

ΑΡΘΡΟ ΣΥΝΤΑΞΗΣ EDITORIAL

Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία κινητής τηλεφωνίας

Τελευταία, έχει αυξηθεί η ανησυχία σχετικά με τις βλάβες που μπορεί να προκαλέσει η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία κινητής τηλεφωνίας στην ανθρώπινη υγεία και στους ζώντες οργανισμούς γενικά. Όπως είναι γνωστό, το κινητό τηλέφωνο επικοινωνεί με την κεραία της περιοχής μέσω ραδιοκυμάτων. Αυτή η μορφή ακτινοβολίας που εκπέμπει η κεραία είναι ιδιαίτερα αυξημένη στη γύρω περιοχή. Αντίθετα με το κινητό τηλέφωνο, την ακτινοβολία τη δέχεται ιδιαίτερα ο χρήστης και πολύ λιγότερο το περιβάλλον του.

Η ακτινοβολία που απορροφάται μπορεί να έχει συνέπειες στην υγεία των ανθρώπων και των ζώντων οργανισμών, όπως: (α) Το σύνδρομο των μικροκυμάτων,¹⁻⁴ δηλαδή διαταραχή μνήμης, συγκέντρωσης, εξάντληση, πονοκεφάλους κ.λπ. (β) Την αύξηση του παράγοντα κινδύνου για ανάπτυξη κακοήθους όγκου (γλοίωμα)⁵ στον εγκέφαλο και νευρινώματος⁵⁻⁸ στο ακουστικό νεύρο, μετά από 10 ή περισσότερα χρόνια χρήσης κινητού, ιδιαίτερα στην πλευρά του εγκεφάλου που έγινε η χρήση, όπως αναφέρει ο Hardell σε δημοσίευση του 2007. (γ) Βλάβη στον αιματοεγκεφαλικό φραγμό και στα νευρικά κύτταρα.^{9,10} (δ) Βλάβες στο DNA.¹¹⁻¹⁵ (ε) Στείρωση.¹⁶⁻¹⁹ (στ) Επίδραση της ροής του αίματος στον εγκέφαλο.²⁰ (ζ) Μείωση της αναπαραγωγής σε έντομα²¹ και σε πουλιά.²² (η) Μείωση του ρυθμού ανάπτυξης στα πουλικά και στα ποντίκια και αύξηση της εμβρυϊκής θνησιμότητας των πτηνών,²² επίδραση στο παράσιτο *Entamoeba*²³ κ.λπ.

Τα σημερινά όρια έκθεσης δυστυχώς δεν καλύπτουν τη δημόσια υγεία από αυτές τις βλάβες. Διαμορφώθηκαν το 1997 από τη Διεθνή Επιτροπή Μη-Ιονίζουσας Ακτινοβολίας (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, ICNIRP).²⁴ Βασίζονται μόνο σε βραχυπρόθεσμες εκθέσεις και στην ένταση πυκνότητας της ακτινοβολίας και δεν λαμβάνουν υπόψη άλλους παράγοντες, όπως τη διάρκεια έκθεσης, τη συχνότητα, τη διαμόρφωση του

κύματος (modulation), την πόλωση (polarization) και τη διαλείπουσα έκθεση.²⁵ Γ' αυτόν τον λόγο, οι συνεχείς μετρήσεις που αναφέρουν ότι οι κεραίες εκπέμπουν εντός των λεγομένων «ορίων ασφαλείας» δεν προστατεύουν το κοινό από τη χρονία έκθεση στην ακτινοβολία, με αποτέλεσμα να εκτίθεται το κοινό σε κινδύνους χωρίς να το γνωρίζει.

Αν και τα όρια αυτά υιοθετήθηκαν από την Ευρωπαϊκή Ένωση και τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ), προβληματισμός δημιουργείται στην επιστημονική κοινότητα από τα εξής:²⁶

1. Πάνω από τα μισά μέλη και συμβούλους της ICNIRP που διαμόρφωσε τα όρια είναι και μέλη σε άλλους σημαντικούς οργανισμούς, όπως ΠΟΥ, Ευρωπαϊκή Ένωση, American National Standards Institute (ANSI) –η αποστολή του είναι η αύξηση της παγκόσμιας ανταγωνιστικότητας των αμερικανικών επιχειρήσεων–, European Committee for Electrochemical Standardization (CENELEC) –η αποστολή του είναι να προάγει την αγορά ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών αγαθών ώστε να μην υπάρχουν εμπόδια κ.λπ. Αν και αυτοί οι οργανισμοί θα έπρεπε να είναι ανεξάρτητοι, στην Ευρωπαϊκή επιτροπή²⁷ τρία μέλη είναι και στην ICNIRP κι ένα από τα μέλη δηλώνει ότι έχει και συμφέροντα (declared interest).

2. Οι Ευρωπαϊκές επιδημιολογικές μελέτες INTERPHONE σχετικά με το εάν τα κινητά προκαλούν βλάβες, παρουσιάζουν τα εξής χαρακτηριστικά:

A) Κριτήριο συμμετοχής στο δείγμα είναι η χρήση κινητού τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα για έξι μήνες (δηλαδή σαν να θέλαμε να δούμε εάν το κάπνισμα κάνει κακό, μελετώντας αυτούς που καπνίζουν 1 τσιγάρο μία φορά την εβδομάδα για 6 μήνες).

B) Μεγάλη συμμετοχή των μελετητών από την ICNIRP.

Γ) Χρηματοδότηση αυτών των μελετών και από τη βιομηχανία τηλεπικοινωνιών.

3. Η Δανέζικη μελέτη²⁸ 2006 ως προς τις επιπτώσεις των κινητών παρουσιάζει τα εξής:

A) Κριτήριο συμμετοχής στη μελέτη ήταν εάν κάποιος “ever” χρησιμοποίησε κινητό τηλέφωνο κατά τη διάρκεια των

ετών 1982–1995. Η ομάδα των συνδρομητών 200507 χρήστες, που είχαν το κινητό μέσω της εταιρείας που εργάζονταν (corporate customers), είναι αυτοί που πιθανόν χρησιμοποιούσαν το κινητό για αρκετό χρόνο κάθε ημέρα. Δυστυχώς, αυτοί είχαν αποκλειστεί από τη μελέτη.

B) Οι Hardell et al έστειλαν επιστολή στο περιοδικό που δημοσίευσε τη μελέτη για τα προβλήματα που είχε, αλλά δυστυχώς δεν δημοσιεύτηκε. Ένας από τους συγγραφείς της μελέτης ήταν και μέλος του Editorial Board του περιοδικού.

4. Η δημοσίευση της μελέτης του καθηγητή Hardell²⁹ το 2007 με θέμα «Κρυφές διασυνδέσεις με τη βιομηχανία και συγκρουόμενα συμφέροντα στην έρευνα του καρκίνου», το οποίο αναφέρει τις σχέσεις που υφίστανται μεταξύ εταιρειών κινητής τηλεφωνίας και χρηματοδότησης της έρευνας. Μάλιστα, ο Huss³⁰ αναφέρει τα εξής: Για την αξιολόγηση κάποιας έρευνας με θέμα την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η πηγή χρηματοδότησης. Μελέτες που χρηματοδοτούνται από εταιρείες έχουν μικρότερη πιθανότητα να αναφέρουν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα.

Ακόμη, ορισμένες χώρες και περιοχές, για να προστατέψουν τη δημόσια υγεία, προχώρησαν και μείωσαν τα λεγόμενα «όρια ασφαλείας» π.χ. Ιταλία μειωμένο όριο 10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, Παρίσι μειωμένο όριο 10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, Αυστρία-Salzburg μειωμένο όριο 0,1 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, κ.λπ.). Τελευταία, 16 Φεβρουαρίου 2007, και το Βέλγιο μείωσε τα όρια έκθεσης στην τιμή των 1–2 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ (2V/M) και υπάρχει πρόταση για την περιοχή Wallonia να μειωθεί περισσότερο το όριο στην τιμή των 0,1 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Στην Ελλάδα όμως (με νόμο του 2006), τα όρια έκθεσης του κοινού είναι 630 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ για συχνότητα 1800 MHz και 540 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ εντός 300 μέτρων από κτηριακές εγκαταστάσεις, όπως σχολεία, βρεφονηπιακοί σταθμοί, γηροκομεία και νοσοκομεία. Στην Αγγλία, η Βρετανική Επιτροπή Ακτινοπροστασίας³¹ προειδοποίησε για τη μη χρήση των κινητών από τα παιδιά εκτός ιδιαίτερων περιπτώσεων και ο Ιατρικός Σύλλογος της Αυστρίας³² έδωσε τις εξής οδηγίες: Παιδιά κάτω των 16 ετών να μη χρησιμοποιούν κινητά. Να χρησιμοποιούνται κινητά σε επείγουσες περιπτώσεις και για σύντομο χρονικό διάστημα. Τον Αύγουστο 2007 δημοσιεύτηκε η BioInitiative Report⁸ (μια έκθεση από τη Σουηδία, Αυστρία, Αμερική, Αγγλία κ.λπ.), η οποία πρότεινε τα όρια έκθεσης να μειωθούν στην τιμή 0,1 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, δηλαδή για την Ελλάδα 6300 φορές κάτω από τα σημερινά «όρια ασφαλείας». Είναι αναγκαίο λοιπόν να επανεκτιμηθούν και να μειωθούν τα όρια αυτά.

Επομένως, η τοποθέτηση των κεραιών πρέπει να επανεκτιμηθεί, με σωστό σχεδιασμό ώστε να ελαχιστοποιηθεί η

έκθεση των ανθρώπων στην ακτινοβολία. Πρέπει να γίνεται χρήση των σταθερών τηλεφωνικών γραμμών όπου είναι εφικτό και η χρήση του bluetooth ή του hands free για τα κινητά, έχοντας όμως τη συσκευή μακριά από το σώμα και εντός ειδικής «θήκης προστασίας», όπως έχει προταθεί (ΛΧΜ – δίπλωμα ευρεσιτεχνίας 2005). Ιδιαίτερα τα παιδιά πρέπει να αποφεύγουν τη χρήση των κινητών τηλεφώνων έχοντας τη συσκευή στο αυτί, δηλαδή πολύ κοντά στον εγκέφαλό τους. Η πολιτεία οφείλει να παρέμβει και να αναγνωρίσει τις ελλείψεις των σημερινών ορίων έκθεσης του 1997, ώστε να προστατέψει τη δημόσια υγεία.

Λ.Χ. Μαργαρίτης,¹ Σ.Α. Ζηνέλης²

¹Τομέας Βιολογίας Κυττάρου και Βιοφυσικής, Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
²Ελληνική Αντικαρκινική Εταιρεία Κεφαλονιάς και Ιθάκης

1. OBERFELD G, NAVARRO E, PORTOLES M, MAESTU C, GOMEZ-PERRETTA C. The microwave syndrome—further aspects of a Spanish study. *Biological Effects of EMFs, 3rd International Workshop Proceedings*, Kos, Greece, 2004, II: 728–735
2. ABDEL-RASSOUL G, EL-FATEH OA, SALEM MA, MICHAEL A, FARAHAT F, EL-BATANOUNY M ET AL. Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base station. *Neurotoxicology* 2007, 28:434–440
3. NAVARRO ÁE, SEGURA J, PORTOLES M, GOMEZ-PERRETTA DE MATEO C. The Microwave Syndrome: A preliminary study in Spain. *Electromagnetic Biol Med* 2003, 22:161–169
4. SANTINI R, SANTINI P, DANZE JM, LE RUZ P, SEIGNE M. Investigation on the health of people living near mobile telephone relay stations: I/Incidence according to distance and sex. *Pathol Biol* 2002, 50: 369–373
5. HARDELL L, CARLBERG M, SÖDERQVIST F, MILD KH, MORGAN LL. Long-term use of cellular phones and brain tumours: increased risk associated with use for > or =10 years. *Occup Environ Med* 2007, 64:626–632
6. HARDELL L, CARLBERG M, HANSSON MILD K. Pooled analysis of two case-control studies on the use of cellular and cordless telephones and the risk of benign brain tumours diagnosed during 1997–2003. *Int J Oncol* 2006, 28:509–518
7. LÖNN S, AHLBOM A, HALL P, FEYCHTING M. Mobile phone use and the risk of acoustic neuroma. *Epidemiology* 2004, 15:653–659
8. SAGE C, XU Z, CHEN G, LAI H, BLANK M, JOHANSSON O ET AL. Bioinitiative Report; A rationale for a biologically-based Public Exposure Standards for Electromagnetic Fields (ELF and RF), 31 August 2007
9. SALFORD LG, BRUN AE, EBERHARDT JL, MALMGREN L, PERSSON BR. Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. *Environ Health Perspect* 2003, 111:881–883
10. International Commission For Electromagnetic Safety (ICEMS), Italy Feb 2006
11. ADLKOEFER F, TAUBER R, RUDIGER H, WOBUS A, TRILLO A, LESXCYNISKI D ET AL. Final Report: Risk Evaluation of Potential Environmental Hazards From Low Frequency Electromagnetic Field Exposure Using Sensitive *in vitro* Methods. A project funded by the European

- Union. Key Action 4 "Environment and Health" Contract: QLK4-CT-1999-01574, Acronym: REFLEX study. Start date: 01 February 2000. End date: 31 May 2004, 1–259
12. DIEM E, SCHWARZ C, ADLKOEFER F, JAHN O, RÖDIGER H. Non-thermal DNA breakage by mobile-phone radiation (1800 MHz) in human fibroblasts and in transformed GFSH-R17 rat granulosa cells in vitro. *Mutat Res* 2005, 583:178–183
 13. AITKEN RJ, BENNETTS LE, SAWYER D, WIKLENDT AM, KING BV. Impact of radio frequency electromagnetic radiation on DNA integrity in the male germline. *Int J Androl* 2005, 28:171–179
 14. MASHEVICH M, FOLKMAN D, KESAR A, BARBUL A, KORENSTEIN R, JERBY E ET AL. Exposure of human peripheral blood lymphocytes to electromagnetic fields associated with cellular phones leads to chromosomal instability. *Bioelectromagnetics* 2003, 24:82–90
 15. LAI H, SINGH NP. Single- and double-strand DNA breaks in rat brain cells after acute exposure to radiofrequency electromagnetic radiation. *Int J Radiat Biol* 1996, 69:513–521
 16. WADOWIAK A, WADOWIAK L, WIKTOR H. Evaluation of the effect of using mobile phones on male fertility. *Ann Agric Environ Med* 2007, 14:169–172
 17. AGARWAL A, DEEPINDER F, SHARMA RK, RANGA G, LI J. Effect of cell phone usage on semen analysis in men attending infertility clinic: an observation study. *Fertil Steril* 2007 (in press)
 18. EROGUL O, OZTAS E, YILDIRIM I, KIR T, AYDUR E, KOMESLI G ET AL. Effects of electromagnetic radiation from a cellular phone on human sperm motility: an *in vitro* study. *Arch Med Res* 2006, 37:840–843
 19. YAN JG, AGRESTI M, BRUCE T, YAN TH, GRANLUND A, MATLOUB HS. Effects of cellular phone emissions on sperm motility in rats. *Fertil Steril* 2007 (in press)
 20. AALTO S, HAARALA C, BRÖCK A, SIPILÄ H, HÄMÄLÄINEN H, RINNE JO. Mobile phone affects on cerebral blood flow in humans. *J Cereb Blood Flow Metab* 2006, 26:885–890
 21. PANAGOPOULOS D, KARABARBOUNIS A, MARGARITIS LH. Effects of GSM 900 MHz mobile phone radiation on the reproductive capacity of *Drosophila Melanogaster*. *Electromagn Biol Med* 2004, 23:29–43
 22. BALMONI A. Possible effects of electromagnetic fields from phone masts on a population of white stork *Ciconia-ciconia*. *Electromagn Biol Med* 2005, 24:109–119
 23. AKSOY U, SAHIN S, OZKOC S, ERGOR G. The effects of electromagnetic waves on the growth of *Entamoeba histolytica* and *Entamoeba dispar*. *Saudi Med J* 2005, 26:1388–1390
 24. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection-ICNIRP, Guidelines for Limiting Exposure to Time Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields Up to 300 GHz. *Health Physics*, 1998, 74(4)
 25. BELYAEV I. Non-thermal biological effects of Microwaves. *Micro-wave Rev* 2005:13–29
 26. International Commission Non-Ionizing Radiation Protection- Main Commission, Consulting Experts, Standing Committee on Epidemiology, Biology, Physics and Engineering, and Optical Radiation, Member Biographies, Update 10, 2006
 27. European Commission/Health and Consumer Protection Directorate General-Risk Assessment-Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks-SCENIER-19 July 2006
 28. SCHÖZ J, JACOBSEN R, OLSEN JH, BOICE JD Jr, McLAUGHLIN JK, JOHANSEN C. Cellular telephone use and cancer risk: update of a nationwide Danish cohort. *J Natl Cancer Inst* 2006, 98:1707–1713
 29. HARDELL L, WALKER MJ, WALHJALT B, FRIEDMAN LS, RICHTER ED. Secret ties to industry and conflicting interests in cancer research. *Am J Ind Med* 2007, 50:227–233
 30. HUSS A, EGGER M, HUG K, HUWILER-MÖNTENER K, RÖÖSLI M. Source of funding and results of studies of health effects of mobile phone use: systemic review of experimental studies. *Environ Health Perspect* 2007, 115:1–4
 31. National Radiation Protection Board. Mobile phones and Health 2004
 32. Wiener Ärztekammer warnt vor übermäßigem Handytelefonieren von Kindern (Vienna Doctor's Chamber [Wiener Ärztekammer] warns of excessive mobile phone use by children, 2005)

Corresponding author:

L.C. Margaritis, Department of Cell Biology and Biophysics, Faculty of Biology, National & Kapodistrian University of Athens
 e-mail: lmarginar@biol.uoa.gr

