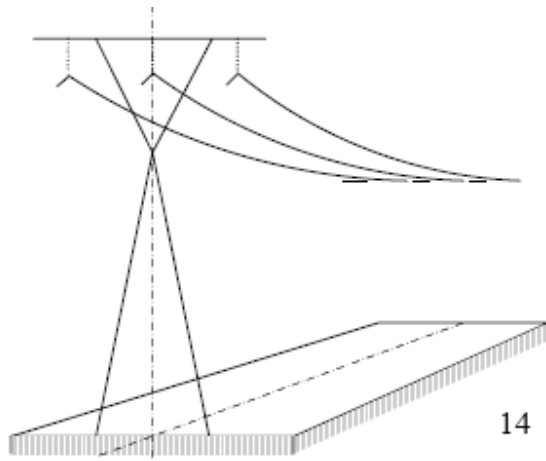
α) Μαγνητικό Πεδίο (B)



β) Ηλεκτρικό Πεδίο (E)



Τα μεγέθη των παραγόμενων ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων στο περιβάλλον μιας γραμμής, πέρα από το μέγεθος των ρευμάτων και των τάσεων, εξαρτώνται και από τα ιδιαίτερα τεχνικά χαρακτηριστικά της κατασκευής της γραμμής όπως είναι:



- Η απόσταση των αγωγών από την γη. Όσο μικρότερη είναι η απόσταση αυτή, τόσο μεγαλύτερα είναι τα δημιουργούμενα πεδία. Καθώς οι αγωγοί μιας γραμμής αναρτώνται στους πυλώνες στήριξης, κάμπτονται από το βάρος τους και έτσι η ελάχιστη απόσταση των αγωγών από την γη εμφανίζεται συνήθως στο ενδιάμεσο μεταξύ δύο γειτονικών πυλώνων.
- Αντίθετα κοντά στους πυλώνες η απόσταση των αγωγών από τη γη είναι η μέγιστη δυνατή. Λόγω της τάσεως των γραμμών υπάρχει μια ελάχιστη τηρούμενη απόσταση των αγωγών τους από οροφές κτιρίων. Αυτή είναι 7m για τις γραμμές 400kV και 5m για τις γραμμές 150kV.
- Η διάταξη των φάσεων στις γραμμές διπλού κυκλώματος. Ανάλογα με την διάταξη των φάσεων στις γραμμές αυτές υπάρχει η δυνατότητα να μειωθούν τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία στο περιβάλλον τους. Πλέον, οι γραμμές υπερυψηλής τάσης στη χώρα μας, κατασκευάζονται με την βέλτιστη διάταξη φάσεων για την ελαχιστοποίηση των

δημιουργούμενων πεδίων ενώ δεν ισχύει το ίδιο για τις γραμμές υψηλής τάσης.

- Η απόσταση μεταξύ των ρευματοφόρων αγωγών της γραμμής. Για παράδειγμα στη χώρα μας τμήματα γραμμών υψηλής τάσης κατασκευάζονται με συμπαγείς μονωτήρες όπου οι αποστάσεις μεταξύ των ρευματοφόρων αγωγών είναι αρκετά μικρότερες από αυτές των συνήθων γραμμών.
- Τα τμήματα αυτά ξεχωρίζουν εύκολα από τα υπόλοιπα λόγω της στήριξης των αγωγών σε μεταλλικούς ιστούς έναντι των γνωστών μεταλλικών πυλώνων που χρησιμοποιούνται συνήθως. Οι γραμμές μειωμένων διαστάσεων με ιστούς δημιουργούν πολύ μικρότερα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία από αυτές των κανονικών διαστάσεων στην περίπτωση των γραμμών απλού κυκλώματος και στην περίπτωση των γραμμών διπλού κυκλώματος με την βέλτιστη διάταξη των φάσεων.^{2,6}



Με δεδομένους όλους αυτούς τους παράγοντες, στο ακόλουθο πίνακα δίνονται οι μέγιστες τιμές των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων που είναι δυνατόν να εμφανιστούν ακριβώς κάτω από μια γραμμή λαμβάνοντας υπόψη τις δυσμενέστερες συνθήκες ρευμάτων, διάταξης φάσεων και αποστάσεων (οι οποίες προκύπτουν από θεωρητικές εκτιμήσεις), καθώς και τυπικές τιμές ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων που προέκυψαν από μετρήσεις του Γραφείου Μη Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών της ΕΕΑΕ ακριβώς κάτω και 25m παραπλεύρως από κάθε γραμμή.^{2,6}

Τιμές ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων σε ύψος 1,5 μέτρου από το έδαφος στο περιβάλλον εναέριων γραμμών ηλεκτρικής ενέργειας

Μαγνητικό πεδίο (μΤ)		Ηλεκτρικό πεδίο (V/m)	
Γραμμές 400 kV μεταλλικοί πυλώνες)	Μέγιστη τιμή (κάτω από αγωγούς) Τυπική τιμή (κάτω από αγωγούς) Τυπική τιμή (25m παραπλεύρως)	25 1 – 4 0,5 – 2	6000 2000 – 4000 200 – 500
Γραμμές 150 kV μεταλλικοί πυλώνες)	Μέγιστη τιμή (κάτω από αγωγούς) Τυπική τιμή (κάτω από αγωγούς) Τυπική τιμή (25m παραπλεύρως)	15 0,5 – 2 0,1 – 0,2	2000 1000 – 2000 100 – 300
Γραμμές 150 kV μεταλλικοί ιστοί)	Μέγιστη τιμή (κάτω από αγωγούς) Τυπική τιμή (κάτω από αγωγούς) Τυπική τιμή (25m παραπλεύρως)	10 0,3 – 1,5 0,05 – 0,2	1200 500 – 1000 50 – 100
Γραμμές 20 kV ξύλινες κολώνες)	αγωγούς) Τυπική τιμή (κάτω από αγωγούς) Τυπική τιμή (25m παραπλεύρως)	5 0,2 – 0,5 0,01 – 0,05	700 200 10 – 20

Υποσταθμοί υψηλής τάσης



Υποσταθμοί ονομάζονται οι εγκαταστάσεις στις οποίες συρρέουν γραμμές διαφορετικών επιπέδων τάσεων προκειμένου να μεταφέρεται η ηλεκτρική ενέργεια από το ένα επίπεδο τάσεως στο άλλο. Έτσι υπάρχουν τα ΚΥΤ (Κέντρα Υπερυψηλής Τάσης) που συνδέονται γραμμές υπερυψηλής και υψηλής τάσης καθώς και υποσταθμοί υψηλής τάσης, στους οποίους συνδέονται μόνο γραμμές υψηλής τάσης.

Στους εξωτερικούς χώρους των υποσταθμών υψηλής τάσης και των ΚΥΤ, τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία δημιουργούνται αποκλειστικά από τις γραμμές που συνδέονται σε αυτούς και όχι από τον εξοπλισμό τους. Από μετρήσεις που έχει διεξάγει το Γραφείο Μη Ιοντιζουσών Ακτινοβολιών της ΕΕΑΕ προέκυψε ότι στις πλευρές των υποσταθμών που δεν διέρχονται γραμμές, τα επίπεδα των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων είναι πρακτικά τα ίδια με αυτά που θα υπήρχαν και χωρίς την παρουσία του υποσταθμού (ακόμα και πολύ κοντά στην περιφραγή του), ενώ στις άλλες πλευρές των υποσταθμών που διέρχονται γραμμές, υπάρχουν οι τυπικές τιμές των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων στο περιβάλλον των γραμμών αυτών. Στα πλαίσια των νομοθετημένων αρμοδιοτήτων της, η ΕΕΑΕ έχει διεξάγει πληθώρα μετρήσεων στο περιβάλλον κάθε είδους διατάξεων εκπομπής ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων χαμηλών

συχνοτήτων, κατόπιν σχετικών αιτημάτων φορέων της τοπικής αυτοδιοίκησης και ιδιωτών αλλά και στα πλαίσια αυτεπάγγελτων ελέγχων.^{2,6}

Ιδιότητες των χαμηλόσυχνων ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων

Τα ηλεκτρικά και τα μαγνητικά πεδία των γραμμών μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, σε θέσεις προσιτές για τον άνθρωπο, μπορούν να θεωρηθούν ως ομογενή πεδία. Αυτό όμως δεν ισχύει για τα πεδία των ηλεκτρικών συσκευών. Η επίδραση των ηλεκτρικών και των μαγνητικών πεδίων μπορεί να περιγραφεί καλύτερα, εάν τα πεδία αυτά είναι ομογενή. Τα ομογενή πεδία προσφέρονται επίσης για τη διεξαγωγή εργαστηριακών μελετών, δεδομένου ότι αυτά μπορούν να αναπαραχθούν και να εξασφαλισθεί έτσι η δυνατότητα συνέχειας και ελέγχου των αποτελεσμάτων.

Τα ηλεκτρικά πεδία παραμορφώνονται με την είσοδο σε αυτά αγώγιμων διατάξεων. Το εσωτερικό ενός ηλεκτρικά αγώγιμου σώματος είναι πρακτικά ελεύθερο από ηλεκτρικό πεδίο (κλωβός Faraday). Με αγώγιμη επένδυση ενός χώρου μπορεί να επιτευχθεί η θωράκισή του έναντι ηλεκτρικών πεδίων. Η αγωγιμότητα των συνήθων δομικών υλικών είναι επαρκής, ώστε να επέρχεται μέσα στις κατοικίες δραστικός περιορισμός των ηλεκτρικών πεδίων (τουλάχιστον κατά το συντελεστή 10), που προέρχονται από εξωτερικές πηγές.

Τα χαμηλόσυχνα μαγνητικά πεδία διαπερνούν πρακτικά χωρίς παραμόρφωση τα μη μαγνητικά υλικά. Η αποτελεσματική θωράκιση είναι πολύ δυσχερής. Η θωράκιση σχετικά μικρών χώρων μπορεί να γίνει με τη χρησιμοποίηση ειδικών μαγνητικών υλικών σε κατάλληλη διάταξη.^{2,17}



**Βασικοί περιορισμοί για ηλεκτρικά, μαγνητικά
& ηλεκτρομαγνητικά πεδία (0 Hz - 300 GHz)**

Περιοχή συχνοτήτων	Μαγνητική Επαγωγή (mT)	Πυκνότητα ρεύματος (mA/m ²) (rms)	Ολόσωμο SAR (W/kg)	Τοπικό SAR (κεφάλι & κορμός) (W/kg)	Τοπικό SAR (άκρα) (W/kg)	Πυκνότητα ισχύος, S (W/m ²)
0 Hz	40	-	-	-	-	-
>0-1 Hz	-	8	-	-	-	-
1-4 Hz	-	8/f	-	-	-	-
4-1000 Hz	-	2	-	-	-	-
1000 Hz - 100 kHz	-	f/500	-	-	-	-
100 kHz - 10 MHz	-	f/500	0,08	2	4	-
10 MHz - 10 GHz	-	-	0,08	2	4	-
10 - 300 GHz	-	-	-	-	-	10

**Επίπεδα αναφοράς για ηλεκτρικά, μαγνητικά
& ηλεκτρομαγνητικά πεδία (0 Hz - 300 GHz)**

Περιοχή συχνοτήτων	Ένταση Ηλεκτρικού Πεδίου (V/m)	Ένταση Μαγνητικού Πεδίου (A/m)	Μαγνητική Επαγωγή (μ T)	Ισοδύναμη Πυκνότητα ισχύος επίπεδου κύματος S_{eq} (W/m^2)
0-1 Hz	-	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	-
1-8 Hz	10000	$3,2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^4 / f^2$	-
8-25 Hz	10000	4000/f	5000/f	-
0.025-0.8 kHz	250/f	4/f	5/f	-
0.8-3 kHz	250/f	5	6.25	-
3-150 kHz	87	5	6.25	-
0,15 – 1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	-
1 – 10 MHz	$87/f^{1/2}$	0,73/f	0,92/f	-
10 – 400 MHz	28	0,073	0,092	-
400 – 2000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2 – 300 GHz	61	0,16	0,20	10

Σημείωση: f είναι η συχνότητα στις μονάδες που εμφανίζονται στη στήλη της περιοχής συχνοτήτων

Επίπεδα αναφοράς για ρεύματα επαφής από αγωγίμα σώματα
(f σε kHz)

Περιοχή Συχνοτήτων	Μέγιστο ρεύμα επαφής (mA)
0 – 2.5 kHz	0.5
2.5 kHz – 100 kHz	0.2 f
100 kHz – 110 MHz	20

Σταθμοί βάσης κινητής τηλεφωνίας

Οι σταθερές κεραιές που χρησιμοποιούνται για τις ασύρματες τηλεπικοινωνίες αναφέρονται ως κυψελοειδείς σταθμοί βάσεων ή πύργοι τηλεφωνικών μεταφορών. Αυτοί οι σταθμοί αποτελούνται από τις κεραιές και τον ηλεκτρονικό εξοπλισμό. Επειδή οι κεραιές χρειάζονται να είναι ψηλά στον αέρα, βρίσκονται συχνά σε πύργους, σε βουνά, σε κολυμβητήρια, ή σε στέγες. Τα χαρακτηριστικά ύψη για τους πύργους των βάσεων είναι 15 - 60 μέτρα.²

Μερικοί σταθμοί κινητών χρησιμοποιούν πανκατευθυντικές κεραιές μήκους 3 έως 5 μέτρων. Αυτοί οι τύποι των βάσεων βρίσκονται συνήθως στις αγροτικές περιοχές. Στις αστικές και ημιαστικές περιοχές, χρησιμοποιούνται πιο μικρές βάσεις, περίπου ενός μέτρου. Οι κεραιές διευθετούνται συνήθως σε τρεις ομάδες των τριών κεραιών η κάθε μία. Η μια κεραιά σε κάθε ομάδα χρησιμοποιείται για να διαβιβάσει τα σήματα στα ασύρματα κινητά τηλέφωνα, και οι άλλες δύο κεραιές σε κάθε ομάδα χρησιμοποιούνται για να λαβαίνουν τα σήματα από τα ασύρματα κινητά τηλέφωνα.

Το ποσό της ακτινοβολίας που παράγεται εξαρτάται από τον αριθμό των ραδιοκαναλιών ανά κεραιά και την ισχύ κάθε πομπού των σημάτων. Στην Αμερική, συνήθως υπάρχουν 21 τέτοια κανάλια ανά τμήμα των κεραιών. Άρα θεωρητικά την ίδια στιγμή μπορούν να συνδεθούν 63 κινητά (21 κανάλια επί 3 κεραιές). Εντούτοις, είναι απίθανο ότι όλες οι συσκευές θα συνδέονται συγχρόνως.

Όταν όμως χρησιμοποιούνται οι πανκατευθυντικές κεραιές, τότε ένας κυψελοειδής σταθμός βάσης θα μπορούσε θεωρητικά να χρησιμοποιήσει μέχρι και 96 συσκευές, αλλά αυτό θα ήταν πολύ ασυνήθιστο, γιατί είναι απίθανο ότι όλες αυτές οι συσκευές συγχρόνως αποστέλλουν ή παίρνουν σήματα.^{2,18,21}

Πόσο ασφαλής είναι η περιοχή των βάσεων των κεραιών κινητής τηλεφωνίας;

Τα ηλεκτρομαγνητικά σήματα στην περιοχή των ραδιοσυχνοτήτων (RF) μεταδίδονται από τις κεραιές των σταθμών βάσης προς τον ορίζοντα σε σχετικά στενές διαδρομές.

Όπως και με όλες τις μορφές της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας, η ισχύς μειώνεται γρήγορα με την απόσταση από την κεραία.

Επομένως, η RF έκθεση στο έδαφος είναι πολύ μικρότερη από την έκθεση πολύ κοντά στην κεραία και στη διαδρομή που ακολουθεί το ραδιοσήμα. Στην πραγματικότητα, η έκθεση στο επίπεδο του εδάφους από τέτοιες κεραιές είναι χιλιάδες φορές μικρότερη από τα επίπεδα έκθεσης που συστήνονται σαν ασφαλή από τις ειδικές οργανώσεις. Έτσι η έκθεση στους κατοίκους που μένουν κοντά στις κεραιές θα ήταν σύμφωνα με τα περιθώρια ασφάλειας.

Στην πραγματικότητα, ένα άτομο προκειμένου να εκτεθεί στα επίπεδα ή κοντά στα όρια αυτά, που ορίζουν οι διεθνείς οργανώσεις για τις κεραιές αυτές, θα πρέπει ουσιαστικά να παραμένει στη διαδρομή - στην ευθεία - του ηλεκτρομαγνητικού ραδιοσήματος (στο ύψος δηλαδή της κεραίας) και εντός λίγων μέτρων από την κεραία. Φυσικά, είναι πολύ απίθανο να συμβεί για κάποιον που μένει κοντά στην κεραία.^{7,14}

Όρια

Σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία, δεν πρέπει να υπάρχουν χώροι γύρω από την κεραία ελεύθερα προσπελάσιμοι από το γενικό πληθυσμό στους οποίους τα όρια έκθεσης να υπερβαίνουν το 80% των κάτωθι τιμών όσον αφορά και τις τρεις ζώνες συχνοτήτων κινητής τηλεφωνίας που χρησιμοποιούνται στη χώρα μας:

Ένταση ηλεκτρικού πεδίου (E)

41,25 V/m για τη ζώνη συχνοτήτων των 900 MHz

58,34 V/m για τη ζώνη συχνοτήτων των 1800 MHz

61 V/m για τη ζώνη συχνοτήτων των 2000 MHz

Ένταση μαγνητικού πεδίου (H)

0,111 A/m για τη ζώνη συχνοτήτων των 900 MHz

0,156 A/m για τη ζώνη συχνοτήτων των 1800 MHz

0,16 A/m για τη ζώνη συχνοτήτων των 2000 MHz

Πυκνότητα ισχύος ισοδύναμου**επίπεδου ηλεκτρομαγνητικού κύματος (Seq)**

4,5 W/m² για τη ζώνη συχνοτήτων των 900 MHz

9 W/m² για τη ζώνη συχνοτήτων των 1800 MHz

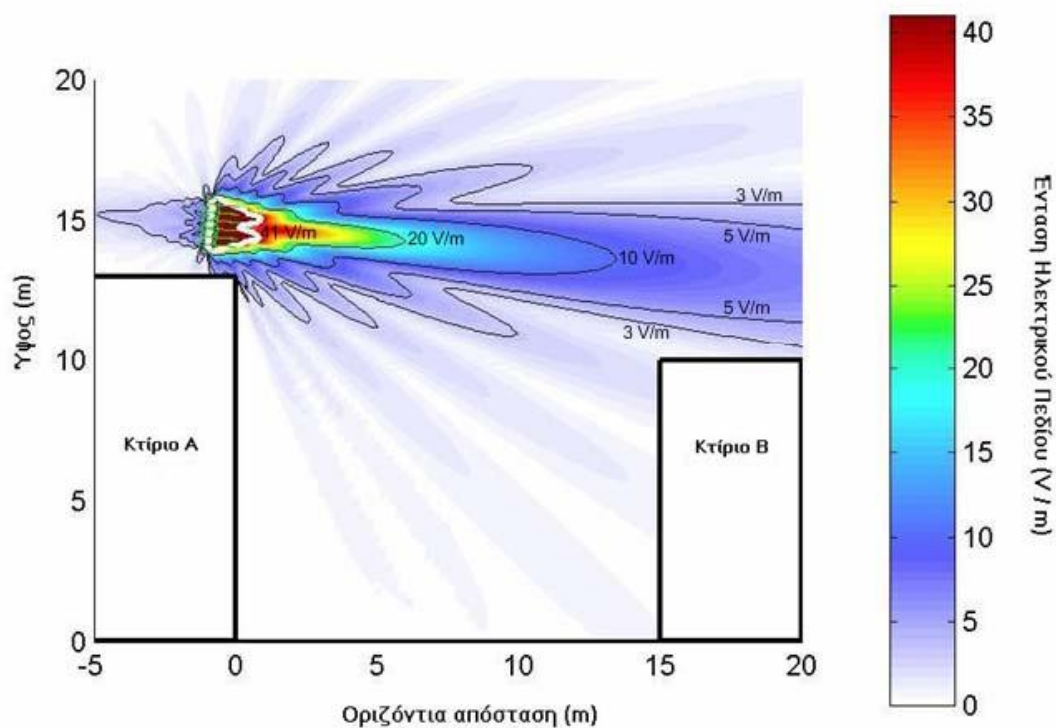
10 W/m² για τη ζώνη συχνοτήτων των 2000 MZ

Μπορούμε να αναφέρουμε συνοπτικά ότι στους σταθμούς βάσης κινητής τηλεφωνίας, οι ακόλουθοι παράγοντες καθορίζουν τη στάθμη της προσπίπτουσας ακτινοβολίας σε κάποιο μέρος που διαμένουν άνθρωποι:

- **Η ισχύς εκπομπής:** Η ακτινοβολία στην οποία εκτίθεται το κάθε άτομο αυξάνεται με την ισχύ εκπομπής.
- **Η απόσταση από την κεραία εκπομπής:** Σε διπλάσια απόσταση οι τιμές της ακτινοβολίας μειώνονται στο ένα τέταρτο.
- **Το διάγραμμα ακτινοβολίας (η τρισδιάστατη μορφή εκπομπής της κεραίας):** στις περισσότερες περιπτώσεις, οι κεραίες του σταθμού Βάσης δεν ακτινοβολούν με την ίδια ένταση προς όλες τις κατευθύνσεις.

Μπορούν να παρομοιαστούν με ένα φακό που ακτινοβολεί μια δέσμη φωτός οριζόντια και κατακόρυφα σε τομέα 120 έως 180 μοιρών. Η ένταση έξω από αυτή τη δέσμη ακτινοβολίας δεν εξαφανίζεται μεν εντελώς, αλλά είναι εξαιρετικά μειωμένη.

- **Τοίχοι και στέγες:** Εξασθενούν την ακτινοβολία που προσπίπτει σε κάποιο κτίριο απέξω.^{2,3,15}



Σχήμα 8: Σε ύψος 1 μέτρου από την ταράτσα του κτιρίου A βρίσκεται τοποθετημένη μία κεραία κινητής τηλεφωνίας. Εδώ απεικονίζεται στο κατακόρυφο επίπεδο η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στη κατεύθυνση μέγιστης ακτινοβολίας της κεραίας. Το όριο της σχετικής Σύστασης της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι $41,25 \text{ V/m}$ για την συχνότητα στην οποία εκπέμπει η κεραία αυτή (900MHz). Όπως φαίνεται από τους υπολογισμούς η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου είναι κάτω από το όριο αυτό σε απόσταση λίγων μέτρων ακόμα και στη κατεύθυνση που ακτινοβολεί η κεραία. Στις άλλες κατευθύνσεις, πίσω, πάνω και κάτω από την κεραία η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου είναι πολύ μικρότερη του ορίου σε απόσταση μόλις ενός μέτρου από την κεραία. Εντός του κτιρίου A η ακτινοβολία είναι πολύ μικρότερη λόγω και της εξασθένησης που προκαλείται στην διάδοση της ακτινοβολίας από την ταράτσα. Στο σχήμα φαίνεται και ένα δεύτερο κτίριο, το κτίριο B, που βρίσκεται σε οριζόντια απόσταση 15 μέτρων από το κτίριο A, στην κατεύθυνση που ακτινοβολεί η κεραία. Το κτίριο B είναι μόλις έναν όροφο χαμηλότερο από το κτίριο A, ωστόσο η κύρια δέσμη της ακτινοβολίας διέρχεται πάνω από αυτό, χωρίς να εμποδίζεται από την παρουσία του κτιρίου. Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου σε ύψος 2 μέτρων πάνω από το επίπεδο της ταράτσας του κτιρίου B (θέση του κεφαλιού ενός ιδιαίτερα ψηλού ανθρώπου) είναι 3V/m έως 5 V/m . Στα μπαλκόνια του κτιρίου B προς την πλευρά της κεραίας η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου είναι μικρότερη από 1 V/m και στο εσωτερικό του κτιρίου είναι πολλές φορές μικρότερη λόγω της εξασθένησης από τα δομικά υλικά.

Υπάρχουν όμως διαφορές μεταξύ κεραιών κινητής τηλεφωνίας και κεραιών του ραδιοφώνου και της τηλεόρασης;

Ναι και Όχι. Η ακτινοβολία RF από μερικές κεραιές (ιδιαίτερα τις κεραιές των ραδιοφώνων FM και της τηλεόρασης VHF) απορροφάται περισσότερο από τους ανθρώπους από όσο η ακτινοβολία RF από τις κεραιές των σταθμών των κινητών τηλεφώνων, αλλά μόλις απορροφηθεί η ενέργεια τα αποτελέσματα είναι βασικά τα ίδια.

Οι κεραιές FM και της TV στέλνουν 100 έως 5000 φορές περισσότερη ισχύ από ό,τι οι κεραιές των σταθμών των κινητών, αλλά όμως αυτές τοποθετούνται συνήθως σε πολύ υψηλότερους πύργους ή βουνά.⁷

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ

Μη ειδικά προβλήματα υγείας και συμπτώματα

Ορισμένα συμπτώματα που εμφανίζονται αρχικά είναι ο πονοκέφαλος, η ζαλάδα και η ναυτία. Συνήθως δεν διαρκούν πάνω από μία ώρα.

Έχει αναφερθεί ότι η έκθεση σε ηλεκτρομαγνητική ενέργεια ορισμένων ραδιοσυχνοτήτων προκαλεί διαταραχές του ύπνου, κεφαλαλγίες και αλλαγές στο ΗΕΓ. Σαν ενοχοποιητικοί μηχανισμοί έχουν θεωρηθεί η επίδραση της ακτινοβόλησης στο δοπαμινεργικό σύστημα του εγκεφάλου και στη διαβατότητα του αιματοεγκεφαλικού φραγμού, αιτίες που συνδέονται με τις κεφαλαλγίες.

Οι Cox et al θεωρούν ότι συμπτώματα όπως αυτά που προαναφέρθηκαν, μπορούν να οφείλονται σε ερεθισμό του αιθουσαίου νεύρου από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Αν και αυτή η θεωρία χρήζει περαιτέρω μελέτης, πρέπει να σημειωθεί ότι συμπτώματα όπως ο πονοκέφαλος και η ζαλάδα είναι πολύ συνηθισμένα, καθόλου παθογνωμονικά και αρκετά υποκειμενικά.^{1,3,14}

Βιολογικές επιδράσεις από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

Πριν προχωρήσουμε σε αναλυτική εξέταση των βιολογικών επιδράσεων είναι ιδιαίτερα σημαντικό να διευκρινιστεί ότι οι επιδράσεις αυτές και οι μεταβολές που αυτές προκαλούν δεν συνεπάγονται απαραίτητα και προβλήματα υγείας. Μάλιστα, πολλές βιολογικές επιδράσεις από το περιβάλλον θεωρούνται φυσιολογικά φαινόμενα, αρκεί να σκεφτεί π.χ. κανείς ότι τα ραβδία και τα κωνία του αμφιβληστροειδούς υπόκεινται σε βιολογικές αλλαγές εξαιτίας της επίδρασης του φωτός (ενός είδους δηλαδή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας). Επίσης πρέπει να επισημανθεί ότι μια οποιαδήποτε βιολογική «διαταραχή» που παρατηρείται σε ένα μεμονωμένο κυτταρικό σύστημα (σε μια καλλιέργεια κυττάρων) δεν σημαίνει ότι θα προκαλέσει απαραίτητα στον οργανισμό ανεπιθύμητες διαταραχές και πολύ περισσότερο προβλήματα υγείας. Ούτε επιπλέον πρέπει να θεωρηθεί αυτονόητο ότι διαταραχές που μετρήθηκαν με ευαίσθητες μεθόδους, όπως για παράδειγμα ανεπαίσθητες μεταβολές του ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος (ΗΕΓ) κατά τη διάρκεια του ύπνου ή της ταχύτητας αντίδρασης, μπορούν να είναι επιβλαβείς για την υγεία. Άλλωστε ένας σύνθετος οργανισμός όπως είναι ο ανθρώπινος, είναι ικανός να ανταπεξέλθει σε επιδράσεις από το περιβάλλον με πολλούς τρόπους όπως π.χ. με τη βοήθεια του ανοσοποιητικού συστήματος, με ομοιοστατικούς μηχανισμούς είτε προσαρμόζοντας ανάλογα την ορμονική ισορροπία και τη λειτουργία του νευρικού συστήματος.

Οι βιολογικές επιδράσεις της μη ιονίζουσας ακτινοβολίας μπορούν να διακριθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες: Τις **θερμικές** και τις **μη θερμικές επιδράσεις**. Οι πρώτες βασίζονται στην αύξηση της θερμοκρασίας που προκαλεί η προσπίπτουσα ακτινοβολία στους ιστούς ενώ οι δεύτερες προκαλούνται με όλους τους υπόλοιπους εκτός από τη μεταφορά θερμότητας μηχανισμούς.

Η ποσότητα ενέργειας που απορροφά το σώμα εξαρτάται από το μέγεθος και τις διαστάσεις του καθώς και από τους εκτιθέμενους ιστούς οι οποίοι, ως γνωστών, έχουν διαφορετικές ηλεκτρομαγνητικές ιδιότητες. Έτσι η εναπόθεση

της συγκεκριμένης ενέργειας σε έναν συγκεκριμένο ιστό (πχ τον εγκέφαλο) εξαρτάται από πολύπλοκες επιδράσεις των πεδίων με τους υπερκείμενους ιστούς και δεν είναι ευθέως ανάλογη με την εκπεμπόμενη ενέργεια.

Η απορρόφηση της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας οδηγεί στη θέρμανση των ιστών με αποτέλεσμα να δημιουργούνται τοπικές διαφορές στη θερμοκρασία οι οποίες όμως εξισορροπούνται από την κυκλοφορία του αίματος. Βάσει πειραματικών μελετών σε πειραματόζωα και εθελοντές, διαπιστώθηκε ότι εάν η αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος δεν υπερβαίνει τον έναν βαθμό Κελσίου τότε δεν προκαλούνται προβλήματα υγείας ακόμη και στην περίπτωση της μακροπρόθεσμης έκθεσης.

Το βασικό ερώτημα είναι αν μπορεί η έκθεση σε χαμηλή ένταση, να βλάψει τους ιστούς του σώματος. Οι γνώσεις μας στον τομέα αυτό προέρχονται από δύο κυρίως πηγές: Πρώτον, από προηγούμενες μελέτες για τις βιολογικές επιδράσεις που προκαλεί η έκθεση σε πολύ χαμηλής συχνότητας (extremely low-frequency - ELF) ηλεκτρομαγνητικά πεδία και δεύτερον από μελέτες για την έκθεση σε αυτές καθαυτές τις ραδιοσυχνότητες (RF).

Θα πρέπει να γίνει κατανοητό ότι η μελέτη των βιολογικών επιδράσεων από την έκθεση στα δύο αυτά είδη ακτινοβολιών (ELF και RF) δεν είναι ταυτόσημη και ότι υπάρχουν περισσότερες διαφορές παρά ομοιότητες μεταξύ αυτών των ακτινοβολιών. Συγκεκριμένα, η έκθεση σε ELF είναι συνήθως σταθερή σε μακρά χρονικά διαστήματα, η τεχνολογία τους δεν έχει μεταβληθεί τα τελευταία χρόνια και ακτινοβολείται κυρίως ολόσωμα και ομοιόμορφα περίπου σταθερός αριθμός ατόμων. Αντίθετα, η έκθεση στα κύματα RF αυξάνει ραγδαία και αφορά ολόένα και περισσότερα άτομα.

Σ' ότι αφορά τις βιολογικές επιδράσεις που προκαλεί η έκθεση σε ELF, η απάντηση δεν είναι σαφής: Υπάρχουν αλληλοσυγκρουόμενα αποτελέσματα μεταξύ διαφόρων μελετών και η σύγχυση επιτείνεται από τη διαμάχη για την καταλληλότερη μεθοδολογία προκειμένου να μετρηθεί η έκθεση ενός ατόμου.^{3,4}

Θερμικές βιολογικές επιδράσεις

Η θερμότητα που απορροφάται από ένα βιολογικό υλικό είναι απότοκος της απορρόφησης της ενέργειας των μικροκυμάτων από το νερό που περιέχει το υλικό αυτό. Πάνω από μια συγκεκριμένη ενέργεια, η ομοιόσταση στη θερμοκρασία δεν διατηρείται και οι επιπτώσεις στην υγεία επέρχονται όταν η θερμοκρασία του σώματος αυξηθεί πάνω από 1°C.

Τα πιο ευαίσθητα από άποψη θερμοκρασίας όργανα του ανθρωπίνου σώματος είναι οι οφθαλμοί και οι όρχεις και είναι γνωστό ότι σε οξείες μεταβολές της θερμοκρασίας έχουν αναφερθεί καταρράκτης και ελάττωση των σπερματοζωαρίων. Προκειμένου να αποτραπεί μια τέτοια αύξηση της θερμοκρασίας, τηρούνται από τους κατασκευαστές τα ανώτατα επιτρεπτά όρια ασφαλείας. Έχουν δημοσιευθεί αρκετές μελέτες που με τη χρήση ομοιωμάτων κεφαλής υπολογίζουν το ρυθμό εναπόθεσης της ενέργειας με τη μορφή θερμότητας. Οι μελέτες αυτές δείχνουν, ότι στο σύνολό τους σχεδόν, δεν παραβιάζουν τα όρια ασφαλείας.

Τέλος, σ' ότι αφορά τις θερμικές επιπτώσεις από τους σταθμούς βάσης σε δημόσιους χώρους, αυτές μπορούν να αγνοηθούν πλήρως λόγω της μικρής έντασης των μικροκυμάτων.^{3,4}

Μη θερμικές βιολογικές επιδράσεις

Το ανθρώπινο σώμα μπορεί να θεωρηθεί σαν ένας εξαιρετικά ευαίσθητος ηλεκτροχημικός μηχανισμός του οποίου ο έλεγχος και η λειτουργία ρυθμίζονται από συγκεκριμένες και διακριτές συχνότητες ηλεκτρικού ρεύματος. Επομένως, είναι πιθανό ότι οι συχνότητες των κινητών τηλεφώνων και των σταθμών βάσης μπορούν να παρεμβληθούν με τα ηλεκτρικά σήματα του ανθρωπίνου σώματος.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα των παραπάνω αποτελεί ο ανθρώπινος εγκέφαλος. Το ανθρώπινο κεφάλι έχει σχήμα ωοειδές με το μικρό άξονα να κυμαίνεται γύρω στα 16 cm. Γι' αυτόν το λόγο προτάθηκε η υπόθεση εργασίας

ότι ο εγκέφαλος μπορεί να λειτουργεί σαν μια κεραία για αυτές τις συχνότητες απορροφώντας μεγάλο μέρος της ενέργειας των κυμάτων αυτών. Ακόμα, οι συχνότητες DTX στα 2 Hz και TDMA στα 8.34 Hz αντιστοιχούν σε συχνότητες ηλεκτρικών ταλαντώσεων των δέλτα και άλφα εγκεφαλικών κυμάτων αντίστοιχα. Είναι επομένως πιθανό ότι οι ζώντες οργανισμοί παρουσιάζουν ευαισθησία στα κύματα GSM με δύο τρόπους: Τόσο στον κύριο φορέα μικροκυμάτων όσο και στις χαμηλότερες συχνότητες των σημάτων TDMA και DTX.

Έτσι, η πιθανότητα των μη θερμικών επιδράσεων ξεκινά από την «ομοιότητα ταλάντωσης» μεταξύ του οργανισμού και της ακτινοβολίας, γεγονός που αναγκάζει τον οργανισμό να απαντά σε συχνότητες που αναγνωρίζει. Η απαραίτητη ένταση μιας τέτοιας ακτινοβολίας είναι υποπολλαπλάσια αυτής που απαιτείται για τις θερμικές επιδράσεις και μπορεί να θεωρηθεί ως μη στοχαστική με την έννοια ότι οι μη θερμικές επιδράσεις είναι μη γραμμικές. Μ' άλλα λόγια, ένα μικρής έντασης πεδίο μπορεί μερικές φορές να προκαλέσει μια δυσανάλογα μεγάλη απάντηση και επομένως η επίδραση ίσης δόσης ακτινοβολίας δεν έχει πάντα ίδιο αποτέλεσμα σ' όλους τους εκτιθέμενους.

Ένα καλό παράδειγμα της ευαισθησίας σε μη θερμική ηλεκτρομαγνητική επίδραση είναι η δυνατότητα προκλήσεως επιληπτικών κρίσεων σε άτομα με φωτοευαίσθητική επιληψία με τη χρήση διακοπτόμενου φωτός (light flashing) συχνότητας 15 Hz. Οι κρίσεις δεν προκαλούνται από την ενέργεια της φωτεινής δέσμης, αλλά από τη συχνότητα την οποία ο εγκέφαλος αναγνωρίζει γιατί αυτή συμπίπτει ή είναι παραπλήσια με αντίστοιχη συχνότητα που χρησιμοποιεί ο ίδιος.

Οι βιολογικές ηλεκτρικές δραστηριότητες που είναι ύποπτες για παρεμβολή από την ακτινοβολία GSM περιλαμβάνουν καλά οργανωμένες ηλεκτρικές δραστηριότητες σε κυτταρικό επίπεδο των οποίων η συχνότητα βρίσκεται στην περιοχή των μικροκυμάτων και οι οποίες είναι επακόλουθο του μεταβολισμού. Αν και δεν είναι γενικά παραδεκτό, υπάρχουν πειραματικές ενδείξεις συμβατές μ' αυτές τις ενδογενείς δράσεις^{18, 19, 20}, για παράδειγμα την κυτταρική διαίρεση.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι μη θερμικές επιδράσεις δεν αποδεικνύονται πάντα και δεν είναι απαραίτητα επαναλήψιμες. Κάτι τέτοιο είναι αναμενόμενο δεδομένου ότι οι επιδράσεις αυτές εξαρτώνται από την κατάσταση του

οργανισμού όταν ακτινοβολείται. Επιπλέον και στα *in vitro* πειράματα μελέτης των μη θερμικών επιδράσεων δεν παρατηρείται επαναληψιμότητα. Μερικά τέτοια παραδείγματα είναι οι ανεπιτυχείς προσπάθειες επανάληψης πειραμάτων αυξημένης διάσπασης των αλύσεων του DNA. Η έλλειψη επανάληψης των αποτελεσμάτων προκαλεί αντικρουόμενες απόψεις. Μια έρευνα που μελετά το συσχετισμό χρήσης κινητού τηλεφώνου και αλλαγές στο ΗΕΓ αποδίδει αυτήν την έλλειψη σε διαφορές της μεθοδολογίας των πειραμάτων, όπως για παράδειγμα τη διαφορετική διάρκεια έκθεσης. Το συμπέρασμα της έρευνας αυτής είναι ότι η χρονική διάρκεια έκθεσης αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για έκβαση των πειραμάτων.

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι επιδράσεις των ακτινοβολιών αυτών σε επίπεδο χρωμοσωμάτων και γονιδίων εφόσον μια πιθανή χρωμοσωμική ή γονιδιακή ανωμαλία είναι σημαντικός παράγοντας εμφάνισης νεοπλασιών. Σε μια μελέτη εξετάστηκαν οι επιδράσεις ακτινοβολίας συνεχούς πεδίου 830 MHz σε λευκά αιμοσφαίρια του αίματος. Παρατηρήθηκε μια αύξηση, σχεδόν γραμμική, της ανευπλοειδίας του χρωμοσώματος 17 με την αύξηση του EPA που αποδόθηκε σε μη θερμικούς μηχανισμούς.

Πάντως αξίζει να σημειωθεί ότι μια άλλη έρευνα που μελέτησε τις επιδράσεις των μικροκυμάτων σε γονιδιακό επίπεδο δεν κατέληξε στα ίδια συμπεράσματα. Χρησιμοποιήθηκαν λευκά αιμοσφαίρια υγιών εθελοντών τα οποία εκτέθηκαν σε ακτινοβολία συχνότητας 900 MHz και συνεχούς εκπομπής αλλά και ασυνεχούς (τύπου GSM). Οι τιμές του EPA ήταν διάφορες. Δεν παρατηρήθηκαν πάντως επιδράσεις ούτε στη συχνότητα των μικροπυρήνων (*micronuclei*) ούτε στην κινητική του κυτταρικού κύκλου.

Μια άλλη έρευνα είχε ως σκοπό την μελέτη πιθανόν μακροπρόθεσμων επιδράσεων των ραδιοσυχνοτήτων GSM στην αγγειακή διαπερατότητα σε εγκεφάλους ποντικών. Τα αποτελέσματά της δείχνουν ότι η παρατεταμένη έκθεση σε τέτοιου είδους ακτινοβολία παράγει αμελητέα διακοπή της συνοχής του αιματοεγκεφαλικού φραγμού, σε επίπεδο οπτικού μικροσκοπίου, χρησιμοποιώντας την ενδογενή λευκωματίνη ως «αγγειακό ανιχνευτή».^{3,4}

Οι πιθανές βλάβες που μπορεί να προκαλέσει και η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία:

A. Νεοπλασίες

Η επιδημιολογική προσέγγιση του θέματος έχει από τη φύση της ένα μειονέκτημα δεδομένου ότι μόνο αναδρομικά μπορεί να μελετήσει την επίδραση μιας νόσου. Η κινητή τηλεφωνία και οι σταθμοί βάσεις είναι μια σχετικά νέα εφαρμογή και επομένως ακόμα δεν υπάρχουν αρκετά δεδομένα. Επιπλέον, ο χρόνος επώασης ενός καρκίνου ανέρχεται σε αρκετές δεκαετίες και άρα χρειάζεται να περάσουν αρκετά χρόνια προκειμένου να διαπιστωθεί αν υπάρχουν καρκινογενέσεις που να οφείλονται σε αυτές τις εφαρμογές.^{1,3}

- Όγκοι εγκεφάλου

Αχώριστος φίλος των περισσότερων ανθρώπων, τα κινητά τηλέφωνα προκαλούν σοβαρότατες εγκεφαλικές βλάβες. Σχετίζονται με την εμφάνιση Αλτσχάιμερ, καρκίνου και άλλων εκφυλιστικών νόσων του εγκεφάλου, οι οποίες μπορούν να προκληθούν λόγω νέκρωσης των νευρώνων οι οποίοι αποτελούν τα βασικά λειτουργικά κύτταρα του εγκεφάλου.

Επειδή η έκθεση σε RF από τα κινητά τηλέφωνα επικεντρώνεται στην περιοχή της κεφαλής κοντά στο αυτί, ο καρκίνος του εγκεφάλου απέτελεσε την πρώτη εστία ενδιαφέροντος. Η χρήση των κινητών τηλεφώνων είναι ένας μόνον από τους πολλούς προδιαθεσικούς παράγοντες που έχουν ενοχοποιηθεί για την ανάπτυξη καρκίνου του εγκεφάλου. Οι διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με τον κίνδυνο καρκίνου προέρχονται από έμμεσες επιδημιολογικές μελέτες σε εκτεθέντες επαγγελματικά σε RF. Οι εκθέσεις σ' αυτούς τους πληθυσμούς παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές από την ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων σε ότι αφορά τη δόση, το είδος του σήματος αλλά και την ανατομική εντόπιση. Στην πιο πρόσφατη από αυτές τις μελέτες οι Richter et al αναφέρουν

πέντε νεαρούς ασθενείς με εγκεφαλικούς όγκους που εμφανίστηκαν μέσα σε 10 χρόνια από την αρχική επαγγελματική τους έκθεση σε radar. Τέσσερις είχαν λιγότερο από 30 χρόνια ηλικίας όταν έγινε η αρχική διάγνωση. Κατά τους συγγραφείς μια τέτοια μικρή χρονική περίοδος επώασης που ακολουθεί υψηλές εκθέσεις σε ειδικής κατηγορίας ασθενείς είναι ένας διαπιστωμένος δείκτης επικείμενου ομαδικού κινδύνου και επομένως εφιστούν την προσοχή στην ανάγκη θέσπισης προληπτικών μέτρων. Όμως, δύο σημαντικές ανασκοπήσεις της βιβλιογραφίας μέχρι το 1998 αναφέρουν ότι δεν αναφέρθηκαν συσχετίσεις μεταξύ έκθεσης σε ακτινοβολίες RF και καρκίνου σε ανθρώπους και στη χειρότερη περίπτωση υπήρξε ασθενής συσχέτιση.

Νέα έρευνα Σουηδών επιστημόνων αποκαλύπτει τη σαφή σύνδεση της ακτινοβολίας που εκπέμπουν τα κινητά τηλέφωνα και οι σταθμοί βάσεως με τη διάρρηξη των αιμοφόρων αγγείων και την καταστροφή των νευρώνων στον εγκέφαλο ποντικών που χρησιμοποιήθηκαν ως πειραματόζωα.

Δύο από τις συχνότερες μορφές όγκων εγκεφάλου είναι το *γλοίωμα* και το *μηνιγγίωμα*, από τις οποίες η δεύτερη είναι η συχνότερη μορφή όγκου στον εγκέφαλο ενηλίκων. Η πρόγνωσή της δυστυχώς είναι κακή και η αιτία που το προκαλεί, άγνωστη. Τα πρώτα συμπτώματα περιλαμβάνουν πονοκεφάλους, αίσθημα ναυτίας και τάση για εμετό.

Οι όγκοι στον εγκέφαλο μπορεί να είναι καλοήθεις ή κακοήθεις. Η ταχύτητα ανάπτυξης των καλοθών όγκων είναι αργή, σε αντίθεση με τους κακοήθεις όγκους οι οποίοι αναπτύσσονται συνήθως γρήγορα. Παράλληλα συμπιέζουν ή διηθούν τους γειτονικούς ιστούς του εγκεφάλου προκαλώντας περισσότερα προβλήματα.

Οι πρωτογενείς εγκεφαλικοί όγκοι αναπτύσσονται από τον ανώμαλο πολλαπλασιασμό εγκεφαλικών κυττάρων. Όγκοι μπορούν να δημιουργηθούν από τα διάφορα είδη των εγκεφαλικών κυττάρων.

Είναι επίσης δυνατόν να αναπτυχθούν μεταστάσεις στον εγκέφαλο από κάποιον άλλο καρκίνο που έχει εκδηλωθεί σε διαφορετικό μέρος του σώματος. Οι δευτερογενείς αυτοί όγκοι είναι συχνότεροι από ότι οι πρωτογενείς όγκοι του εγκεφάλου.⁵

Στα παιδιά οι περισσότεροι όγκοι είναι πρωτογενείς. Στους ενήλικες συμβαίνει το αντίθετο δηλαδή οι περισσότεροι είναι μεταστάσεις καρκίνων που εκδηλώθηκαν αλλού στο σώμα.

Το μέγεθος του εγκεφαλικού όγκου, η ανατομική θέση στην οποία δημιουργήθηκε, η ταχύτητα ανάπτυξης του, έχουν καθοριστικό ρόλο τόσο στο είδος των συμπτωμάτων που θα προκληθούν όσο και στη θεραπευτική αντιμετώπιση.

Η πίεση που ασκείται από τον όγκο στους υγιείς ιστούς του εγκεφάλου, το οίδημα που δημιουργείται στον εγκεφαλικό ιστό που περιβάλλει τον όγκο και η απόφραξη της κυκλοφορίας του εγκεφαλονωτιαίου υγρού, δημιουργούν μια κλινική εικόνα του ασθενούς, ιδιαίτερα ανησυχητική.

Τα σημεία και συμπτώματα που μπορούν να προκαλούν οι πρωτογενείς ή δευτερογενείς εγκεφαλικοί όγκοι έχουν σχέση με πολλές βασικές λειτουργίες όπως η όραση, η ακοή, η ομιλία, η μνήμη, η κίνηση, η ισορροπία, η συμπεριφορά και η ψυχική κατάσταση. Τα κυριότερα είναι τα ακόλουθα :

1. **Έντονος πονοκέφαλος:** Ο πονοκέφαλος αυτός είναι ισχυρότερος από ότι συνήθως, επιδεινώνεται προοδευτικά, εκδηλώνεται το πρωί, εντοπίζεται πάντοτε στην ίδια περιοχή και μπορεί να συνοδεύεται από ναυτία, εμετούς, διπλωπία ή απώλεια όρασης. Περισσότεροι από το 50% των ασθενών με εγκεφαλικό όγκο, παρουσιάζουν πονοκέφαλους. Χειροτερεύουν με το βήχα και με την αλλαγή της θέσης του ασθενούς. Με την αύξηση του όγκου γίνονται συχνότεροι, διαρκούν περισσότερο και γίνονται ισχυρότεροι.
2. **Προβλήματα όρασης:** Διπλωπία (ο ασθενής βλέπει διπλά), απώλεια της περιφερικής ή άλλου μέρους της όρασης.
3. **Δυσκολίες ομιλίας και όρασης**
4. **Δυσκολίες ισορροπίας:** Ο ασθενής δυσκολεύεται να κρατήσει την ισορροπία του, παρουσιάζει αταξία, προβλήματα στο συντονισμό των κινήσεων του.

5. **Εμετοί:** Ο ασθενής παρουσιάζει το πρωί όταν ξυπνά αναγούλες, εμετούς που δεν εξηγούνται από άλλους λόγους. Κάποτε οι εμετοί αυτοί μπορεί να είναι έντονοι.
6. **Απώλεια αίσθησης ή και κίνησης:** Ο ασθενής χάνει προοδευτικά τη δυνατότητα να κινεί ή να αισθάνεται ένα μέλος του σώματός του, χέρι ή πόδι. Μπορεί επίσης να έχει μουδιάσματα ή μυρμηγκιάσματα σε ένα μέλος του.
7. **Σύγχυση, δυσκολίες συγκέντρωσης**
8. **Αλλαγές στη συμπεριφορά**
9. **Σπασμοί:** Οι αλλαγές στην ηλεκτρική δραστηριότητα των νευρώνων του εγκεφάλου που δημιουργεί ό όγκος, είναι αιτία σπασμών, απώλειας της συνείδησης, απώλειας ούρων ή και κοπράνων. Σπασμοί που εμφανίζονται ξαφνικά σε ένα ενήλικα χωρίς προηγούμενο ιστορικό σπασμών ή ατυχήματος με εμπλοκή του εγκεφάλου ή άλλης ασθένειας που προκαλεί σπασμούς, πρέπει να δημιουργεί την υποψία για εγκεφαλικό όγκο. Κάποτε οι σπασμοί μπορεί να είναι το μόνο σημείο ενός εγκεφαλικού όγκου που αυξάνεται με αργό ρυθμό

Η ύπαρξη ενός ή περισσότερων από τα πιο πάνω σημεία ή συμπτώματα, δεν δείχνει υποχρεωτικά ότι υπάρχει όγκος στον εγκέφαλο. Υπάρχουν πολλές άλλες ασθένειες που είναι σε θέση να προκαλέσουν την ίδια κλινική εικόνα.^{2,3}

Πνευματικές λειτουργίες του εγκεφάλου όπως η μνήμη, η δυνατότητα μάθησης και η κινητικότητα, πιθανόν να επηρεάζονται λόγω απώλειας νευρώνων σε περιοχές του εγκεφάλου που υφίστανται την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία των ραδιοκυμάτων που εκπέμπουν ορισμένα κινητά τηλέφωνα ή σταθμοί βάσεις.

Τα συμπεράσματα αυτά προκύπτουν για πρώτη φορά από μια μικρή αλλά σημαδιακή έρευνα που έγινε από Σουηδούς γιατρούς στο πανεπιστήμιο του Malmo.

Οι γιατροί υπέβαλαν αρουραίους ηλικίας από 12 έως 26 εβδομάδων, σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ανάλογη με αυτή που εκπέμπουν τα κινητά τηλέφωνα και σταθμοί βάσεις. Ο λόγος που επιλέχθηκε η ηλικία αυτή των

αρουραίων είναι διότι αναλογικά, από βιολογική άποψη, η ηλικία αυτή αντιστοιχεί με την εφηβεία στον άνθρωπο.

Οι αρουραίοι υποβλήθηκαν σε ακτινοβολίες διαφορετικών εντάσεων.

Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι προκαλούνται βλάβες στο σύστημα ανταλλαγών μεταξύ αίματος και εγκεφάλου. Λόγω αυτής της αλλαγής, εισέρχεται μέσα στον εγκέφαλο, μεγαλύτερη ποσότητα της πρωτεΐνης λευκωματίνης που προκαλεί με τον τρόπο αυτό βλάβες στους νευρώνες.

Επιπρόσθετα οι ερευνητές βρήκαν ότι με την αύξηση της έντασης της ακτινοβολίας, αυξάνεται και ο αριθμός των νευρώνων που νεκρώνονται στον εγκέφαλο.

Επειδή ο εγκέφαλος των αρουραίων μας δίνει μια πολύ καλή εικόνα του τι μπορεί να συμβαίνει και στον άνθρωπο, τα δεδομένα αυτά δημιουργούν δικαιολογημένα ανησυχίες.

Ο αναπτυσσόμενος εγκέφαλος των παιδιών και εφήβων είναι ιδιαίτερα ευάλωτος σε νοσηρούς παράγοντες. Στους έφηβους η χρήση των τηλεφώνων παρουσιάζει μια θεαματική αύξηση, γεγονός που δημιουργεί φόβους για το τι μπορεί να συμβεί στον εγκέφαλό τους, μακροχρόνια μετά από μια συσσωρευτική χρήση πολύ μεγάλης χρονικής διάρκειας.

Μήπως θα δούμε στο μέλλον μια ολόκληρη γενεά μεσηλικών, που θα είναι μελλοντικά οι σημερινοί έφηβοι, οι οποίοι θα παρουσιάζουν σοβαρά προβλήματα του εγκεφάλου, λόγω των κινητών τηλεφώνων και των σταθμών βάσης;

Η μελέτη αυτή δημιουργεί την ανάγκη διεξαγωγής μεγαλύτερων ερευνών, τόσο με πειραματόζωα αλλά και με παρακολούθηση του τι συμβαίνει σε παιδιά και έφηβους που χρησιμοποιούν κινητά τηλέφωνα.

Είναι γεγονός ότι μέχρι σήμερα, οι έρευνες αναφορικά με τα κινητά τηλέφωνα και τους σταθμούς βάσης, εξέτασαν κυρίως τη σχέση τους με την πρόκληση καρκίνου. Τα αποτελέσματα δεν τεκμηρίωσαν μια αιτιολογική σχέση.

Οι γιατροί από το Ινστιτούτο Περιβαλλοντικής Ιατρικής του Ινστιτούτου Καρολίνσκα της Στοκχόλμης, σε μια μακροχρόνια εργασία τους, εξέτασαν τη σχέση που υπάρχει μεταξύ της χρήσης κινητών τηλεφώνων και κινδύνου πρόκλησης καρκίνου εγκεφάλου.

Συγκέντρωσαν στοιχεία από 644 ασθενείς που προσβλήθηκαν μεταξύ 2000 και 2002 από γλοιώμα και μηνιγγίωμα. Οι ασθενείς αυτοί είχαν ηλικίες από 20 έως 69 ετών και έδωσαν λεπτομερές ιστορικό σχετικό με τη χρήση κινητών τηλεφώνων που έκαναν κατά την περίοδο της διάγνωσης όπως επίσης και για περισσότερα από 10 χρόνια χρήσης κινητού τηλεφώνου.

Τα δεδομένα που προέκυψαν συγκρίθηκαν με ανάλογα στοιχεία από 674 άλλους που επιλέχθηκαν τυχαία και είχαν παρόμοια χαρακτηριστικά ηλικίας, φύλου και κατοικούσαν στις ίδιες περιοχές όπως οι ασθενείς.^{1,5}

Τα αποτελέσματα έδειξαν:

1. Η χρήση κινητού τηλεφώνου δεν αύξανε τον κίνδυνο πρόκλησης γλοιώματος ή μηνιγγιώματος από την πλευρά που οι ασθενείς χρησιμοποιούσαν το κινητό τηλέφωνο, στον κροταφικό ή μετωπιαίο λοβό του εγκεφάλου. Αυτό ίσχυε ακόμη και για άτομα που χρησιμοποιούσαν τα κινητά τους για περισσότερο από 10 χρόνια

2. Ο τύπος τηλεφώνου, η διάρκεια χρήσης δεν αύξαναν τις πιθανότητες προσβολής των χρηστών από όγκο εγκεφάλου. Παράλληλα δεν βρέθηκε να υπάρχει αυξημένος κίνδυνος για μια από τις δύο ιστολογικές μορφές όγκων που μελετήθηκαν λόγω χρήσης κινητού

Το συμπέρασμα των επιστημόνων από τη Στοκχόλμη είναι ότι στο μεγάλο αριθμό μακροχρόνιων χρηστών κινητών τηλεφώνων που συμπεριέλαβε η έρευνα τους, η χρήση κινητού δεν βρέθηκε να συσχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο προσβολής από γλοιώμα ή μηνιγγίωμα.

Σε μια άλλη ενδιαφέρουσα τετραετή έρευνα από τα πανεπιστήμια του Λίντς, του Μάντσεστερ, του Νότιγγαμ και του Ινστιτούτου Έρευνας για τον Καρκίνο του Ηνωμένου Βασιλείου, εξετάστηκε η σχέση μεταξύ χρόνου χρήσης για πρώτη φορά κινητού τηλεφώνου, συνολικού αριθμού τηλεφωνημάτων, συνολικού αριθμού ωρών χρήσης κινητού τηλεφώνου και γλοιώματος εγκεφάλου.

Η έρευνα διήρκεσε από 1 Δεκεμβρίου 2000 έως 29 Φεβρουαρίου 2004. Εξετάστηκαν οι περιπτώσεις 966 ασθενών με γλοιώμα στον εγκέφαλο και 1716 υγιών εθελοντών.

Οι συμμετέχοντες στην έρευνα παρείχαν πληροφορίες σχετικά με τη χρήση κινητού τηλεφώνου που είχαν κάνει στη ζωή τους, τον αριθμό και διάρκεια των κλήσεων τους όπως επίσης και τον τύπο κινητού τηλεφώνου που είχαν χρησιμοποιήσει.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι χρόνος χρήσης για πρώτη φορά κινητού τηλεφώνου, τα χρόνια ζωής κατά τα οποία χρησιμοποιεί το κινητό τηλέφωνο, η συνολική διάρκεια χρόνου κλήσεων δεν συσχετιζόταν με αυξημένο κίνδυνο για γλοίωμα στον εγκέφαλο.

Επίσης δεν βρέθηκε ότι στις αγροτικές περιοχές υπήρχε μεγαλύτερος κίνδυνος για γλοίωμα λόγω κινητού τηλεφώνου σε αντίθεση με ευρήματα προηγούμενης Σουηδικής έρευνας που είχε δείξει αυξημένο κίνδυνο.

Παρατηρήθηκε ότι υπήρχε συσχετισμός σημαντικά μεγαλύτερου κινδύνου για όγκο στον εγκέφαλο στη μεριά του κεφαλιού που κρατιόταν το κινητό τηλέφωνο. Ταυτόχρονα υπήρχε και μειωμένος κίνδυνος για την άλλη μεριά του κεφαλιού. Έτσι συνολικά δεν υπήρχε αυξημένος κίνδυνος.

Το πιο πάνω γεγονός θεωρήθηκε ότι οφείλεται στην υποκειμενική αντίληψη των ασθενών με γλοίωμα οι οποίοι αναφέρουν ότι χρησιμοποιούσαν λιγότερο το κινητό από τη μεριά που δεν υπήρχε το γλοίωμα (επιλεκτική ανάκληση μνήμης σχετικά με τη χρήση).

Σε μια άλλη έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Ελσίνκι από μια ομάδα Φιλανδών επιστημόνων, έρχονται στην επιφάνεια νέα και ανησυχητικά στοιχεία σχετικά με τις επιπτώσεις στην υγεία από τη χρήση των κινητών τηλεφώνων. Σύμφωνα με Φιλανδούς επιστήμονες, η ακτινοβολία των κινητών προκαλεί προβλήματα στο σύστημα αιμάτωσης του εγκεφάλου.

Την έρευνα πραγματοποίησαν επιστήμονες του Κέντρου για τη Ραδιενέργεια της Φινλανδίας, οι οποίοι διαπίστωσαν ότι η έκθεση των εγκεφαλικών κυττάρων στην ακτινοβολία των κινητών προκαλεί ζημιά στο «φράγμα ασφαλείας» που διαθέτει ο εγκέφαλος, ώστε να μην φτάνουν σε αυτόν οι βλαβερές ουσίες του αίματος.

Μιλώντας στο BBC ο καθηγητής Λεζίνσκι διευκρίνισε πάντως ότι χρειάζονται περαιτέρω έρευνες προκειμένου να επιβεβαιωθούν τα στοιχεία αυτά.

«Αν όντως επιβεβαιωθούν οι ενδείξεις, τότε μιλάμε για σοβαρές επιπτώσεις που ξεκινούν από πονοκεφάλους έως ατονία και αϋπνία. Μάλιστα, συνάδελφοι από τη Σουηδία κάνουν έρευνες σχετικά με το ενδεχόμενο η ακτινοβολία των κινητών να συνδέεται με τη νόσο Αλτσχάιμερ.»

Ο ίδιος καθηγητής έσπευσε να υπενθυμίσει ότι οι έρευνες γίνονται στα εργαστήρια, επομένως δεν πρέπει να δημιουργείται πανικός, δεδομένου ότι δεν υπάρχουν επιστημονικά τεκμηριωμένα στοιχεία που να αποδεικνύουν ότι η ακτινοβολία των κινητών είναι επικίνδυνη. «Άλλωστε, το τι πραγματικά συμβαίνει στον ανθρώπινο εγκέφαλο αποτελεί αίνιγμα» κατέληξε.^{1,3,5}

Θεραπείες καρκίνου του εγκεφάλου

Ο πιο ανθεκτικός στις θεραπείες καρκίνος του εγκεφάλου είναι το **πολύμορφο γλοιοβλάστωμα**.

Δεν είναι μόνο επικίνδυνο και ανθεκτικό στις θεραπείες αλλά παράλληλα είναι και η συχνότερη μορφή πρωτογενούς καρκίνου του εγκεφάλου στους ενήλικες.

Εκδηλώνεται σε νέους άνδρες και γυναίκες στην καλύτερη φάση της παραγωγικής τους ζωής. Αναπτύσσεται και ξαπλώνει γρήγορα. Ο μέσος όρος επιβίωσης των ασθενών με τις θεραπείες που υπήρχαν μέχρι σήμερα ήταν περίπου 12 μήνες.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση καταγράφονται κάθε χρόνο τουλάχιστο 20.000 νέα περιστατικά. Το σύνολο των πρωτογενών καρκίνων του εγκεφάλου αποτελεί σχεδόν το 5% του συνόλου των καρκίνων. Το πολύμορφο γλοιοβλάστωμα προσβάλλει 5 έως 7 ενήλικες σε 100.000 κάθε χρόνο.

Ιστορικά η πρώτη θεραπευτική αντιμετώπιση του πολύμορφου γλοιοβλαστώματος ήταν η χειρουργική επέμβαση. Η ολική αφαίρεση του όγκου αυτού από τον εγκέφαλο είναι εξαιρετικά δύσκολη. Για το λόγο αυτό οι υποτροπές μετά την επέμβαση ήταν ο κανόνας και η χειρουργική επέμβαση δεν ήταν αρκετή για την επιβίωση των ασθενών.

Πριν 35 χρόνια αποδείχθηκε ότι η ακτινοθεραπεία ήταν αποτελεσματική στην αντιμετώπιση του γλοιοβλαστώματος. Η προσθήκη της ακτινοθεραπείας μετά από τη χειρουργική επέμβαση αφαίρεσης του όγκου, αύξανε την επιβίωση των ασθενών.

Δυστυχώς παρόλα αυτά η επιβίωση των ασθενών στα 5 χρόνια μετά από χειρουργική επέμβαση και ακτινοθεραπεία, παρέμενε σε εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα.

Τώρα για πρώτη φορά μετά από τις αρχικές επιτυχίες της ακτινοθεραπείας πριν 35 χρόνια, ένα νέο φάρμακο η τεμοζολομίδη (temozolomide, εμπορική ονομασία φαρμάκου: Temodal), αποδεικνύεται ότι μπορεί να προσφέρει και να αυξήσει την επιβίωση των ασθενών με πολύμορφο γλοιοβλάστωμα.

Σε μια μεγάλη έρευνα που έγινε από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Έρευνας και Θεραπείας του Καρκίνου (EORTC) σε συνεργασία με το Εθνικό Ινστιτούτο Καρκίνου του Καναδά, συμπεριλήφθηκαν 600 ασθενείς που είχαν διαγνωσθεί με πολύμορφο γλοιοβλάστωμα.^{5,15}

Οι ασθενείς με προοδευτικό, τυχαίοποιημένο τρόπο χωρίζονταν σε δύο ομάδες:

1. Η πρώτη ομάδα λάμβανε μόνο την κλασσική θεραπεία δηλαδή χειρουργική επέμβαση αφαίρεσης του όγκου στο βαθμό που αυτό ήταν δυνατό και στη συνέχεια ακτινοθεραπεία εγκεφάλου (2 Gray κάθε μέρα, 5 μέρες την εβδομάδα για 6 εβδομάδες, συνολική δόση 60 Gray).
2. Η δεύτερη ομάδα λάμβανε την κλασσική θεραπεία αλλά ταυτόχρονα κατά τη διάρκεια της ακτινοθεραπείας οι ασθενείς ελάμβαναν το φάρμακο τεμοζολομίδη (75 mg/m^2 ημερησίως, 7 μέρες της εβδομάδας για όλη τη διάρκεια της ακτινοθεραπείας). Μετά το πέρας της ακτινοθεραπείας οι ασθενείς αυτοί συνέχιζαν να λαμβάνουν την τεμοζολομίδη ($150\text{-}200 \text{ mg/m}^2$ ημερησίως για 5 μέρες, για 6 κύκλους των 28 ημερών).

Κατά την έρευνα αυτή, εξεταζόταν επίσης το γονιδιακό περιεχόμενο των όγκων των ασθενών. Το γονίδιο MGMT όταν είναι αδρανοποιημένο στο πολύμορφο γλοιοβλάστωμα, σχετίζεται με μεγαλύτερο χρονικό διάστημα επιβίωσης των ασθενών. Το εν λόγω γονίδιο ευθύνεται για την παραγωγή ενός

ενζύμου που εμπλέκεται στους μοριακούς μηχανισμούς επιδιόρθωσης του DNA.¹⁵

Τα αποτελέσματα έδειξαν μια σημαντική διαφορά όσον αφορά στην επιβίωση των ασθενών:

1. Οι ασθενείς που ελάμβαναν τη θεραπεία με την τεμοζολομίδη, είχαν μια επιβίωση της τάξης του 26% στα δύο χρόνια. Οι ασθενείς που δεν έπαιρναν το φάρμακο είχαν μόνο 10% επιβίωση στα 2 χρόνια.

2. Σε ασθενείς που είχαν την αδρανοποιημένη μορφή του γονιδίου MGMT και που λάμβαναν την τεμοζολομίδη, τα αποτελέσματα ήσαν πολύ καλύτερα σε σύγκριση με τους υπόλοιπους ασθενείς. Το ποσοστό επιβίωσης τους στα 2 χρόνια ανερχόταν μέχρι το 50%.

Επιπρόσθετα φάνηκε ότι η χορήγηση του φαρμάκου δεν είχε παρενέργειες στο βαθμό που να επηρεάζεται σοβαρά η ποιότητα ζωής των ασθενών.

Βλέπουμε ότι η χορήγηση της θεραπείας μπορεί να εξατομικευτεί σύμφωνα με τα μοριακά γονιδιακά χαρακτηριστικά του όγκου του κάθε ασθενούς. Στο πολύμορφο γλοιοβλάστωμα η ύπαρξη της αδρανοποιημένης μορφής του γονιδίου MGMT είναι προγνωστικός παράγοντας για την επιβίωση και δείκτης καλύτερης ανταπόκρισης στη χημειοθεραπεία.

Είναι η πρώτη φορά που αντικειμενικά τεκμηριώνεται η χρησιμότητα της χημειοθεραπείας στον καταστροφικό αυτό καρκίνο του εγκεφάλου. Η έρευνα αυτή πιθανόν να σηματοδοτεί την έναρξη μιας νέας εποχής στην αντιμετώπιση των καρκίνων του εγκεφάλου.⁹

- Όγκοι ακουστικού νεύρου

Δέκα ή περισσότερα χρόνια χρήσης κινητού τηλεφώνου αυξάνουν τον κίνδυνο εμφάνισης « ακουστικού νευρώματος», ενός καλοήθους όγκου του ακουστικού νεύρου, ο οποίος εντοπίζεται στην πλευρά της κεφαλής όπου τοποθετείται συνήθως το τηλέφωνο κατά τη διάρκεια της χρήσης του, όπως



αποκάλυψε έρευνα του Σουηδικού Ινστιτούτου Karolinska , ενός από τα μεγαλύτερα πανεπιστήμια ιατρικής και κλινικά και βιοιατρικά κέντρα της Ευρώπης.

Στην έρευνα συμμετείχαν 150 άνθρωποι με ακουστικό νεύρωμα και 600 υγιείς. Αποκαλύφθηκε πως ο κίνδυνος εμφάνισης ακουστικού νευρώματος σχεδόν διπλασιάζεται για όσους άρχισαν να χρησιμοποιούν κινητό τουλάχιστον δέκα χρόνια πριν από τη διάγνωση. Η βιομηχανία κινητών τηλεφώνων έχει δηλώσει πως δεν υπάρχουν επιστημονικές αποδείξεις για αρνητικά αποτελέσματα στην υγεία από τη χρήση των τηλεφώνων.

Από ακουστικό νεύρωμα πάσχει περίπου ένα άτομο ανά 100 χιλιάδες και αν και είναι καλοήθης όγκος, δεν αποκλείεται να προκαλέσει βλάβες ακόμα και μέχρι τον εγκέφαλο, ενώ μπορεί να επηρεάσει την ακοή και η συχνότητά του είναι χαμηλότερη από ένα περιστατικό για κάθε 100.000 ενήλικες κάθε χρόνο.

Ο συσχετισμός χρήσης κινητών τηλεφώνων και όγκου του ακουστικού νεύρου βρέθηκε μόνο για τα κινητά τηλέφωνα αναλογικού τύπου. Τα τηλέφωνα αναλογικής τεχνολογίας δεν χρησιμοποιούνται πλέον σήμερα. Έχουν αντικατασταθεί από κινητά τηλέφωνα ψηφιακής τεχνολογίας.

Τα κινητά τηλέφωνα αναλογικού τύπου εκπέμπουν περισσότερη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε σύγκριση με τα τηλέφωνα ψηφιακής τεχνολογίας. Τα παλαιά αναλογικά τηλέφωνα εκπέμπουν συνεχή κύματα.

Τα κινητά τηλέφωνα ψηφιακού τύπου που χρησιμοποιούνται σήμερα και έχουν αντικαταστήσει τα αναλογικά τηλέφωνα, εκπέμπουν παλμική ακτινοβολία. Συνολικά η ένταση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων που δημιουργούνται κοντά στο κεφάλι από τα ψηφιακά τηλέφωνα, είναι χαμηλότερη.

Στην αγορά κινητής τηλεφωνίας κυριαρχούν τώρα τα ψηφιακά τηλέφωνα (GSM), τα οποία αντικατέστησαν το ογκώδες και λιγότερο προηγμένο τεχνολογικά αναλογικό τηλέφωνο σε πολλές αγορές στα μέσα και τα τέλη της δεκαετίας του 1990. Όλα τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας στην Ελλάδα είναι ψηφιακά.

Δεδομένου ότι η κινητή τηλεφωνία είναι σχετικά νέα τεχνολογία, οι πιθανές επιπτώσεις της στην ανθρώπινη υγεία ίσως δεν έχουν γίνει ακόμα εμφανείς. Οι

μέχρι σήμερα επιδημιολογικές έρευνες έχουν δώσει αντικρουόμενα αποτελέσματα για τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου ή εγκεφαλικών βλαβών.

Η έρευνα που βρήκε το συσχετισμό μεταξύ της χρήσης για περισσότερο από 10 χρόνια κινητών τηλεφώνων αναλογικού τύπου και αυξημένου κινδύνου για ακουστικό νεύρωμα έγινε από ερευνητές του Ινστιτούτου Karolinska της Σουηδίας.

Η έρευνα διήρκεσε για 3 χρόνια και αξιολόγησε 150 ασθενείς που παρουσίασαν ακουστικό νεύρωμα και 600 άτομα που δεν είχαν μια τέτοια νόσο. Όλοι οι συμμετέχοντες στην έρευνα είχαν χρησιμοποιήσει για περισσότερο από 10 χρόνια τα πρώτα κινητά τηλέφωνα αναλογικού τύπου που εκπέμπανε ψηλότερης έντασης ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Τα ευρήματα των Σουηδών ερευνητών έδειξαν ότι ο κίνδυνος για ακουστικό νεύρωμα ήταν διπλάσιος στους χρήστες για περισσότερο από 10 χρόνια των αναλογικών τηλεφώνων. Ο κίνδυνος εμφάνισης νευρώματος ήταν τετραπλάσιος για τη μεριά του κεφαλιού στην οποία χρησιμοποιούταν το κινητό τηλέφωνο.

Πρέπει να τονίσουμε ότι η αξιολόγηση αυτή έρευνα έδειξε μόνο ένα συσχετισμό. Δεν έδειξε ούτε τεκμηρίωσε ότι η χρήση αναλογικού τύπου τηλεφώνων για περισσότερο από 10 χρόνια, είναι η αιτία πρόκλησης των ακουστικών νευρωμάτων που παρατηρήθηκαν.

Επιπρόσθετα υπενθυμίζουμε ότι οι έρευνες του τύπου αυτού που βασίζονται σε ερωτηματολόγια για το τι έκαναν στο παρελθόν οι συμμετέχοντες στην έρευνα, δεν αποτελούν τον πιο ορθό τρόπο για την απόδειξη συσχετισμού μεταξύ ενός παράγοντα και μιας νόσου. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα στην επιστημονική βιβλιογραφία που συσχετισμοί από έρευνες αυτού του τύπου διαψεύστησαν από πιο αυστηρές μελέτες.

Για του λόγους αυτούς οι Σουηδοί ερευνητές τονίζουν ότι δεν μπορούν με βάση τα ευρήματά τους να βγουν σήμερα οποιαδήποτε οριστικά συμπεράσματα.

Δηλώνουν ότι χρειάζονται και άλλες έρευνες με περισσότερα στοιχεία, με μεγαλύτερο αριθμό χρηστών κινητής τηλεφωνίας και με διαφορετικές μεθοδολογίες για να υπάρξει μια καλύτερη εικόνα της πραγματικής κατάστασης.^{1,3,5}

- Λευχαιμία

Κατά τα τελευταία χρόνια μια σειρά από αξιόλογες και στατιστικώς σημαντικές έρευνες, από επίσημες και αυθεντικές επιστημονικές αρχές, έχουν δημιουργήσει μια σειρά δεδομένων τα οποία συγκλίνουν σε ορισμένα βασικά συμπεράσματα για το αν και κατά πόσο τα κινητά ή η ακτινοβολία των σταθμών βάσης επιδρούν αρνητικά στο αίμα.

Από το 1995 και μετά, δύο μεγάλες έρευνες στις Ηνωμένες Πολιτείες βρήκαν περιορισμένα στοιχεία που έδειχναν συσχέτισμό της έκθεσης σε ΗΜΠ και λευχαιμίας (Έκθεση από US National Academy of Sciences 1996 και έκθεση από National Institute of Environmental Health Sciences, RAPID Program 1999). Η επανεκτίμηση όμως όλων των επιστημονικών δεδομένων έδειξε ότι ο συσχέτισμός ΗΜΠ και καρκίνου είναι αδύναμος. Το 1997 η Παγκόσμιος Οργάνωση Υγείας κατέληξε στο ίδιο συμπέρασμα.

Μια ακόμη αξιόλογη έρευνα που έγινε στο Ηνωμένο Βασίλειο από το United Kingdom Children Cancer Study Group, που αποτελεί τη σημαντικότερη επιστημονική αρχή μελέτης και αντιμετώπισης του παιδικού καρκίνου στο Ηνωμένο Βασίλειο, μας δίνει πληροφορίες για το ρόλο των ηλεκτρικών πεδίων χαμηλής τάσης τα οποία δημιουργούνται μέσα στα σπίτια.

Οι ερευνητές μέτρησαν τα ηλεκτρικά πεδία μέσα στα σπίτια 473 παιδιών που διαγνώστηκαν με καρκίνο ή λευχαιμία από το 1992 έως το 1996. Τα παιδιά αυτά ήταν ηλικίας από 0 έως 14 ετών όταν έγινε η διάγνωση του καρκίνου από τον οποίο προσεβλήθησαν.

Παράλληλα έκαναν μετρήσεις και στα σπίτια 453 παιδιών που δεν είχαν καρκίνο.

Οι μετρήσεις έγιναν στις κρεβατοκάμαρες των παιδιών, στα καθιστικά και στα άλλα κύρια δωμάτια των σπιτιών των παιδιών. Έλαβαν ακόμη υπ' όψη τις περιπτώσεις εκείνες που τα παιδιά χρησιμοποιούσαν ηλεκτρικές κουβέρτες για να κοιμούνται.

Οι μετρήσεις έγιναν και για συνεχόμενα διαστήματα 48 ωρών, για να αποκλεισθούν τυχόν απρόβλεπτες διακυμάνσεις και με τρόπο τέτοιο που οι

μετρήσεις να αντιπροσωπεύουν τα πραγματικά ηλεκτρικά πεδία που επικρατούσαν στα σπίτια των παιδιών.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρχε καμία συσχέτιση μεταξύ των ηλεκτρικών πεδίων στα σπίτια των παιδιών και του κινδύνου πρόκλησης σε αυτά οποιασδήποτε μορφής καρκίνου ή λευχαιμίας.

Τα δεδομένα αυτά έρχονται να ενισχύσουν και προηγούμενες μελέτες οι οποίες έδειξαν ότι δεν υπήρχε σημαντική συσχέτιση μεταξύ ηλεκτρομαγνητικών πεδίων υψηλής τάσης που δημιουργούνται από τις ηλεκτροφόρες γραμμές και καρκίνου.

Βλέπουμε λοιπόν ότι διαχρονικά, σοβαρές έρευνες και αναλύσεις, δεν μας επιτρέπουν να δεχθούμε ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία είναι αιτία πρόκλησης καρκίνων ή λευχαιμίας.

Πρέπει να σημειώσουμε ότι άλλες έρευνες σχετικά με τα ΗΜΠ χαμηλής έντασης, βρήκαν συσχετισμό της έκθεσης στα ΗΜΠ λόγω ηλεκτρικού ρεύματος στο σπίτι και κινδύνου για λευχαιμία στα παιδιά. Όμως ο συσχετισμός αυτός ήταν αδύνατος και η αύξηση του κινδύνου για παιδική λευχαιμία ήταν μικρή. Δηλαδή έστω και εάν υποθετικά θεωρήσουμε ότι τα ΗΜΠ είναι αιτία καρκίνου (γεγονός που δεν έχει ακόμη αποδειχθεί), τότε ο κίνδυνος που διατρέχουν τα παιδιά είναι πολύ μικρός.

Κατά την άποψη μας οι έρευνες για την αναζήτηση της αιτιολογίας του καρκίνου τόσο στους ενήλικες όσο και στα παιδιά, θα πρέπει να κατευθυνθούν προς άλλους περιβαλλοντικούς και γενετικούς παράγοντες.

Πρόσφατα Σουηδοί ερευνητές ανακοίνωσαν ότι με βάση ένα δικό τους θεωρητικό μοντέλο, υπολόγισαν τις επιδράσεις στο αίμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην οποία υποβάλλονται οι άνθρωποι λόγω χρήσης κινητών τηλεφώνων.

Βρήκαν ότι οι ελκυστικές δυνάμεις που εξασκούνται μεταξύ των ερυθρών αιμοσφαιρίων του αίματος πολλαπλασιάζονται τουλάχιστο 11 φορές λόγω των ραδιοκυμάτων της τάσης των 850 megahertz που χρησιμοποιούνται στην κινητή τηλεφωνία.

Οι δυνάμεις αυτές, σύμφωνα με τους Σουηδούς ερευνητές, ελκύουν τα ερυθρά αιμοσφαίρια μεταξύ τους και δυνατόν να συγκολλούνται μεταξύ τους.

Οι αλλοιώσεις στα ερυθρά αιμοσφαίρια ή και σε άλλες ομάδες κυττάρων μπορεί να είναι αιτία διαφόρων προβλημάτων υγείας συμπεριλαμβανομένου και του καρκίνου.

Η θεωρία αυτή είναι πρωτοποριακή διότι δεν βασίζει την πρόκληση ανωμαλιών στα κύτταρα στην ψηλή ενέργεια που καταστρέφει και αλλοιώνει χημικές ενώσεις σε μοριακό επίπεδο όπως στο DNA που μπορεί να οδηγήσει σε καρκίνο.

Αντίθετα η νέα θεωρία υποστηρίζει ότι είναι η μεγάλη αύξηση των ελκυστικών δυνάμεων μεταξύ των κυττάρων που είναι η αιτία των αλλοιώσεων με τις αρνητικές συνέπειες για την υγεία.

Πρέπει να τονίσουμε ότι πρόκειται καθαρά για μια νέα θεωρία χωρίς καμία επιβεβαίωση ότι κάτι τέτοιο συμβαίνει στην πραγματικότητα. Δεν υπάρχουν στοιχεία προς το παρόν που να δείχνουν ότι το αίμα βλάπτεται λόγω χρήσης κινητών τηλεφώνων.

Όμως οι έρευνες μέχρι σήμερα δεν έχουν εξετάσει σε βάθος την πτυχή αυτή του θέματος. Η αξία της θεωρίας των Σουηδών βρίσκεται στο ότι επικεντρώνει την προσοχή σε μια άλλη φυσική επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στα ανθρώπινα κύτταρα.

Ο κυτταρικός βιολόγος Fiorenzo Marinelli και η ομάδα του στο Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας της Μπολόνια στην Ιταλία, αποφάσισαν να ερευνήσουν κατά πόσον τα ραδιοκύματα έχουν επίδραση στην ανάπτυξη της λευχαιμίας στον ανθρώπινο οργανισμό, αφού άλλες μελέτες έδειξαν ότι η ασθένεια ίσως να είναι πιο διαδεδομένη ανάμεσα στους χρήστες των κινητών τηλεφώνων.

Ο κύκλος ζωής της λευχαιμίας έχει κατανοηθεί ικανοποιητικά, ώστε είναι σχετικά εύκολο να ανιχνευθούν αλλαγές στη συμπεριφορά των κυττάρων. Η ομάδα εξέθεσε μέσα στο εργαστήριο γονίδια λευχαιμίας σε ραδιοκύματα των 900 μεγαχέρντς και σε ισχύ του ενός μιλιβάτ και στη συνέχεια παρακολούθησε τη δραστηριότητα ενός γονιδίου, που προκαλεί την αυτοκτονία των κυττάρων. Πολλά ευρωπαϊκά δίκτυα κινητής τηλεφωνίας λειτουργούν στα 900 μεγαχέρντς

και η μέγιστη ισχύς είναι τα 2 βατ, αν και συνήθως χρησιμοποιούν μόνο το ένα δέκατο αυτής της ισχύος.

Ύστερα από 24 ώρες συνεχούς έκθεσης στα ραδιοκύματα, τα γονίδια της λευχαιμίας εμφανίστηκαν σε περισσότερα κύτταρα, σε αντίθεση με έναν ελεγχόμενο πληθυσμό που δεν είχε εκτεθεί στην ακτινοβολία.

Για λογαριασμό των εταιρειών της κινητής τηλεφωνίας έχουν γίνει αρκετές μελέτες για τη μη ιονίζουσα ακτινοβολία από επιστημονικά εργαστήρια.

Οι εκπρόσωποι των εταιρειών υποστηρίζουν ότι τα υπερσύγχρονα κινητά εκπέμπουν μη ιονίζουσα ακτινοβολία η οποία δεν προκαλεί βιολογικές αλλοιώσεις. Την εκδοχή αυτή την στηρίζουν σε έρευνες που διεξάγονται πάνω από 70 χρόνια για τις επιδράσεις των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και για τις οποίες έχουν δαπανηθεί πάνω από 100 εκατ. δολάρια. Οι ανωτέρω έρευνες δεν έδειξαν ότι υπάρχουν κίνδυνοι για το γενικό πληθυσμό από πεδία που δεν υπερβαίνουν τα όρια ασφαλείας.

Για την Ελλάδα, "οι μετρήσεις που γίνονται συστηματικά από την Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας δείχνουν ότι η εκπομπή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από τις κεραιές κινητής τηλεφωνίας είναι χαμηλότερη από τα όρια ασφαλείας που προτείνουν οι διεθνείς οργανισμοί και οι διεθνείς επιστημονικές οργανώσεις". Το ζήτημα είναι ότι για την ώρα δεν έχουν θεσμοθετηθεί ασφαλή όρια για την απόσταση που πρέπει να βρίσκεται μια κεραία κινητής τηλεφωνίας από ένα σχολείο ή ένα νοσοκομείο. Αυτό θα γίνει στη νομοθεσία που ετοιμάζουν τα συναρμόδια Υπουργεία.^{1,3,19}

B. Πονοκέφαλος, κούραση, άγχος, κατάθλιψη, απώλεια σεξουαλικής διάθεσης

Διάφορες διαταραχές της σωματικής και ψυχικής υγείας, θεωρήθηκαν ότι ήταν αποτέλεσμα της έκθεσης σε ΗΜΠ. Σειρά από έρευνες εξέτασαν κατά πόσο η έκθεση στα ΗΜΠ χαμηλής έντασης στο σπίτι μπορούσαν να προκαλέσουν μια σειρά από σωματικές διαταραχές όπως πονοκέφαλο, κούραση, ναυτία ή

ψυχολογικές διαταραχές όπως κατάθλιψη, άγχος, απώλεια σεξουαλικής επιθυμίας και αυτοκτονίας.

Τα δεδομένα που υπάρχουν μέχρι σήμερα, δεν επιτρέπουν την αποδοχή αυτών των συσχετισμών. Αντίθετα φαίνεται ότι οι εν λόγω διαταραχές μπορεί να είναι το αποτέλεσμα άλλων περιβαλλοντικών παραγόντων και του τρόπου ζωής μας που συνοδεύεται από τη σύγχρονη συνεχή τεχνολογική αναβάθμιση.⁵

Γ.Καταρράκτης

Σε εργαζόμενους που εκτίθενται σε ψηλά επίπεδα ραδιοσυχνοτήτων και σε ακτινοβολία μικροκυμάτων, έχουν περιγραφεί περιπτώσεις ερεθισμού των ματιών και καταρράκτη. Στα επίπεδα στα οποία εκτίθεται το πλατύ κοινό δεν προκαλούνται θερμικές αλλοιώσεις λόγω της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

Δεν υπάρχουν στοιχεία που να τεκμηριώνουν ότι παθήσεις του τύπου αυτού μπορούν να συμβαίνουν στα επίπεδα ΗΜΠ στα οποία συνήθως υποβάλλεται το πλατύ κοινό.⁵

Δ.Εγκυμοσύνη

Η έκθεση των εγκύων γυναικών σε διάφορες πηγές ΗΜΠ, δεν έδειξαν ότι δημιουργείται αυξημένος κίνδυνος για ανωμαλίες στο παιδί, αποβολή, χαμηλό βάρος γέννησης ή εκγενετής παθήσεις.

Έχουν περιστασιακά περιγραφεί περιπτώσεις πρόωρων γεννήσεων και παιδιών χαμηλού βάρους γέννησης. Επρόκειτο για γυναίκες που εργάζονταν σε βιομηχανίες ηλεκτρονικών και είναι πιθανό ότι στις περιπτώσεις αυτές να υπήρξε έκθεση σε πεδία ασυνήθιστα ψηλά που δεν υπάρχουν στο σύνηθες καθημερινό περιβάλλον.

Παρά τις εκτεταμένες έρευνες που έχουν γίνει μέχρι σήμερα για τις επιδράσεις των ΗΜΠ χαμηλής έντασης από τη σφαίρα της ραδιοσυχνότητας και πιο κάτω, δεν υπάρχουν στοιχεία που να μας επιτρέπουν να δηλώσουμε ότι αυτά είναι επιβλαβή στην ανθρώπινη υγεία.

Το γεγονός αυτό βρίσκεται σε αντίθεση με αυτά που γνωρίζουμε για την έκθεση σε ΗΜΠ ψηλού επιπέδου όπως αυτά που προκαλούν ιονισμό. Η ιονίζουσα ακτινοβολία (ακτίνες Χ, ακτίνες γάμμα, υπεριώδης ακτινοβολία), χαρακτηρίζεται από το μικρό μήκος κύματος, ψηλή συχνότητα και ψηλή ενέργεια.

Η ιονίζουσα ακτινοβολία λόγω της ψηλής ενέργειας που τη χαρακτηρίζει, είναι σε θέση να προκαλεί ιονισμό, δηλαδή απόσπαση των ηλεκτρονίων από τα άτομα. Ο ιονισμός προκαλεί βλάβες στο γενετικό υλικό DNA των πυρήνων των κυττάρων και κατά συνέπεια είναι αιτία καρκίνων και λευχαιμίας.

Πρέπει λοιπόν να τονίσουμε ότι υπάρχει σαφής διαφορά στις επιπτώσεις για την υγεία μεταξύ της ιονίζουσας ακτινοβολίας ψηλής ενέργειας και των ΗΜΠ χαμηλής έντασης και ενέργειας στα οποία καθημερινά υποβαλλόμαστε.⁵

Ε. Νευρολογικές επιδράσεις

Τα κινητά τηλέφωνα που εκπέμπουν παλμικά ΗΜΠ πεδία υψηλής συχνότητας μπορεί να επηρεάσουν τον ανθρώπινο εγκέφαλο, αλλά δεν μπορούν βγουν σίγουρα συμπεράσματα όσον αφορά στις επιδράσεις τους στο ΗΕΓ. Τα αποτελέσματα μιας μελέτης υπονοούν ότι τα ΚΤ ενδέχεται να επηρεάζουν με αντιστρέψιμο τρόπο τον εγκέφαλο, προάγοντας την εμφάνιση ανωμάτων αργών κυμάτων στο ΗΕΓ σε άτομα σε εγρήγορση. Επίσης παρατηρήθηκε μια καθυστερημένη αύξηση ιδίως στα κύματα α η οποία ενισχύθηκε στο ΗΕΓ εγρήγορσης ενηλίκων που εκτίθεντο σε ακτινοβολία GSM. Οι επιδράσεις στο

ΗΕΓ ύπνου περιλαμβάνουν βράχυνση του REM ύπνου κατά τη διάρκεια του οποίου η πυκνότητα των κυμάτων-α αυξάνεται και δράσεις στον μη REM ύπνο.

Η χρήση των ΚΤ αυξάνεται ραγδαία, αλλά υπάρχουν περιορισμένα στοιχεία για τις επιδράσεις των ΗΜΠ στη φυσιολογία του εγκεφάλου. Σε μια μελέτη, εξετάζεται η επίδραση των ΗΜΠ στην παροχή αίματος στον εγκέφαλο και στο ΗΕΓ. Η μελέτη αυτή δείχνει ότι για πρώτη φορά ότι: α) Τα ΗΜΠ παλμικής διακύμανσης μεταβάλλουν την παροχή αίματος στον εγκέφαλο και β) η παλμική διακύμανση του ΗΜΠ είναι αναγκαία για να προκληθούν αλλαγές στο ΗΕΓ. Η έκθεση σε ΗΜΠ παλμικής διακύμανσης μπορεί να αποτελέσει μια καινούργια μέθοδο για την τροποποίηση της εγκεφαλικής λειτουργίας για πειραματικούς, διαγνωστικούς ή και θεραπευτικούς σκοπούς.

Το 1999 οι Preece et al, από μια μελέτη σε εθελοντές, έβγαλαν το συμπέρασμα ότι η συνεχής εκπομπή ακτινοβολιών με συχνότητα 915 megacycles προκαλεί μια αύξηση του χρόνου αντίδρασης, ενώ δεν παρατηρήθηκε το ίδιο για τη μη συνεχή εκπομπή (αυτή δηλαδή των ΚΤ). Δεν μπορεί βεβαίως να αποκλειστεί το ενδεχόμενο ότι η μη συνεχής εκπομπή επηρεάζει κάποιο άλλο νευρωνικό κύκλωμα.

Άλλες μελέτες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η χρήση ΚΤ μπορεί να επιδρά θετικά σε ορισμένες γνωστικές λειτουργίες. Επίσης, η έκθεση στην ακτινοβολία των ΚΤ ελαττώνει τα προπαρασκευαστικά χαμηλά δυναμικά σε μερικές περιοχές του εγκεφάλου και επηρεάζει λειτουργίες της μνήμης. Σε παρόμοιο συμπέρασμα καταλήγει και μια άλλη μελέτη όπου παρατηρήθηκε ότι στους άνδρες εθελοντές της έρευνας παρουσιάζεται μια βελτίωση της βραχυπρόθεσμης αλλά και μακροπρόθεσμης μνήμης εάν τα ερεθίσματα παρουσιάζονται κατά την ενεργή λειτουργία ενός ΚΤ.

Οι Cao et al. αναφέρουν ότι σε μια έρευνα σε 81 χρήστες ΚΤ και 63 μη χρήστες παρουσιάστηκαν διαφορές στην συμπεριφορά οι οποίες καθορίστηκαν με κατάλληλα ερωτηματολόγια.

Όσον αφορά στις επιδράσεις των ακτινοβολιών των ΚΤ στο ακουστικό σύστημα βρέθηκε ότι η χρήση ΚΤ για 30 λεπτά δεν επηρεάζει βραχυπρόθεσμα τη λειτουργία του εν λόγω συστήματος.^{1,3}

ΣΤ. ΓΕΝΕΤΙΚΕΣ – DNA

Τα ραδιοκύματα που εκπέμπουν τα κινητά τηλέφωνα είναι επιβλαβή για τα κύτταρα το σώματος και προκαλούν βλάβες στο DNA, ανακοίνωσε ομάδα ερευνητών μετά από μελέτη που διενέργησε σε εργαστηριακές συνθήκες.

Η μελέτη που ονομάζεται **Reflex** και χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση και συντονίστηκε από την γερμανική εταιρία έρευνας Verum , δεν καταλήγει στο συμπέρασμα πως τα κινητά τηλέφωνα είναι επικίνδυνα για την υγεία, επισημαίνει όμως την ανάγκη περισσότερης μελέτης για να διαπιστωθούν εκτός εργαστηρίου, οι πραγματικοί κίνδυνοι.

Από την πλευρά της η βιομηχανία της κινητής τηλεφωνίας υποστηρίζει πως τα στοιχεία για τις αρνητικές επιδράσεις των τηλεφώνων από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία δεν είναι επαρκή, ενώ αναμένουν την πώληση άλλων 650 εκ συσκευών για το 2006.

Η μελέτη Reflex διήρκησε τέσσερα χρόνια και οι ερευνητές μελέτησαν την επίδραση της ακτινοβολίας σε ανθρώπινα και ζωικά κύτταρα σε εργαστηριακές συνθήκες.

Η ακτινοβολία που χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη ήταν μεταξύ 0,3 και 2 W/kg (βατ/κιλό). Τα περισσότερα κινητά τηλέφωνα εκπέμπουν ραδιοσήματα σε επίπεδα 0,5 και 1 W/kg σύμφωνα με τον δείκτη SAR, που είναι δείκτης μέτρησης του ρυθμού απορρόφησης της ραδιενέργειας από τους ιστούς του σώματος. Το όριο του SAR σύμφωνα με την Διεθνή Επιτροπή για την Προστασία από τη Μη-Ιονίζουσα Ακτινοβολία είναι 2 W/kg.

Μετά το πέρας των εργασιών διαπιστώθηκε πως τα κύτταρα παρουσίασαν μείωση των μονών και διπλών αλυσίδων DNA, βλάβη σχεδόν ανεπανόρθωτη.

Η μελέτη ωστόσο εξελίχθηκε σε εργαστηριακό περιβάλλον και δεν αποδεικνύει ότι υπάρχει κίνδυνος για την υγεία, γι'αυτό και το ζήτημα των βλαπτικών επιδράσεων στο DNA και την φυσιολογία του οργανισμού απαιτεί περαιτέρω μελέτη στα ζώα αλλά και στους ανθρώπους.

Ο επικεφαλής των ερευνών, Δρ Franz Adlkofer, τονίζει: «Δεν θέλουμε να προκαλέσουμε πανικό στον κόσμο, αλλά καλό είναι να λαμβάνουμε τα απαραίτητα μέτρα προστασίας και να αποφεύγουμε τη χρήση κινητών τηλεφώνων, όταν είναι δυνατή η σταθερή τηλεφωνία» και συνιστά την αποφυγή της χρήσης κινητού τηλεφώνου όταν είναι δυνατή η χρήση συσκευής σταθερής τηλεφωνίας και όταν αυτό δεν είναι εφικτό, να προτιμάται η χρήση hands-free.

Επίσης ο G. Hyland στην επιστημονική του αναφορά προς το Ευρ. Κοινοβούλιο επισημαίνει ότι ο εγκέφαλος και το ενδοκρινολικό σύστημα επηρεάζονται από την ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων. Συστήνει στην Ε.Ε. την επέκταση των μελετών, γιατί πιστεύει ότι η σχετική ακτινοβολία επηρεάζει τον εγκέφαλο και το νευροενδοκρινικό σύστημα. Ανάλογο είναι το μήνυμα στην Ε.Ε. και των παρεμβάσεων που έχουν γίνει ως τώρα στου ευρωπαϊκό κοινοβούλιο.

Σύμφωνα με έρευνες που έγιναν στη Φινλανδία, η ακτινοβολία από τα κινητά τηλέφωνα μπορεί να προξενήσει όγκους εμποδίζοντας όμως τα κύτταρα από το να πεθάνουν,

Ο Dariusz Leszczynski της Αρχής για την Ακτινοβολία και την Πυρηνική Ασφάλεια στο Ελσίνκι εξέτασε τη δραστηριότητα περίπου 4.500 γονιδίων στα ανθρώπινα κύτταρα, που καλλιεργήθηκαν στο εργαστήριο και που εκτέθηκαν στην ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων για 48 ώρες. Οι ερευνητές, διαπίστωσαν ότι στα κύτταρα που εκτέθηκαν στην ακτινοβολία, περισσότερα από 20 γονίδια ήταν το καθένα είτε λίγο είτε πολύ πιο ενεργά από τα συνηθισμένα. Σημείωσαν επίσης τις αλλαγές στις ποσότητες των πρωτεϊνών που παρήχθησαν από αυτά τα γονίδια.

Τα προκαταρκτικά αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι μερικά από τα γονίδια ελέγχουν τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων και την απόκριση στην πίεση.

Ο Leszczynski βρήκε πως μία ώρα έκθεσης σε ακτινοβολία κινητού τηλεφώνου προξένησε σε καλλιεργημένα ανθρώπινα κύτταρα μια μείωση

μεγέθους (διαστρέβλωση) και πιστεύει ότι αυτό ερεθίστηκε μέσω μιας αντίδρασης, που κανονικά συμβαίνει μόνο όταν ένα κύτταρο κινδυνεύει. Σε ένα άτομο, τέτοιες αλλαγές (μια μείωση μεγέθους) θα μπορούσαν να εξουδετερώσουν κάποιους ασφαλείς μηχανισμούς, που εμποδίζουν τις βλαβερές ουσίες από το να εισέλθουν στον εγκέφαλο από τη ροή του αίματος.

Οι μεταβολές που επιφέρονται από την ακτινοβολία στα κύτταρα θα μπορούσαν επίσης να παρέμβουν με τη κανονική θανατηφόρα διαδικασία της απόπτωσης. Αν τα κύτταρα που ενώ είναι μαρκαρισμένα να πεθάνουν δεν πεθάνουν, μπορεί να σχηματισθούν όγκοι.

Αυτή η έρευνα είναι σε ασυνήθιστο βαθμό σπουδαία, τονίζει ο Leszczynski, επειδή αποδεικνύει πως η ακτινοβολία του κινητού μπορεί να στα κύτταρα δίχως να τα θερμάνει.

Ο David de Pomerai, στο Πανεπιστήμιο του Nottingham, που πρόβλεψε τη πρώτη καθαρή απόδειξη πάνω στα μη-θερμικά φαινόμενα της ακτινοβολίας των κινητών αρχές του έτους, περιγράφει αυτή την εργασία "πολύ εύλογη" και "σπουδαία".

Ο Leszczynski διεξήγαγε την έρευνα σε θερμοκρασίες αρκετά χαμηλές για τη θέρμανση των κυττάρων, για να μπορεί να υπολογίσει τις βιοχημικές αλλαγές στα κύτταρα.

Αλλά ο de Pomerai εφιστά την προσοχή ότι η μελέτη δεν αποκαλύπτει το μηχανισμό μέσω του οποίου η ακτινοβολία των κινητών μπορεί να προκαλέσει αυτές τις μεταβολές. "Έως ότου αποδειχθεί κάποιος μηχανισμός και αποδειχθεί ότι αυτός δεν είναι μια διαδικασία θερμικής δραστηριότητας ο κόσμος θα την απορρίπτει", τόνισε.

Και αυτό γιατί τα μικροκύματα δεν έχει αρκετή ενέργεια να σπάσει ακόμη και ασθενείς χημικούς δεσμούς - έτσι οι περισσότεροι επιστήμονες πιστεύουν ότι ο μόνος τρόπος που θα μπορούν αυτές οι ακτινοβολίες πιθανά να καταστρέψουν κύτταρα είναι μέσω της θέρμανσης. Αλλά τα επίπεδα ενέργειας των εκπομπών των κινητών είναι αρκετά κάτω από αυτά που απαιτούνται για να προξενήσουν οποιαδήποτε θερμότητα.

Δύο χρόνια πριν μια Βρετανική κυβερνητική επιτροπή για τις επιδράσεις των κινητών πάνω στην υγεία, που καθοδηγήθηκε από τον Sir William Stewart, συμπέρανε ότι δεν υπάρχουν αποδείξεις για κίνδυνο στην υγεία.

Αλλά ο Φιλανδός Leszczynski έχει βρει πως η ακτινοβολία του κινητού για κάποιο αόριστο λόγο στοχεύει πρωτεΐνες στα ενδοθηλιακά κύτταρα που έχουν σκοπό να 'ισιώνουν' τα αγγεία του αίματος. Αυτό γίνεται αιτία τα ενδοθηλιακά κύτταρα να ζαρώνουν. Έτσι αυξάνουν τη διαπερατότητα των αγγείων στον εγκέφαλο, όπως υποδεικνύεται από τις προηγούμενες μελέτες πάνω στα τρωκτικά. Η επίδραση αυτή θα επέτρεπε σε μόρια, που αποκλείονται κανονικά από τον εγκέφαλο, να εισέλθουν μέσα.

Στο πείραμα, που χρησιμοποίησε καλλιεργημένα ανθρώπινα κύτταρα αγγείων, ο Leszczynski διαπίστωσε ότι η ενεργός μορφή μιας πρωτεΐνης γνωστής ως θερμική πρωτεΐνη 27 αυξάνεται πολύ όταν εκτίθενται τα κύτταρα στην ακτινοβολία της κινητής τηλεφωνίας. Αυτή η δραστηριότητα οδηγεί σε μια συσσώρευση των ινών πίεσης, οι οποίες είναι μέρος των εσωτερικών υλικών δόμησης ενός κυττάρου. Οι πρόσθετες ίνες μπορούν να διαστρεβλώσουν τα κύτταρα, που αποτελούν τα τοιχώματα των αγγείων και με αυτόν τον τρόπο αυξάνουν τη διαπερατότητα.^{1,3}

Μακροχρόνια φαινόμενα

Κάποιο φράγμα στο αίμα του εγκεφάλου κανονικά εμποδίζει να εισέλθουν ανεπιθύμητα μόρια στον εγκέφαλο. Αλλά η ακτινοβολία του κινητού τηλεφώνου μπορεί να επιτρέψει σε μόρια να διαπεράσουν μέσω μικρών διαστημάτων μεταξύ των κυττάρων, που προξενήθηκαν από το ζάρωμα.

"Αλλά αν και το φράγμα στο αίμα του εγκεφάλου επηρεάζεται προσωρινά από την ακτινοβολία του κινητού, αυτή μπορεί να έχει μακροχρόνια φαινόμενα στην υγεία", τονίζει ο Leszczynski.

Οι φυσικοί στην Ισπανία έχουν αναπτύξει ένα πρότυπο (μοντέλο) που αναλύει πώς η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία των κινητών που απορροφάται από τα κύτταρα επηρεάζεται από τη μορφή και τον προσανατολισμό των κυττάρων μας.

Το νέο πρότυπο που προτείνεται από το Jose Luis Sebastian και συνάδελφους του στο Πανεπιστήμιο Complutense αντιπροσωπεύει πιο ρεαλιστικά τις μορφές των κυττάρων και της ηλεκτρομαγνητικής επιρροής τους το ένα στο άλλο. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι η γεωμετρία των κυττάρων και οι αλληλεπιδράσεις τους έχουν έντονες επιπτώσεις στην δύναμη του ηλεκτρικού πεδίου και την ισχύ που απορροφάται στους ανθρώπινους ιστούς.

Προηγούμενες μελέτες χρησιμοποίησαν απλοϊκά μοντέλα που υποθέτουν ότι τα ανθρώπινα κύτταρα είναι σφαιρικά. Αλλά πολλά κύτταρα - παραδείγματος χάριν, τα μυϊκά και τα κόκκινα κύτταρα του αίματος - δεν είναι σφαιρικά. Η ομάδα του Sebastian επομένως ανέπτυξε ένα περιπλοκότερο μοντέλο που θεωρεί πως τα κύτταρα διαμορφώνονται όπως οι ράβδους, οι κύλινδροι και οι μπάλες του ράγκμπι.

"Εάν πρόκειται να καταλάβουμε τα βιολογικά αποτελέσματα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, είναι ουσιαστικό εμείς να εξετάζουμε τα συνδυασμένα αποτελέσματα της μορφής και της αλληλεπίδρασης των κυττάρων", λέει ο Sebastian. Οι επιστήμονες ερεύνησαν τα αποτελέσματα της ακτινοβολίας από 900 έως 2450 MHz τα μήκη αυτά της ακτινοβολίας είναι με τη σειρά τα αντικείμενα στα οποία εκτίθεται ο κόσμος: τα κινητά τηλέφωνα, οι φούρνοι μικροκυμάτων, και τα ραντάρ αστυνομίας και εναερίας κυκλοφορίας.

Ο Sebastian και οι συνάδελφοι του διαπίστωσαν ότι τα ηλεκτρικά πεδία στα ελλειψοειδή και κυλινδρικά κύτταρα ήταν υψηλότερα από εκείνα που παρατηρήθηκαν στις προσομοιώσεις των σφαιρικών κυττάρων. Επίσης παρατήρησαν ότι τα φαινόμενα πόλωσης στα κύτταρα που ευθυγραμμίζονται με το ηλεκτρικό πεδίο ενισχύουν το πεδίο στα τοιχώματα των κυττάρων. Μια περαιτέρω λεπτομερής έρευνα που συμπεριέλαβε τα αποτελέσματα του νερού που βρίσκεται μέσα στα κύτταρα έδειξε ότι, για όλες τις μορφές κυττάρων, το ηλεκτρικό πεδίο ήταν υψηλότερο από τα απλούστερα μέχρι τώρα προβλεφθέντα πρότυπα .

Η τρέχουσα μελέτη διεξήχθη σε μικροσκοπικό επίπεδο, ενώ η έρευνα στα αποτελέσματα των κινητών τηλεφώνων συνήθως είναι βασισμένη σε ολόκληρες τις βιολογικές δομές.

"Θα ήταν δυνατό να θεωρηθεί ένας ιστός ως σύνολο των κυττάρων, αλλά σκέφτομαι ότι μια ρεαλιστική προσομοίωση του ηλεκτρικού πεδίου θα ήταν σχεδόν αδύνατη", είπε ο Sebastian στο PhysicsWeb. "Αλλά η έρευνά μας θα μπορούσε να παράσχει καλύτερες πληροφορίες για τα αποτελέσματα έκθεσης ακτινοβολίας και να καθιερώσει ενδεχομένως χαμηλότερα αποδεκτά επίπεδα για την ακτινοβολία από τα κινητά τηλέφωνα"

Σε άρθρο που δημοσιεύθηκε στις 20-Δεκεμβρίου-2000 στο έγκυρο περιοδικό Journal of the American Medical Association, ερευνητές του Κέντρου Καρκίνου του Νοσοκομείου Μемόριαλ της Νέας Υόρκης, του Αμερικανικού Ιδρύματος Υγείας και τεσσάρων ακόμη ερευνητικών κέντρων των ΗΠΑ, κατέληξαν στο εξής συμπέρασμα: Δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της χρήσης κινητού τηλεφώνου και της εμφάνισης όγκων στον εγκέφαλο. Οι ερευνητές τονίζουν, ωστόσο, ότι εξέτασαν την επίδραση της αναλογικής κινητής τηλεφωνίας που δεν χρησιμοποιείται όμως στην Ελλάδα και όχι της ψηφιακής (που είναι σε χρήση στην Ελλάδα), και αναφέρουν ότι πιο μακροχρόνιες έρευνες είναι απαραίτητες, προκειμένου να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα.

Καθώς το 85% των ατόμων χρησιμοποιούσε την κεραία σε πλήρη έκταση, οι ερευνητές περίμεναν ότι ένα μεγάλο ποσοστό των όγκων θα είχε αναπτυχθεί στο βρεγματικό λοβό (στα πλάγια του εγκεφάλου), ανάλογα με το ποιο αυτή χρησιμοποιούσαν περισσότερο οι καρκινοπαθείς χρήστες. Τέτοια συσχέτιση, ωστόσο, δεν βρέθηκε.

Οι συγγραφείς του άρθρου τονίζουν ότι θα πρέπει να διεξαχθούν μακροχρόνιες μελέτες για να εξαχθεί ασφαλές συμπέρασμα σε σχέση με την ασφάλεια της κινητής τηλεφωνίας. Επίσης, οι ψηφιακές συσκευές ενδέχεται να έχουν διαφορετική επίδραση απ' ό,τι οι αναλογικές, που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη.

Παλαιότερες έρευνες έχουν συνδέσει τις ραδιοσυχνότητες της κινητής τηλεφωνίας τόσο με την εμφάνιση εγκεφαλικών όγκων όσο και με γενετικές βλάβες στα κύτταρα του αίματος σε καλλιέργειες.

Πάντως παλαιότερες μελέτες έχουν δείξει ότι τα κινητά τηλέφωνα όντως έχουν κάποιες επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό, όπως η αύξηση της

θερμοκρασίας των ιστών του σώματος, οι κεφαλαλγίες και η ναυτία, αλλά καμιά μελέτη δεν μπόρεσε να αποδείξει ότι η ακτινοβολία έχει μη αναστρέψιμα αρνητικά αποτελέσματα.

Πρόσφατα τέλος έχουν κάνει την εμφάνισή τους στην αγορά νέοι τύποι κινητών τηλεφώνων που δεν εκπέμπουν βλαπτική για τον οργανισμό ακτινοβολία. Παρότι ότι το γεγονός είναι ελπιδοφόρο, δεν θα υπήρχε ίσως ο λόγος ενδιαφέροντος για τέτοιου τύπου κινητά, αν τα υπάρχοντα ήταν αβλαβή.^{1,3}

Z. Δερματολογικές επιδράσεις

Η βιβλιογραφία που ασχολείται με αυτή την πτυχή του προβλήματος περιστρέφεται γύρω από τις πιθανές επιδράσεις των ακτινοβολιών των ΚΤ και των σταθμών βάσης και του δέρματος. Έχουν αναφερθεί πάντως και αλλεργικές επιπτώσεις τοπικού χαρακτήρα που μπορούν να ερμηνευτούν ως δερματίτιδες.

Ορισμένοι ερευνητές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι οι ακτινοβολίες που εκπέμπονται από τα ΚΤ αυξάνουν τη ροή του αίματος στη μικροκυκλοφορία του δέρματος. Φαίνεται ότι ιδιαίτερα ευπαθή είναι τα άτομα που πάσχουν από ατοπική δερματίτιδα/έκζεμα. Στα άτομα αυτά παρατηρείται μια αύξηση των συγκεντρώσεων της ουσίας P και του VIP στο πλάσμα. Μια άλλη μελέτη, επισημαίνει ότι εκτός από την αύξηση της ουσίας P και του VIP αυξάνεται και ο αυξητικός παράγοντας στο πλάσμα. Η ίδια μελέτη συμπεραίνει ότι εξαιτίας αυτών των επιπτώσεων οι ακτινοβολίες των ΚΤ μπορεί να είναι υπεύθυνες για την επιδείνωση των εκδηλώσεων της ατοπικής δερματίτιδας/εκζέματος.

Οι βιολογικές επιδράσεις που έχουν αναφερθεί δεν περιορίζονται μόνο στην μικροκυκλοφορία αλλά αφορούν και τους ινωδοπλάστες του δέρματος όπως επίσης και το μεταβολισμό της μελατονίνης.

Οι Heikkinen et al ερεύνησαν εάν οι ραδιοσυχνότητες χαμηλού επιπέδου (low-level radiofrequency radiation (RFR) μπορούν να επηρεάσουν την ανάπτυξη ενός ήδη υπάρχοντος καρκίνου του δέρματος που προκλήθηκε από υπεριώδη ακτινοβολία. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει καμιά

στατιστικά σημαντική συσχέτιση αν και παρατηρήθηκε μια ελαφρά αύξηση της ταχύτητας της ανάπτυξης του καρκίνου, εύρημα που χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση.^{1,3}

Μέτρα Πρόληψης και Προστασίας σύμφωνα με τον Π.Ο.Υ

Η Παγκόσμιος Οργάνωση Υγείας (ΠΟΥ) τον Ιούλιο του 2005, επανεξέτασε τα προληπτικά μέτρα που συστήνονται σε τομείς που αφορούν σε τομείς της Δημόσιας Υγείας στους οποίους υπάρχουν επιστημονικές αβεβαιότητες.

Με βάση τα νεότερα στοιχεία που προέκυψαν από την επιστημονική έρευνα, οι εμπειρογνώμονες της ΠΟΥ επιβεβαίωσαν ότι οι συστάσεις που έγιναν το 2000 σχετικά με τα κινητά τηλέφωνα και τους σταθμούς βάσης, δεν χρειάζονται οποιαδήποτε ανανέωση ή τροποποίηση.

Οι οδηγίες αυτές παραμένουν έγκυρες, στα προληπτικά μέτρα διαβεβαιώνουν ότι τα επιστημονικά στοιχεία που υπάρχουν δείχνουν ότι δεν χρειάζονται οποιεσδήποτε ειδικές προφυλάξεις κατά τη χρήση των κινητών τηλεφώνων.

1. Αρχικά πρέπει να εφαρμόζονται οι οδηγίες από τους διεθνώς αναγνωρισμένους οργανισμούς για τα ασφαλή επίπεδα των ΗΜΠ που πρέπει να υπάρχουν στην κινητή τηλεφωνία (Διεθνή πρότυπα).

2. Τα παιδιά πρέπει να χρησιμοποιούν κινητά τηλέφωνα μόνο όταν είναι απαραίτητο.

3. Ο χρόνος χρήσης των κινητών τηλεφώνων πρέπει να είναι όσο το δυνατό συντομότερος τόσο από ενήλικες όσο και από παιδιά.

4. Η χρήση ειδικών ακουστικών τύπου hands free μειώνει πολύ τα ΗΜΠ στα οποία υποβάλλεται ο εγκέφαλος μας κατά τη χρήση του κινητού.

5. Επίσης στο αυτοκίνητο είναι προτιμότερο να μη μιλούμε στο κινητό. Ακόμη και εάν υπάρχει hands free, είναι προτιμότερο να αποφεύγουμε να μιλούμε διότι έστω και με τη χρήση αυτής της τεχνολογίας, ο κίνδυνος δυστυχημάτων και απώλειας ανθρώπινων ζωών είναι μεγαλύτερος.

6. Είναι καλό να γνωρίζουμε ότι κατά τη χρήση του κινητού εντός του αυτοκινήτου, η ένταση του ΗΜΠ που δημιουργείται είναι πολύ μεγαλύτερη. Για το λόγο αυτό είναι καλύτερα να τοποθετείται στο αυτοκίνητο εξωτερική αντένα.

Τα πιο πάνω αποτελούν προφυλάξεις. Δεν σημαίνει ότι γίνονται επειδή διαφορετικά θα υπάρχουν αρνητικές συνέπειες στην υγεία. Λόγω του ότι πιστεύεται ότι πιθανόν να υπάρχουν άγνωστα σχετικά με τα ΗΜΠ της ραδιοσυχνότητας, είναι προτιμότερο κάθε φορά που μπορούμε να μειώνουμε την έκθεση μας σε αυτά, να το κάνουμε.

Το ίδιο ισχύει για τη χρήση των κινητών τηλεφώνων σε χώρους όπου υπάρχουν μηχανήματα ευαίσθητα στην ηλεκτρομαγνητικά ακτινοβολία. Δεν έχουν μέχρι σήμερα περιγραφεί σοβαρά συμβάντα λόγω παρεμβολών.

Παρ' όλα αυτά είναι προτιμότερο να μη χρησιμοποιούνται κινητά σε μονάδες εντατικής παρακολούθησης σε νοσοκομεία κοντά σε ευαίσθητα μηχανήματα. Επίσης τα κινητά δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε αεροσκάφη λόγω πιθανών παρεμβολών με ευαίσθητα μηχανήματα κατά την πτήση.^{1,16,19}

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Είναι εξαιρετικά δύσκολο με υπολογιστεί με ακρίβεια η συνολική ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που δεχόμαστε από διάφορες φυσικές και μη φυσικές πηγές, καθημερινά στη ζωή μας. Κατά τα τελευταία 25 χρόνια οι επιστήμονες έχουν καταβάλει τεράστιες προσπάθειες για να αναγνωρίσουν καλύτερα τις επιδράσεις των ΗΜΠ στην ανθρώπινη υγεία.

Η έρευνα που έχει γίνει μέχρι σήμερα έδωσε συγκρουόμενα αποτελέσματα και πολλές μελέτες έχουν κενά από τις ερευνητικές μεθόδους τους. Τα πειράματα σε ζώα αλλά και τα μοντέλα και οι προσομοιώσεις για το ανθρώπινο σώμα συχνά δεν μπορούν να επαναληφθούν σε άλλα εργαστήρια.

Δεν είναι γνωστό πώς προκύπτουν όλες αυτές οι επιδράσεις και για αυτό χρειάζεται περισσότερη έρευνα για να διαγνωσθούν περαιτέρω επιδράσεις στην υγεία του ανθρώπου. Εδώ πρέπει να τονίσουμε ότι είναι πολύ νωρίς για να καταλήξουμε σε ακριβή συμπεράσματα για την επικινδυνότητα της ΗΜ ακτινοβολίας.

Θα πρέπει να είμαστε πολύ προσεκτικοί κατά τη χρήση συσκευών που την εκπέμπουν καθώς είναι γνωστό ότι και άλλες μορφές ακτινοβολίας θεωρήθηκαν ακίνδυνες τον πρώτο καιρό που χρησιμοποιήθηκαν. (ραδιενέργεια)

Εν κατακλείδι δεν είναι το είδος της ακτινοβλούμενης ενέργειας που την καθιστά επικίνδυνη. Είναι ο τρόπος με τον οποίο την χρησιμοποιεί ο άνθρωπος. Πολλές φορές οι σταθμοί βάσης που εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και αρκετές συσκευές αν δεν χρησιμοποιούνται σωστά δεν μας είναι ιδιαίτερα απαραίτητες. Θα πρέπει λοιπόν να επικεντρώσουμε την προσοχή μας στην ασφάλεια του ανθρώπου και όχι τόσο στην τεχνολογική μας εξυπηρέτηση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Τζόλα Μ. Επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας των κινητών τηλεφώνων στον ανθρώπινο οργανισμό. ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ. ΑΤΕΙ ΠΑΤΡΑΣ. 2006
2. Καραμπέτσος Ε. Ηλεκτρομαγνητικά πεδία: Νομοθετικό πλαίσιο, Όρια ασφαλούς έκθεσης του κοινού, Αποτελέσματα ελέγχων. Πρακτικά Ημερίδας: Επιδράσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην υγεία: Μύθοι και πραγματικότητα. ΑΘΗΝΑ. 2005
3. Γεωργίου Ε. Επιδράσεις της κινητής τηλεφωνίας στην υγεία. Πρακτικά Ημερίδας: Επιδράσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην υγεία: Μύθοι και πραγματικότητα. ΑΘΗΝΑ. 2005
4. Λουίζη Α. Επίδραση της μη ιοντίζουσας ηλιακής ακτινοβολίας: Είδη ακτινοβολιών. Πρακτικά Ημερίδας: Επιδράσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην υγεία: Μύθοι και πραγματικότητα. ΑΘΗΝΑ. 2005
5. [http:// www.medlook.net](http://www.medlook.net) 24/11/2004
6. [http:// www.fasmaprogram.gr](http://www.fasmaprogram.gr) 29/11/2007
7. [http:// www.physics4u.gr](http://www.physics4u.gr) 7/11/2007
8. [http:// www.neo.gr](http://www.neo.gr) 12/12/2007
9. [http:// www.homeopathy.gr](http://www.homeopathy.gr) 2/11/2007
10. [http:// www.eeae.gr](http://www.eeae.gr) 2/11/2007
11. [http:// www.indy.gr](http://www.indy.gr) 6/11/2007
12. [http:// www.enet.gr](http://www.enet.gr) 21/11/2007

13. [http:// www.mani.org.gr](http://www.mani.org.gr) 21/11/2007
14. [http:// www.antikeraia.gr](http://www.antikeraia.gr) 29/11/2007
15. [http:// www.iatronet.gr](http://www.iatronet.gr) 2/11/2007
16. [http:// www.ecology-salonika.org](http://www.ecology-salonika.org) 7/11/2007
17. [http:// www.cyprusgreens.org](http://www.cyprusgreens.org) 4/12/2007
18. [http:// www.ecocrete.gr](http://www.ecocrete.gr) 4/12/2007
19. [http:// www.oikologos.gr](http://www.oikologos.gr) 29/11/2007
20. [http:// www.news.pathfinder.gr](http://www.news.pathfinder.gr) 21/11/2007
21. [http:// www.radiofono.gr](http://www.radiofono.gr) 29/11/2007