

Επίδραση ακτινοβολίας κινητής τηλεφωνίας: ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ – ΕΡΕΥΝΑ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

Ερευνητικό Πρόγραμμα Λουκά Χ. Μαργαρίτη, Καθηγητή Κυτταρικής Βιολογίας και Ραδιοβιολογίας Πανεπιστημίου Αθηνών

Συνεργάτες: Δρ. Δ. Παναγόπουλος, Δρ. Ι. Π. Τρουγκάκος, Ε. Χαβδούλα, Ε. Πάσιου, Α. Βελέντζας, Β. Μπάκου, Α. Σουλάνδρου, Α. Σούρδη, Μ. Τριμανδήλη, Γ. Παπαδήμας

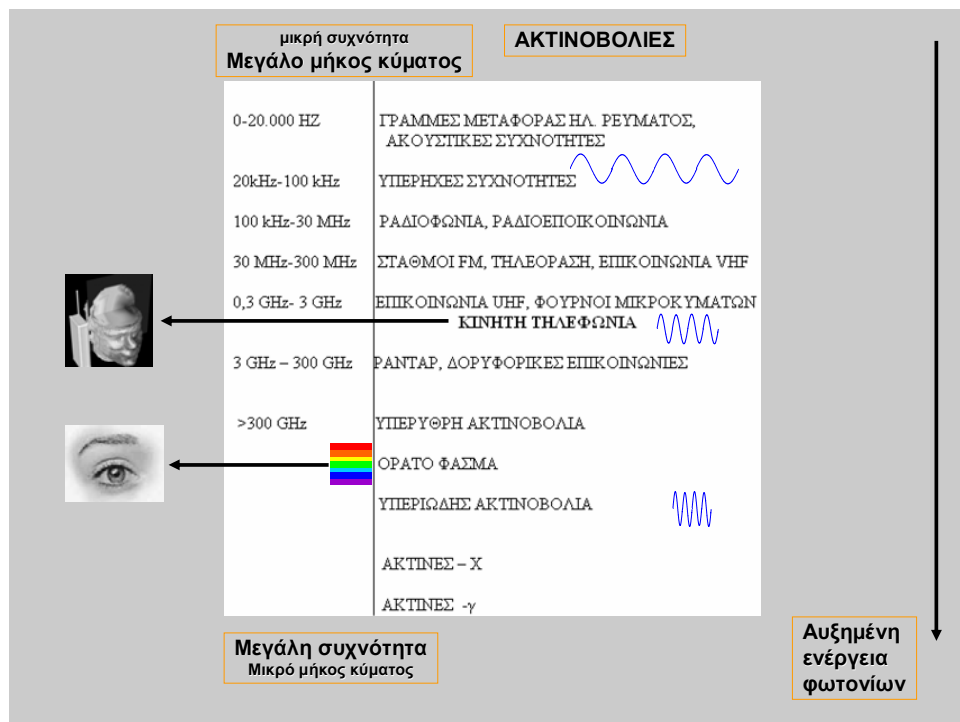
«Εργαστήριο Βιοφυσικής Ακτινοβολιών»
Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Βιολογίας Κυττάρου & Βιοφυσικής,
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ

<http://multimedia.biol.uoa.gr> , <http://kyttariki.biol.uoa.gr>

Εισαγωγή.

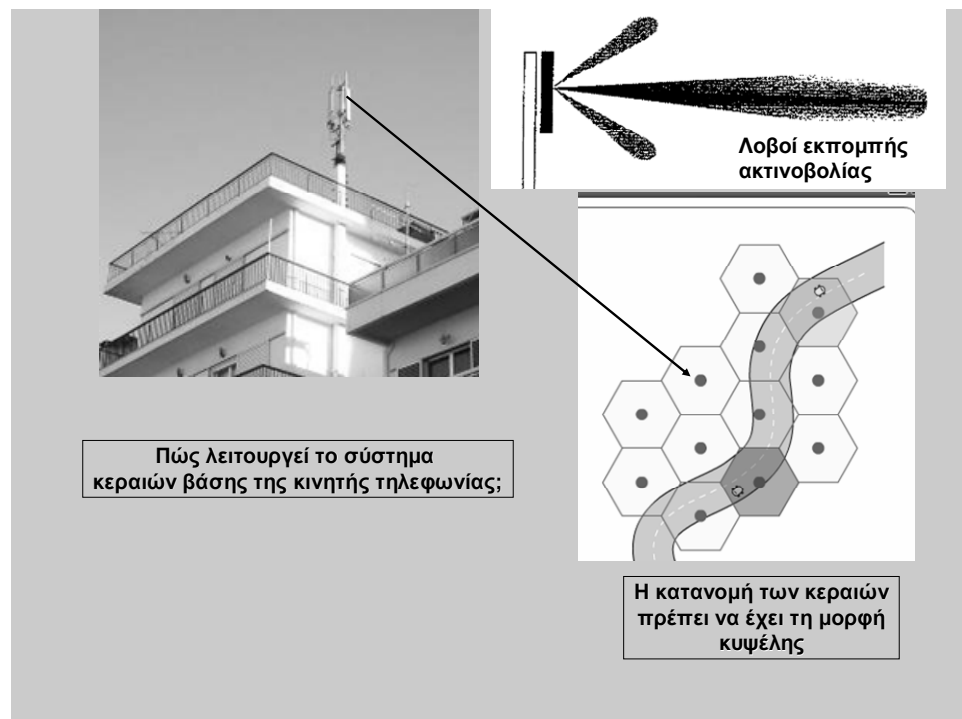
Οι βιολογικές επιδράσεις των τεχνητών ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, (μη ιονίζουσα ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία), είναι ένα θέμα που απασχολεί έντονα την επιστημονική κοινότητα αλλά και το ευρύ κοινό τις τελευταίες δεκαετίες, καθώς συσσωρεύονται ολοένα και περισσότερες ενδείξεις και αποδείξεις για βλαβερές συνέπειες από τη λεγόμενη «**ηλεκτρομαγνητική ρύπανση**». Αρχικά πιστευόταν ότι υπάρχουν μόνον **θερμικές επιδράσεις**, δηλαδή αύξηση της θερμοκρασίας των ιστών του σώματος, αλλά πρόσφατα έχει αποδειχθεί ότι οι **μη θερμικές επιδράσεις** είναι πιο σημαντικές και επάγουν αλλαγές στη λειτουργία των κυττάρων. Στο εγχειρίδιο αυτό, παρουσιάζονται πληροφορίες για τις ιδιότητες των ακτινοβολιών με ιδιαίτερη έμφαση στην **κινητή τηλεφωνία**. Παρουσιάζονται με μετρήσεις η ένταση της ακτινοβολίας από τις κεραιές βάσης και από τα κινητά τηλέφωνα και δίνονται οδηγίες για ασφαλή χρήση των κινητών τηλεφώνων, καθώς και προτάσεις για την τοποθέτηση των κεραιών βάσης για ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στους κατοίκους. Οι πληροφορίες που παρουσιάζονται έχουν προκύψει από τις δραστηριότητες της ερευνητικής μας ομάδας.

Τι είναι και από πού προέρχονται οι ακτινοβολίες; Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των τηλεπικοινωνιών οδήγησε από τα μέσα του προηγούμενου αιώνα στη δημιουργία των **τεχνητών ακτινοβολιών**, που περιλαμβάνουν κυρίως **ραδιοκύματα** με στόχο την ασύρματη επικοινωνία μέχρι την πιο πρόσφατη εξέλιξη της **κινητής τηλεφωνίας**.



Πώς λειτουργεί το σύστημα κινητής τηλεφωνίας;

Αυτό στηρίζεται στην ύπαρξη κεραιών-σταθμών βάσης εγκατεστημένων με μορφή κυψέλης (Εικόνα 1). Οι κεραιές βάσης επικοινωνούν μεταξύ τους δημιουργώντας δίκτυο επικοινωνίας, ενώ παράλληλα μπορούν και διαχειρίζονται τις κλήσεις που λαμβάνουν από τα κινητά τηλέφωνα.



Εικόνα 1. Η κατανομή των κεραιών βάσης κινητής τηλεφωνίας πρέπει να έχει τη μορφή κυψέλης για την καλύτερη κατανομή της ακτινοβολίας ώστε να «πιάνουν σήμα» τα κινητά ακόμα και σε δύσκολα σημεία όπως είναι τα πεζοδρόμια, τα λεωφορεία, μέσα στα διαμερίσματα, υπόγεια, κ.λ.π. Κάθε κεραία εκπέμπει κατευθυνόμενη δέσμη ακτινοβολίας προς άλλο σταθμό-κεραία βάσης (κύριος λοβός εκπομπής), ενώ παράλληλα εκπέμπει και προς τα κάτω πολύ μικρότερη ισχύ (δευτερεύοντες λοβοί εκπομπής)

Κατά συνέπεια, απαιτείται ένα δίκτυο κεραιών χαμηλής έντασης (συνήθως 5 έως 40 βατ), πομπός μαζί με δέκτη υψηλής ευαισθησίας, και ένας φορητός **πομποδέκτης δηλαδή το κινητό τηλέφωνο** από το οποίο γίνεται η επικοινωνία με άλλο κινητό ή σταθερό τηλέφωνο. Σε κάθε περίπτωση το κινητό τηλέφωνο **εκπέμπει ακτινοβολία** σε συγκεκριμένη συχνότητα ραδιοκυμάτων (900 εκατ. κύκλους ανά δευτερόλεπτο – vodaphone, Tim, η 1800 εκατ. κύκλους ανά δευτερόλεπτο - Q-telecom, cosmote). Η ακτινοβολία αυτή που εκπέμπεται από το κινητό τηλέφωνο (Εικόνα 2) θα πρέπει να γίνει αντιληπτή δηλαδή να την «πιάσει» ένας σταθμός βάσης (οποιοσδήποτε βρίσκεται κοντά). Αυτός με τη σειρά του τη μεταδίδει ακαριαία σε άλλο σταθμό βάσης μέχρι να φτάσει στον καλούμενο αριθμό (κινητού ή σταθερού τηλεφώνου). Από εκεί αρχίζει η αντίστροφη πορεία ώστε να απαντηθεί τη κλήση και να αρχίσει η συνομιλία η οποία είναι συνεχής και αμφίδρομη δηλαδή το κινητό του καλούμενου **εκπέμπει αντίστοιχα ακτινοβολία**, η οποία και συλλαμβάνεται από τον κοντινότερο σταθμό βάσης (κατά προτίμηση, αν και αυτό εξαρτάται από τη θέση του κινητού σε σχέση με τους πλησιέστερους σταθμούς βάσης), κ.ο.κ. μέχρι να καταλήξει στο κινητό του χρήστη που έκανε την κλήση. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται με μεγάλη ταχύτητα (αφού τα ραδιοκύματα αυτά «τρέχουν» με την ταχύτητα του φωτός), μέχρι ένας από τους δύο συνομιλούντες να κλείσει το τηλέφωνό του. Κατά τη διαδικασία αυτή όπως είναι φανερό συμβαίνουν τα εξής: **Πρώτον:** Η κεραία βάσης εκπέμπει ακτινοβολία οριζοντίως με κατευθυνόμενη δέσμη προς την πλησιέστερη κεραία βάσης η και σε περισσότερες από μία. **Δεύτερον:** Η κεραία βάσης εκπέμπει μικρότερης ισχύος ακτινοβολία προς το έδαφος ώστε να είναι δυνατή η λήψη του

σήματος από το αντίστοιχο κινητό τηλέφωνο του συνδρομητή που καλείται και ο οποίος μπορεί να βρίσκεται στο δρόμο, σε αυτοκίνητο, σε μπαλκόνι, ακόμα και μέσα σε διαμέρισμα ορόφου ή και υπογείου, σε κατάσταση, σε οικοδομή κ.λπ. **Τρίτον:** Το κινητό τηλέφωνο εκπέμπει ακτινοβολία την ώρα της συνομιλίας προς όλες τις κατευθύνσεις ανάλογα με τον τρόπο σχεδίασής του από την αντίστοιχη εταιρεία (βλ. **Εικόνα 4**), δηλαδή μπορεί να εκπέμπει σφαιρικά από κεραία που προεξέχει, ή, στα κινητά με ενσωματωμένη κεραία, η εκπομπή μπορεί να γίνεται από την πλευρά του ακουστικού δηλαδή προς τον εγκέφαλο του χρήστη, από το πίσω μέρος της συσκευής, από το κάτω μέρος της συσκευής και γενικά από οποιαδήποτε επιφάνεια του κινητού. Ανάλογα μάλιστα με τον τρόπο που ο χρήστης συγκρατεί το κινητό με το χέρι του μπορεί να τροποποιηθεί και η κατεύθυνση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας. **Τέταρτον:** η ένταση της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τα σύγχρονα κινητά τηλέφωνα εξαρτάται από δύο παράγοντες. Από την ευκολία λήψης του σήματος που εκπέμπει η «πλησιέστερη» κεραία βάσης (δηλαδή όταν υπάρχει πολύ κοντά κεραία βάσης τότε το κινητό εκπέμπει μικρή ένταση ακτινοβολίας), αλλά και από την ένταση της φωνής.



Εικόνα 2. Μέτρηση εκπεμπόμενης ακτινοβολίας από κινητό (αριστερά) σε mW/cm^2 σε σύγκριση με την ένταση της ακτινοβολίας του περιβάλλοντος σε χώρο απαλλαγμένο από ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (κέντρο, σε mW/cm^2), (δεξιά σε βολτ ανά μέτρο).

Υπάρχουν πολλά είδη μη ιονίζουσών ακτινοβολιών που «κυκλοφορούν» στους χώρους που ζει και εργάζεται ο άνθρωπος;

Βεβαίως υπάρχουν. Εκτός από την ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων που θα αναλύσουμε διεξοδικά παρακάτω, ο άνθρωπος μπορεί να δέχεται ακτινοβολία από διάφορες πηγές ανάλογα με το χώρο που ζει και εργάζεται, όπως: α) Γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης (συνήθως πάνω από 20.000 βολτ) του ηλεκτρικού ρεύματος της Δ.Ε.Η. από το μαγνητικό και ηλεκτρικό πεδίο των 50 κύκλων ανά δευτερόλεπτο, β) Ασύρματα τηλέφωνα που χρησιμοποιούμε σε σπίτια μας, γ) Ασύρματα δίκτυα επικοινωνίας ηλεκτρονικών υπολογιστών, δ) Ασύρματα (τηλεκατεύθυνση) παιχνιδιών όπως αυτοκινήτων, αεροπλάνων και λοιπών, ε) Φούρνοι μικροκυμάτων οικιακής και επαγγελματικής χρήσης, στ) Ακτινοβολία από τους ραδιοτηλεοπτικούς σταθμούς οι οποίοι συνήθως βρίσκονται σε λόφους (πάρκα κεραιών) γύρω από τα αστικά κέντρα (π.χ. στην Πανεπιστημιούπολη, η ένταση της ακτινοβολίας στον περιβάλλοντα χώρο προς την πλευρά του Υμηττού έχει μετρηθεί να είναι 3 βολτ ανά μέτρο).

Είναι επικίνδυνες οι ακτινοβολίες αυτές, δηλαδή οι μη ιονίζουσες και πώς καθορίζονται τα «όρια ασφαλείας»;

Με βάση τα επιστημονικά δεδομένα πριν από επτά χρόνια (το 1998), ο **Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (Π.Ο.Υ)** έχει προτείνει «**όρια ασφαλείας**» για υιοθέτηση από τις χώρες ανά την υφήλιο και τα οποία για τις συχνότητες της κινητής τηλεφωνίας έχουν μειωθεί κατά 20% στη χώρα μας (Υπουργική απόφαση, 2000) και είναι 0,45 και 0,90 mW/cm^2 αντίστοιχα για τους 900 και 1.800 MHz ή 33 και 45 βολτ ανά μέτρο αφού **κάθε χώρα μπορεί να διαμορφώσει τα δικά της «όρια ασφαλείας»**. Με βάση τα όρια αυτά γίνεται (συνήθως) η τοποθέτηση των κεραιών βάσης. Υπάρχουν χώρες που ακολουθούν τα όρια, όπως έχουν προταθεί από τον Π.Ο.Υ., ενώ άλλες χώρες εφαρμόζουν **πολύ αυστηρότερα όρια**.

Ποια είναι η αλήθεια για τις κεραίες βάσης;

- Η κινητή τηλεφωνία έχει γίνει αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής μας.
- τις περισσότερες φορές είναι αναντικατάστατο «εργαλείο» επαγγελματιών, κοινωνικών και οικογενειακών υποχρεώσεων
- Για να λειτουργήσει σωστά χρειάζεται πυκνή (αλλά όχι αναγκαστικά μεγάλης ισχύος) κάλυψη ακτινοβολίας.
- Το μεγαλύτερο πρόβλημα υπάρχει στα μεγάλα και πυκνοδομημένα αστικά κέντρα. Σε μικρές πόλεις και αραιοκατοικημένες περιοχές δεν υφίσταται πρόβλημα
- Ο κάθε κάτοικος έχει το δικαίωμα να μην επιβαρύνεται ούτε με 1 βολτ/μέτρο ακτινοβολίας στο χώρο που ζει και εργάζεται (εξαιρούνται οι επαγγελματίες εκτιθέμενοι) και όχι με 33 ή 45 βολτ/μέτρο που ορίζουν τα Ελληνικά «όρια ασφαλείας».
- Δεν είναι πολλοί, αριθμητικά, οι κάτοικοι που εκτίθενται σε επίπεδα ακτινοβολίας μεγαλύτερα από τα αυστηρότερα και πραγματικά όρια ασφαλείας που ισχύουν σε αρκετές χώρες. Όμως ο αριθμός δεν πρέπει να έχει καμία σημασία για ένα κράτος που σέβεται τους πολίτες του.

Είναι πράγματι ασφαλής η έκθεση του πληθυσμού σε εντάσεις εντός των «ορίων ασφαλείας»;

Αν η απάντηση ήταν ναι, τότε όλες οι χώρες θα είχαν υιοθετήσει τα «όρια ασφαλείας» και θα είχε σταματήσει κάθε έρευνα. Αν η απάντηση ήταν όχι, τότε όλες οι χώρες θα είχαν θεσπίσει πολύ αυστηρά όρια μέχρι να διαλευκανθεί το όλο ζήτημα επιστημονικά. Η επιστημονική κοινότητα (με επιδημιολογικές μελέτες, μελέτες σε κύτταρα και πειραματόζωα), είναι διχασμένη ως προς την επικινδυνότητα και αυτό γιατί οι μισές έρευνες δείχνουν επικινδυνότητα, ενώ οι άλλες μισές δεν δείχνουν κάτι τέτοιο. Η δική μας ερευνητική ομάδα, συντάσσεται μαζί με τους επιστήμονες εκείνους που υποστηρίζουν ότι τα προταθέντα από το 1998 όρια ασφαλείας **δεν παρέχουν ασφάλεια από τις ακτινοβολίες της κινητής τηλεφωνίας** (και όχι μόνο) στην υγεία του ανθρώπου. Τη θέση μας αυτή στηρίζουμε στα ακόλουθα:

Πρώτον: Η συγκεκριμένη μη ιονίζουσα ακτινοβολία είναι τεχνητή και δεν υπήρχε κατά τη διάρκεια της εξέλιξης των ειδών στον πλανήτη μας. Κατά συνέπεια οι οργανισμοί δεν είχαν την ευκαιρία να αναπτύξουν κάποιο μηχανισμό άμυνας όπως π.χ. έχει συμβεί με την υπεριώδη ακτινοβολία (η οποία προέρχεται από τον ήλιο) όπου η σύνθεση μελανίνης από τα κύτταρα της επιδερμίδας προστατεύει στη συνέχεια από τη διείσδυσή της στα βαθύτερα στρώματα όπου και θα ήταν επικίνδυνη.

Δεύτερον: Τα προταθέντα από τον παγκόσμιο οργανισμό υγείας «όρια ασφαλείας», έχουν καθορισθεί με κριτήρια την αύξηση της θερμοκρασίας των κυττάρων που δέχονται την ακτινοβολία. Αυτή λέγεται και **θερμική επίδραση**. Σταδιακά όμως, οι πρόσφατες έρευνες έχουν δείξει πως οι **μη θερμικές επιπτώσεις**, δηλαδή αυτές που προκαλούνται από ένταση της ακτινοβολίας κάτω από τα «όρια ασφαλείας», είναι πολύ σοβαρές. Αν και, τέτοιες επιπτώσεις στον άνθρωπο είναι πολύ δύσκολο να αποδειχθούν, εντούτοις μελέτες επιδημιολογικές και πειραματικές σε κύτταρα και σε πειραματόζωα συνηγορούν υπέρ της άποψης ότι η ένταση της ακτινοβολίας κινητής τηλεφωνίας κάτω από τα όρια ασφαλείας, προερχόμενες είτε από κεραίες βάσης είτε από τη χρήση των κινητών τηλεφώνων είναι επιβλαβής, με συμπτώματα όπως: πονοκέφαλοι, κόπωση, προσωρινή απώλεια μνήμης, κ.λπ. μέχρι και καλοήγη όγκο του ακουστικού νεύρου (σε χρήστες κινητών τηλεφώνων με παρατεταμένη χρήση). Ειδικά για τις γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης έχει παρατηρηθεί πως σε κοντινή απόσταση προκαλείται παιδική λευχαιμία και πάλι σε ένταση πεδίου κάτω από τα όρια ασφαλείας.

Τρίτον: Πειράματα σε πειραματόζωα (ποντίκια, έντομα κ.λπ.) και σε κυτταροκαλλιέργειες που έχουν πραγματοποιηθεί και από τη δική μας ερευνητική ομάδα (**Εικόνα3**) έχουν δείξει αλλαγές συμπεριφοράς, μορφολογικές αλλοιώσεις του εγκεφάλου, μείωση γονιμότητας, κ.λπ.) μέχρι και θραύση του μορίου του DNA.

Τέταρτον: Ο παγκόσμιος οργανισμός υγείας σε διεθνές συνέδριο που πραγματοποίησε για τις επιπτώσεις των μη ιονιζουσών ακτινοβολιών, στη Μόσχα τον Οκτώβριο του 2004, διαπίστωσε πως **το ζήτημα της επικινδυνότητας χρήζει περαιτέρω έρευνας** και καλό θα ήταν να συνεργαστούν επιστήμονες από διάφορες χώρες στις οποίες

και ισχύουν διαφορετικά όρια ασφαλείας. Το ίδιο επισημαίνει και σε πρόσφατη δημοσίευση ο Dr. Repacholi, επικεφαλής ερευνητικού προγράμματος της Παγ.οσμίας Οργάνωσης Υγείας (βλέπε αναφορά στο τέλος)



Εικόνα 3. Οι πειραματικές διατάξεις που χρησιμοποιούμε για την ακτινοβολήση κυττάρων σε καλλιέργεια (αριστερά) και σε πειραματόζωα (δεξιά)

Αρα, τι τελικά πρέπει να γίνει ώστε ο πληθυσμός να είναι ασφαλής από τη χρήση της κινητής τηλεφωνίας;

A) Τοποθέτηση κεραιών βάσης.

Τη στιγμή που, [έστω και αν είναι αμφιλεγόμενες], υπάρχουν επιπτώσεις στην υγεία, η πρότασή μας είναι ότι «θα πρέπει οι κεραίες βάσης να τοποθετούνται έτσι ώστε **η ένταση της ακτινοβολίας** σε χώρους ανθρώπινης δραστηριότητας (ταράτσες, μπαλκόνια, εσωτερικό οικίας, κ.λπ.) μετά την τοποθέτηση και λειτουργία της κεραίας στη μέγιστη λειτουργική ισχύ της, **να είναι πρακτικά ίδια όπως ήταν και πριν εγκατασταθεί η κεραία**. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί σε **σχολεία και παιδικούς σταθμούς** όπου εκεί πρέπει να ισχύει η μηδενική ισχύς ακτινοβολίας όσο είναι εφικτό, από οποιαδήποτε πηγή. Είναι βέβαια γνωστό ότι μικρό τμήμα του πληθυσμού υπάγεται στην κατηγορία έκθεσης ακτινοβολίας από κεραίες βάσης, αλλά η πολιτεία έχει χρέος να τους προφυλάξει από ενδεχόμενους κινδύνους στην υγεία τους ενσωματώνοντας σχετική διάταξη στο σχέδιο νόμου «περί τηλεπικοινωνιών» που ψηφίστηκε από τη Βουλή των Ελλήνων τον Ιανουάριο του 2006.

Το πώς θα πραγματοποιηθεί αυτό είναι θέμα των εταιρειών κινητής τηλεφωνίας που θα πρέπει να επωμισθούν το οποιοδήποτε οικονομικό κόστος, π.χ. εγκαθιστώντας κεραίες μεγαλύτερες ισχύος σε λόφους (εφόσον στην περιοχή δεν υπάρχει πρόσβαση από το κοινό) και κεραίες οι αναμεταδότες χαμηλής ισχύος μέσα στην πόλη, ακόμα ίσως και στις κολόνες φωτισμού των μεγάλων λεωφόρων όπου δεν υπάρχει πάντα μόνιμη διαμονή ανθρώπων. Δεν υποβαθμίζουμε φυσικά με τις προτάσεις μας αυτές το σημαντικό ρόλο που διαδραματίζουν οι υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας στην κοινωνική και οικονομική ζωή του τόπου αλλά και στις περιπτώσεις όπου έχουν σωθεί ανθρώπινες ζωές. Θεωρούμε όμως ότι πρέπει και μπορεί να υπάρξει μέριμνα για την ασφάλεια της υγείας όσων διαμένουν σχετικά κοντά σε κεραίες βάσης.

Οι επιπτώσεις στην υγεία από τις κεραίες βάσης κινητής τηλεφωνίας εξαρτώνται:

- Από την απόσταση (σε οριζόντιο σχετικά επίπεδο) του χώρου διαβίωσης από την κεραία
- Από τον προσανατολισμό της κεραίας (δηλαδή εάν εκπέμπει προς την κατεύθυνση του χώρου διαβίωσης)
- Από την ένταση της ακτινοβολίας όπως μπορεί να μετρηθεί ως μέση τιμή
- Από την ηλικία του εκτιθέμενου και την κατάσταση της υγείας του
- Από τη διάρκεια έκθεσης (δηλαδή ώρες διαβίωσης ανά ημέρα στον συγκεκριμένο χώρο)

Πρόταση για τις κεραιές βάσης

- Προϋπόθεση: η ένταση ακτινοβολίας που προκύπτει μετά την εγκατάσταση κάθε κεραιάς, να είναι ίδια με εκείνη που ήταν πριν την εγκατάσταση, στους γύρω χώρους (μπαλκόνια, ταράτσες, εσωτερικό οικιών) όπου υπάρχει ή προβλέπεται να υπάρξει στο άμεσο μέλλον ανθρώπινη δραστηριότητα.
- Οι εταιρίες θα πρέπει να αναλάβουν το όποιο οικονομικό κόστος για την εξεύρεση λύσεων, π.χ. με αναμεταδότες χαμηλής ισχύος, κ.λ.π.
- Να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στους χώρους εκπαιδευτικής δραστηριότητας (σχολεία, παιδικοί σταθμοί κ.λ.π.)
- Να υπάρχει διαθέσιμος στον καθένα, κατάλογος με τη θέση και την ισχύ κάθε κεραιάς
- Να θεσμοθετηθεί ανεξάρτητη αρχή ελέγχου – μετρήσεων που σε ανύποπτο χρόνο θα εκτελούν μετρήσεις στις γειτονικές των κεραιών περιοχές
- Στο νέο σχέδιο νόμου θα έπρεπε να είχε γίνει μέριμνα για τα παραπάνω. Κάτι τέτοιο δεν έγινε. Απλά ορίστηκε «απόσταση ασφαλείας» εγκατάστασης κεραιών (300 μέτρα) από σχολεία, βρεφονηπιακούς σταθμούς, νοσοκομεία, γηροκομεία και ψηφίστηκε μείωση της «επιτρεπόμενης πυκνότητας ισχύος κατά 10% από ότι ίσχυε μέχρι σήμερα. Τονίζεται όμως πως σε αρκετές χώρες ισχύουν πολύ πιο αυστηρά «όρια ασφαλείας».

Β) Χρήση κινητών τηλεφώνων.

Πολλοί υποστηρίζουν ότι οι χρήστες κινητών τηλεφώνων κινδυνεύουν περισσότερο από τους κατοίκους που ζουν κοντά σε κεραιές βάσης. Θα συμφωνούσαμε εάν δεν υπήρχαν οι εξής δύο σημαντικές διαφορές. Πρώτον, ο κάτοικος που είναι σε απόσταση αναπνοής από κεραιά βάσης δέχεται την ακτινοβολία μέχρι και είκοσι τέσσερις ώρες το 24ωρο χωρίς δική του επιλογή. Δεύτερον, ο χρήστης κινητού τηλεφώνου επιλέγει πόσο χρόνο θα το χρησιμοποιήσει και επιπλέον υπάρχει τρόπος ελαχιστοποίησης, μέχρι και εκμηδενισμού της επικινδυνότητας όπως περιγράφεται πιο κάτω.

Οι επιπτώσεις στην υγεία από τη χρήση κινητών τηλεφώνων εξαρτώνται:

- Από το είδος του κινητού τηλεφώνου (τιμή SAR)
- Από τη διάρκεια και συχνότητα της συνομιλίας κάθε ημέρα
- Από τη συνολική διάρκεια (σε χρόνια) της χρήσης κινητού τηλεφώνου
- Από την ισχύ της εκπομπής που σχετίζεται με την ποιότητα του σήματος (απόσταση κινητού – σταθμού βάσης)
- Από τον τρόπο χρήσης του κινητού (απ' ευθείας στο αυτί, hands-free, blue tooth) και στις δύο τελευταίες περιπτώσεις
 - Από τη θέση του κινητού κατά τη διάρκεια της συνομιλίας

Η τιμή SAR (specific absorption rate – ειδικός ρυθμός απορρόφησης που μετράται σε βατ/κιλό) δείχνει πόση μέγιστη ένταση ακτινοβολίας εκπέμπει κάθε κινητό και διαφέρει από μοντέλο σε μοντέλο. Άρα μπορεί κανείς να επιλέξει αγοράζοντας ένα κινητό, αυτό να έχει χαμηλή τιμή SAR, όμως το κινητό αφού εκπέμπει μικτή ακτινοβολία είναι μεν πιο ασφαλές από εκείνο που εκπέμπει μεγαλύτερη, αλλά θα επικοινωνεί με δυσκολία σε απομακρυσμένα σημεία.

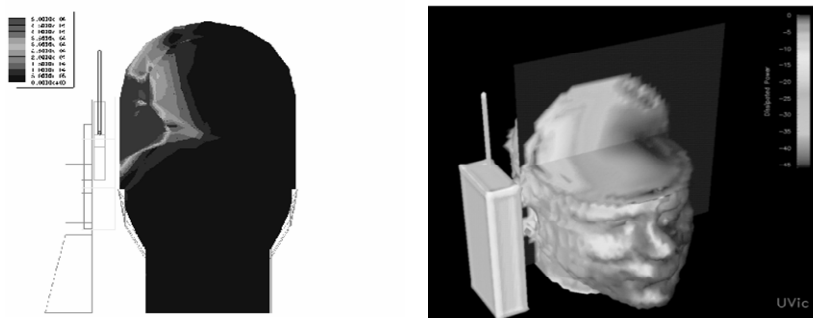
Τιμές SAR διαφορετικών μοντέλων της ίδιας κατασκευάστριας Εταιρίας

● 0.30	0.60
● 0.30	0.71
● 0.35	0.81
● 0.41	0.87
● 0.43	0.96
● 0.43	1.00
● 0.49	1.07
● 0.57	1.33

ΜΕΓΙΣΤΟ «ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟ ΟΡΙΟ» = 2.0

Από πού απορροφάται η ακτινοβολία που εκπέμπει ένα κινητό;

Εάν το κινητό τοποθετηθεί στο αυτί κατά τη διάρκεια της συνομιλίας τότε μέρος της ακτινοβολίας εισέρχεται στον εγκέφαλο μέχρι να απορροφηθεί τελείως από τα κύτταρα του εγκεφάλου, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Αν το κινητό το έχουμε σε κάποιο σημείο του σώματος, π.χ. τσέπη ή το κρατάμε στα χέρια, τότε επίσης η ακτινοβολία θα απορροφηθεί από τα κύτταρα αρχίζοντας από την επιδερμίδα και προχωρώντας προς τα μέσα. Οι επιπτώσεις και στις δύο περιπτώσεις εξαρτώνται ανάλογα με το ποιους ιστούς θα προσβάλει η ακτινοβολία, π.χ. καρδιά, γεννητικά όργανα κ.λ.π. Οι μελέτες που έχουν γίνει σε κύτταρα και σε πειραματόζωα έχουν δείξει ότι οι επιπτώσεις μπορεί να είναι σοβαρές. Στον άνθρωπο δεν μπορούν να γίνουν πειραματικές μελέτες παρά μόνο σε εγκεφαλογραφήματα και στη ροή του αίματος, που έχουν δείξει αλλοιώσεις. Έχουν επίσης αναφερθεί **πονοκέφαλοι, κόπωση, έλλειψη συγκέντρωσης, αϋπνίες** ως άμεσες επιπτώσεις, ενώ μακροπρόθεσμα έχουν αναφερθεί περιπτώσεις καλοήθους όγκου του ακουστικού νεύρου και πολλές άλλες παθήσεις. Αυτό φυσικά δεν σημαίνει πως όλοι όσοι χρησιμοποιούν κινητό θα εμφανίσουν κάποιο από τα συμπτώματα αυτά. **Το φαινόμενο των επιπτώσεων είναι καθαρά στατιστικό**, όπως άλλωστε συμβαίνει με όλες σχεδόν τις επιπτώσεις από εξωτερικούς-περιβαλλοντικούς παράγοντες στην υγεία του ανθρώπου. Το ζητούμενο είναι να **ελαχιστοποιήσουμε τις επιπτώσεις αυτές, όχι καταργώντας τη χρήση του κινητού** αλλά χρησιμοποιώντας το όπως περιγράφεται παρακάτω. Με τους τρόπους αυτούς που περιγράφονται θα έχουμε σχεδόν απόλυτη ασφάλεια.



- Γραφική αναπαράσταση με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή της δόσης που απορροφάται από τις διάφορες περιοχές της κεφαλής του χρήστη, κατά τη διάρκεια επικοινωνίας με κινητό τηλέφωνο. Το κόκκινο χρώμα δείχνει μέγιστο απορροφούμενης ενέργειας, το πράσινο αντιπροσωπεύει μικρότερη δόση και το μπλε περίπου μηδενική δόση..



Τρόποι προστασίας από την ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων.

Με βάση την έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί από τη δική μας ερευνητική ομάδα αλλά και πολλές άλλες διεθνώς, προτείνουμε τα παρακάτω για την ελαχιστοποίηση των όποιων επιπτώσεων στην υγεία από τη χρήση των κινητών τηλεφώνων.

Α) χρησιμοποιούμε το κινητό τηλέφωνο με τον «κλασικό τρόπο» δηλαδή το κινητό στο αυτί μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις και **για λίγα δευτερόλεπτα**. Η διάρκεια σχετίζεται με την ένταση που εκπέμπει το κινητό. Άλλωστε υπάρχει πολύ μεγάλη ετερογένεια μεταξύ διαφορετικών κινητών τηλεφώνων ακόμα και της ίδιας εταιρείας (**Εικόνα 4**).



Εικόνα 4. Διαφορετικές εντάσεις ακτινοβολίας όπως μετρώνται σε διαφορετικές όψεις του ίδιου κινητού τηλεφώνου (91,6-πίσω πλευρά, έναντι 24,6 βολτ/μέτρο-εμπρός πλευρά δηλ. προς τον εγκέφαλο του χρήστη). Θυμίζουμε ότι το αμφισβητούμενο «όριο ασφαλείας» είναι 33 βόλτ/μέτρο.

Β) Προτείνεται σε κάθε επικοινωνία με κινητό τηλέφωνο να χρησιμοποιούνται, το ενσύρματο **hands free**, ή το ασύρματο **blue tooth**



Όπως εκτιμάται από τις έρευνές μας, οι επιπτώσεις από την ακτινοβολία του **hands free** και του **blue tooth** είναι μειωμένες [έως μηδενικές]. Άλλωστε, οι μετρήσεις έντασης το υποστηρίζουν αυτό (**Εικόνα 5**). Όμως το κινητό δεν παύει να λειτουργεί ως πομπός και άρα

έχει μεγάλη σημασία η θέση στην οποία τοποθετούμε το κινητό κατά τη διάρκεια της συνομιλίας αυτής. Συνήθως οι χρήστες κινητών τηλεφώνων τοποθετούν το κινητό τους κατά τη διάρκεια της συνομιλίας σε κάποια τσέπη και μάλιστα με τέτοιο προσανατολισμό ώστε η πίσω πλευρά του κινητού ευρίσκεται αντίκρυ στο σώμα – και είναι συνήθως η πλευρά, από την οποία τα περισσότερα κινητά εκπέμπουν τη μέγιστη ένταση ακτινοβολίας (βλέπε εικόνα 3). Στις περιπτώσεις αυτές θα πρέπει να έχουμε το κινητό μακριά από το σώμα, τουλάχιστον σαράντα εκατοστά, κάτι το οποίο δεν είναι πάντα εφικτό. Για το σκοπό αυτό έχει σχεδιαστεί ειδική θήκη προστασίας που έχουμε υποβάλει για έγκριση πατέντας.



Εικόνα 5. Η ένταση της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από το hands free (αριστερή εικόνα) κατά τη διάρκεια της συνομιλίας είναι πολύ μικρή (0,04 βολτ/μέτρο), ενώ από το blue tooth (δεξιά εικόνα) η εκπεμπόμενη ακτινοβολία είναι σχεδόν μηδενική.

Χρήση του κινητού τηλεφώνου από τα παιδιά.

Όσα αναφέρθηκαν πιο πάνω ισχύουν πολύ περισσότερο για τα παιδιά κάθε ηλικίας αφού ο εγκέφαλός τους αλλά και τα υπόλοιπα μέρη του σώματός τους ευρίσκονται σε συνεχή ανάπτυξη. Δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούν το κινητό στο αυτί παρά μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις. Το γεγονός επίσης ότι τα κινητά 3^{ης} γενιάς προσφέρουν πολλαπλές υπηρεσίες πολύ πέρα από την απλή συνομιλία, καθιστά τη χρήση κινητών ιδιαίτερα ελκυστική από τα παιδιά αλλά και τους ενηλίκους. Όμως σε παρατεταμένες συνομιλίες όπως και κατά την αποστολή μηνυμάτων και αρχείων πολυμέσων (εικόνων, βίντεο) που γίνεται με εκπομπή ακτινοβολίας, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται hands free ή blue tooth με τον τρόπο που περιγράφηκε πιο πάνω δηλ. με το κινητό μακριά από το σώμα. Τα παιδιά θα πρέπει να ενημερωθούν κατάλληλα, πως το κινητό είναι πομπός και συνεπώς εκπέμπει ακτινοβολία αρκετά μεγάλης ισχύος, που μπορεί να φτάσει στο μέγιστο (περίπου 2 βατ) όταν το κινητό έχει χαμηλό σήμα, δηλαδή βρίσκεται σε δυσμενές σημείο, μακριά από κεραία βάσης. Δεν είναι προβλέψιμο τι θα συμβεί σε μεγάλο βάθος χρόνου αν το παιδί χρησιμοποιεί το κινητό πολλές ώρες την ημέρα για να στέλνει μηνύματα και εικόνες ή βίντεο, κρατώντας το στο χέρι ή ακουμπώντας το στο σώμα του. Φυσικά **πρέπει να αποφεύγεται τελείως η χρήση του κινητού στο αυτί παρά μόνο για επείγουσες περιπτώσεις και για μικρή διάρκεια (μισό έως ένα λεπτό την ημέρα).**

Χρήση του κινητού τηλεφώνου στο αυτοκίνητο.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει να αποφεύγεται η χρήση του κινητού μέσα στο αυτοκίνητο με τον κλασικό τρόπο. Εκτός του γεγονότος ότι η ακτινοβολία ανακλάται από τα μεταλλικά μέρη και συνεπώς τμήμα της κυκλοφορεί εντός του αυτοκινήτου ακτινοβολώντας τον χρήστη και τους συνεπιβάτες με ένταση που μπορεί να είναι υπολογίσιμη, αποσπάται η προσοχή του οδηγού-χρήστη. Μπορεί όμως το κινητό να χρησιμοποιείται άφοβα (π.χ. για επαγγελματικούς ή άλλους λόγους), με hands free, ή blue tooth, αλλά τοποθετώντας το κινητό μακριά από το

σώμα και κοντά σε παράθυρο ώστε να εξέρχεται η ακτινοβολία. Άλλωστε η συνομιλία μέσω hands free ή blue tooth δεν διαφέρει πολύ από τη συνομιλία του οδηγού με τους συνεπιβάτες. Ειδικά για όσους κάνουν μεγάλα ταξίδια και χρειάζεται να χρησιμοποιούν το κινητό για μεγάλη διάρκεια τότε μια καλή λύση είναι η χρησιμοποίηση της «θήκης προστασίας» που αναφέραμε, στερεώνοντάς την είτε στο παρμπρίζ είτε στο παράθυρο, έχοντας την πλευρά εξόδου της ακτινοβολίας προς το τζάμι. Ασφαλής επίσης λύση είναι η τοποθέτηση εξωτερικής κεραίας στο αυτοκίνητο, εφ' όσον το κινητό έχει τέτοια δυνατότητα. Σχετικά με τους συνεπιβάτες ενός οχήματος (Ι.Χ. λεωφορείου, τραίνου), βέλτιστη λύση αποτελεί η χρήση **blue tooth σε συνδυασμό με τη θήκη ασφαλείας** με τον τρόπο που αναφέρθηκε.

ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΩΝ

Κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά αυτοκόλλητα τα οποία διαφημίζονται ότι παρέχουν προστασία του χρήστη από την ακτινοβολία. Οι μετρήσεις μας δεν έχουν δείξει κάτι τέτοιο. Άλλωστε, πρακτικά αλλά και θεωρητικά η μόνη προστασία θα ήταν όπως περιγράφηκε πιο πάνω με χρήση hands free ή blue tooth, με την προϋπόθεση ότι το κινητό ευρίσκεται μακριά από το σώμα μας ή μέσα σε ειδική θήκη (τσαντάκι) του οποίου η μία πλευρά θα εμποδίζει την ακτινοβολία να περάσει προς το σώμα μας. Το τσαντάκι αυτό μπορεί να φορεθεί στη ζώνη ή να κρεμαστεί από τον ώμο. Το ίδιο τσαντάκι μπορεί άνετα να στερεωθεί με τη βοήθεια μίας βεντούζας στο παρ-μπρίζ ή στο παράθυρο του αυτοκινήτου σε περίπτωση που είναι απαραίτητη η χρήση του κινητού μέσα στο αυτοκίνητο στο βαθμό που δεν αποσπάται η προσοχή μας κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Ας σημειωθεί ότι λόγω κλωβού Faraday εάν το κινητό δεν είναι κοντά σε παράθυρο με τον τρόπο που περιγράφηκε, τότε η ακτινοβολία επιστρέφει και ακτινοβολεί τους συνεπιβάτες (εφ' όσον υπάρχουν φυσικά).

ΤΕΛΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΩΝ

Θα πρέπει όλοι μας και ειδικότερα τα παιδιά και οι έφηβοι, να συνηθίσουμε να χρησιμοποιούμε το κινητό τηλέφωνο με τους τρόπους που αναφέραμε δηλαδή με hands free ή blue tooth, έστω και αν έχουμε συνηθίσει διαφορετικά. Παράλληλα δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι κατά τη διάρκεια της συνομιλίας (ή της αποστολής sms, mms, της χρήσης διαδικτύου μέσω του κινητού και σε όποιες άλλες περιπτώσεις το κινητό αποστέλλει δεδομένα) το κινητό εκπέμπει ακτινοβολία και συνεπώς πρέπει να ευρίσκεται μακριά, σε απόσταση τουλάχιστον 40 εκατοστά από οποιοδήποτε σημείο του σώματος. Φυσικά όσα αναφέρθηκαν πρέπει να τηρούνται με μέτρο, δεν χρειάζονται υπερβολές και πανικός («μέτρον άριστον»). Με βάση τις μετρήσεις και τα πειράματά μας, εκτιμούμε πως μια σύντομη κλήση ή απάντηση σε κλήση, όταν δεν είναι διαθέσιμα hands free ή blue tooth μπορούν να πραγματοποιούνται 2-3 φορές την ημέρα χωρίς πρόβλημα.

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

A mechanism for action of oscillating electric fields on cells.

Panagopoulos DJ, Messini N, Karabarbounis A, Philippetis AL, Margaritis LH
Biochem Biophys Res Commun. . 272(3), 634, 2000

Mechanism for action of electromagnetic fields on cells.

Panagopoulos DJ, Karabarbounis A, Margaritis LH
Biochem Biophys Res Commun., 298(1):95-102, 2002.

Effect of GSM 900-MHZ mobile phone radiation on the reproductive capacity of *Drosophila melanogaster*.

Panagopoulos, D.J., Karabarbounis A., Margaritis L.H.
Electromagnetic Biology & Medicine, vol23, nr.1, 29-43, 2004

Περισσότερες πληροφορίες για τα παραπάνω στις ιστοσελίδες μας

<http://multimedia.biol.uoa.gr>, <http://kyttariki.biol.uoa.gr>

Kheifets L, Repacholi M, Saunders R, van Deventer E

The sensitivity of children to electromagnetic fields.

Pediatrics. 2005 Aug;116(2):e303-13

Pickl S.

Long-term study shows increased risk. Cancer from cellular phone lines?

MMW Fortschr Med. 2005 Nov 24;147(47):14