

# Η επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην εμβρυϊκή ανάπτυξη

## Πειραματικές μελέτες στον Δήμο Χορτιάτη

**I. N. Μάγρας**

Καθηγητής Εμβρυολογίας-Τερατολογίας,  
Μικροσκοπικής και Μακροσκοπικής Ανατομικής  
της Κτηνιατρικής Σχολής του Α.Π.Θ.

## *Η φυσική Η/Μ ακτινοβολία*

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία υπήρχε, υπάρχει και θα υπάρχει στη φύση. Αυτό σημαίνει ότι τα μορφολειτουργικά χαρακτηριστικά των έμβιων όντων είναι προσαρμοσμένα στις φυσικές συνθήκες του πλανήτη μας, άρα και στην ακτινοβολία αυτή από εκατομμύρια χρόνια.

# *Ακτινο-ρύπανση*

Τα σύγχρονα τηλεπικοινωνιακά συστήματα, τα οποία είναι ιδιαίτερα ελκυστικά προϊόντα υψηλής τεχνολογίας και μεγάλης κοινωνικής προσφοράς, εξελίσσονται και διαδίδονται ραγδαία. Ωστόσο, όπως και άλλα προϊόντα της σύγχρονης τεχνολογίας, δημιούργησαν ένα νέο είδος ρύπανσης την **ακτινο-ρύπανση**, που οφείλεται στη συνεχώς αυξανόμενη στο περιβάλλον τεχνητή Η/Μ ακτινοβολία.

## *Δημόσια υγεία*

Η ακτινοβολία αυτή, αν και μη ιοντίζουσα, είναι χαμηλής ενέργειας, επάνω από κάποια επίπεδα είναι φυσικό να έχει και αρνητικές επιδράσεις στα έμβια όντα και να δημιουργεί προβλήματα στη δημόσια υγεία και οπωσδήποτε στο οικοσύστημα, όπως ακριβώς συμβαίνει με τα μολυσμένα τρόφιμα, τα καυσαέρια, τα φυτοφάρμακα και άλλους ρυπογόνους παράγοντες.

## *Υγεία και Η/Μ ακτινοβολίες*

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Υγείας, με τον όρο **Υγεία** εννοούμε την πλήρη φυσική, πνευματική και κοινωνική ευημερία του ανθρώπου και όχι μόνον την απουσία ασθένειας ή σωματικής βλάβης.

Το **μέγιστο επιτρεπτό επίπεδο έκθεσης** σε Η/Μ ακτινοβολία είναι εκείνο, το οποίο δεν επηρεάζει την ανθρώπινη υγεία στα εκτιθέμενα άτομα και στους απογόνους τους.

## *Επιδράσεις στα έμβια όντα*

Οι ακτινοβολίες αυτές έχουν κάποιες επιδράσεις στον οργανισμό των έμβιων όντων.

### *Θερμικές επιδράσεις*

Οι επιδράσεις αυτές κατά κανόνα προκαλούν **θερμικά φαινόμενα**, τα οποία έχουν μελετηθεί σε μεγάλο βαθμό και σήμερα η ύπαρξή τους είναι αδιαμφισβήτητη.

Πρόκειται στην ουσία για αυξήσεις της θερμοκρασίας ορισμένων μορφωμάτων του σώματος, γνωστών διεθνώς ως **hot spots**, που δεν ελέγχονται από τους θερμο-ρυθμιστικούς μηχανισμούς του.

## *Μη θερμικές επιδράσεις*

Ωστόσο, υπάρχουν και τα μη θερμικά φαινόμενα, τα οποία έχουν μελετηθεί ελάχιστα, αλλά οπωσδήποτε δεν αμφισβητούνται από τη διεθνή επιστημονική κοινότητα.

# Οι έρευνές μας

Πριν από 15 περίπου χρόνια άρχισαν και συνεχίζουν να είναι σε εξέλιξη πειραματικές έρευνες, σχετικές με την ακτινο-ρύπανση, στο Α.Π.Θ., σε διατμηματική συνεργασία μεταξύ:

- της μονάδας Πειραματικής Εμβρυολογίας & Τερατολογίας του Εργαστηρίου Ανατομικής, Ιστολογίας και Εμβρυολογίας της Κτηνιατρικής Σχολής,
- του Εργαστηρίου Τηλεπικοινωνιών του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών της Πολυτεχνικής Σχολής και
- πρόσφατα του Εργαστηρίου Παθολογικής Ανατομικής της Ιατρικής Σχολής.

## *Αφορμή των ερευνών αποτέλεσε:*

- η δημοσίευση ξένων ερευνών, οι οποίες ανέφεραν δυσμενείς επιδράσεις της Η/Μ ακτινοβολίας σε πειραματόζωα,
- η εγκατάσταση του «πάρκου κεραιών» στο **Χορτιάτη**
- η εγκατάσταση κεραιών βάσης κινητής τηλεφωνίας σε κατοικημένες περιοχές και
- η ασύδοτη χρησιμοποίηση κινητών τηλεφώνων ιδίως από παιδιά.

# *Τα πρωτόκολλα των πειραματικών μας εργασιών βασίστηκαν στο ό,τι*

- δεν υπήρχαν αξιόπιστα **επιδημιολογικά δεδομένα** για την επικινδυνότητα των ακτινοβολιών αυτών στα ανώτερα θηλαστικά, στα οποία περιλαμβάνεται και ο άνθρωπος,
- οι πειραματικές μελέτες στον άνθρωπο αντίκεινται στους κανόνες της **βιοηθικής** και απαγορεύονται στις πολιτισμένες χώρες,
- έπρεπε να επιλέξουμε κατάλληλα και εύχρηστα **πειραματόζωα** για να εξάγουμε συγκριτικά συμπεράσματα για τον άνθρωπο,
- έπρεπε να σχεδιάσουμε πειραματισμούς, που να μην είναι περίπλοκοι, να είναι τεχνολογικά άψογοι και τα αποτελέσματά τους να είναι **αξιόπιστα**.

# *Το μοντέλο των πειραματισμών*

- το έμβρυο ήταν η βάση του πειραματικού μοντέλου
- η ακτινοβολία αποτελούσε το δεδομένο του προβλήματος
- οι επιπτώσεις ήταν το αποτέλεσμα του προβλήματος

•

Οι συχνότητες, οι ισχείς, οι ειδικοί βαθμοί απορρόφησης κλπ. ελέγχονταν με ειδικά όργανα.

Για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων έγιναν:

- πολυάριθμοι πειραματισμοί
- στατιστικές αναλύσεις και
- μαθηματικές προσομοιώσεις

## *Ως πειραματικό υλικό επιλέξαμε:*

- το έμβρυο του μυ (ποντικού), για in situ πειράματα
- το έμβρυο του επίμυ (αρουραίου), για in labo πειράματα
- τα έμβρυα της όρνιθας και του ορτυκιού, για ex utero πειράματα, (δηλαδή χωρίς την προστασία του πλακούντα )

Σημείωση: Τα πειραματόζωα αυτά χρησιμοποιούνται στην βιο-ιατρική έρευνα ως υποκατάστατα του ανθρώπου, όταν οι πειραματισμοί εμπεριέχουν κινδύνους.

# *Αποτελέσματα των ερευνών μας*

Στα πειραματόζωα, που είχαμε εγκαταστήσει στο εγγύς πεδίο των πηγών εκπομπής ακτινοβολίας, παρατηρήσαμε, εκτός των άλλων, εξεζητημένη **υπογεννητικότητα** και **τερατογενέσεις**.

Τα αποτελέσματα των ερευνών μας συνοδευόμενα από στατιστικές αναλύσεις δημοσιεύτηκαν σε ξένα και ελληνικά **έγκυρα επιστημονικά περιοδικά**.

Εν τάχει σας παρουσιάζω τους τίτλους των μέχρι σήμερα δημοσιεύσεών μας.

1. Xenos Th Magras IN Kouris S Pournalis A

**Exposure of quail embryos to 95 MHz RF radiation**

3rd Int. Conference on Env. Pollution 1996

2. Magras IN Th Xenos

**Assessment of the effects of RF radiation on the prenatal development**

Bioelectromagnetics 1997

*Ειδικά αυτή η έρευνα αυτή έχει 720 διεθνείς αναφορές στο διαδίκτυο, μεταξύ των οποίων από τον Διεθνή Οργανισμό Υγείας, το Κοινοβούλιο της Αυστραλίας, την Ομοσπονδία πυροσβεστών των Η.Π.Α. και του Καναδά κ.ά.*

3. Μάγρας IN Ξένος Θ

**Επίδραση ισχύος και ενέργειας ραδιοκυμάτων πολύ υψηλής συχνότητας στο έμβryo. Πειραματική μελέτη σε εμβρυοφόρα αυγά όρνιθας**

Ελληνική Ιατρική 1998

4. Μάγρας IN Ξένος Θ Κουρής Σ

**Πειραματική έκθεση εμβρύων σε ακτινοβολία ραδιοκυμάτων**

Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής 1998

5. Μάγρας ΙΝ Ξένος Θ

**Επίδραση των ραδιοκυμάτων στην ανάπτυξη του εμβρύου. Αλήθεια ή μύθος ;**  
Ιατρική Επιθεώρηση Ενόπλων Δυνάμεων 2000

6. Xenos Th Magras IN

**A pulsed microwave power density distribution study on chicken embryos during the prehatching period**

International Workshop on Biological Effects of Electromagnetic Fields 2000

7. Xenos Th Tsiligianni T Gioultsis T Magras IN Tsiboukis T

**Pulsed microwave effects on rat embryos**

International Workshop on Biological Effects of Electromagnetic Fields 2000

8. Xenos Th Magras IN Pourlis A

**Very low power density pulsed microwave effects on quail embryos**

International Workshop on Biological Effects of Electromagnetic Fields 2000

9. Xenos Th Magras IN

**Very low power density PAM and CW mW effects on chicken embryos during organogenesis. An experimental approach**

5th Int. Conf. On Environmental Pollution 2000

10. Xenos Th Magras IN

**An FDTD simulation for very low power density microwave effects on chicken embryos during organogenesis**

XXVI Gen. Assembly of the Int. Union of Radio Science

11. Yioultsis T Kosmanis T Kosmidou E Zygiridis T Kantartzis N Xenos Th Tsiboukis T

**A comparative study of the biological effects of various mobile phone and wireless LAN antennas**

IEEE Trans. Magnetics 2002

12. Pyrpasopoulou A Kotoula V Cheva A Nikolakaki E Hytiroglou P Magras IN Xenos Th Tsiboukis Th Karkavelas G

**Bone morphogenic protein expression in newborn rat kidneys after prenatal exposure to radiofrequency radiation**

Bioelectromagnetics 2003

13. Yioultsis T Kosmanis T Zygiridis T Kosmidou E Pyrpasopoulou A Xenos Th Karkavelas G Magras IN Tsiboukis T  
**An Integrated Computational and Experimental Approach of Low Power Microwave Pulse-Modulated Nonthermal Biological Effects on Prenatal Development**  
WSEAS Transactions on communications 2003
14. Ξένος Θ Μάγρας IN  
**Αποτελέσματα μικροκυματικής μη θερμικής έκθεσης εμβρύων όρνιθας κατά τη διάρκεια της οργανογένεσης**  
Περιοδικό Ελληνικής Κτηνιατρικής Εταιρίας 2003
15. Ξένος Θ Μάγρας IN  
**Biological Effects of Electromagnetic Fields**  
Springer-Verlag, Stavroulakis P ed. 2003
16. Yioultsis T Kosmanis T Zygiridis T Kosmidou E Pyrpasopoulou A Xenos Th Karkavelas G Magras IN Tsiboukis T  
**Combined Computational and Experimental Investigation of Nonthermal Biological Effects on Prenatal Development due to Radiation from Low Power Microwave Antennas**  
6th WSEAS Int. Conf. on Applied Informatics and Communications 2006

# *Άλλες επιδράσεις τις Η/Μ ακτινοβολίας*

Εκτός από τις επιδράσεις των ακτινοβολιών αυτών στα έμβρυα, υπάρχουν και επιδράσεις σε ανατομικά μορφώματα του σώματος, που έχουν μεγάλη ποσότητα ύδατος ή πτωχή αιμάτωση, όπως είναι:

- ο οφθαλμικός βολβός και ο λαβύρινθος,
- ο εγκέφαλος και ο νωτιαίος μυελός,
- ο αιματο-εγκεφαλικός φραγμός,
- οι όρχεις και άλλοι ενδοκρινείς αδένες,
- το αίμα, η λέμφος, το περικυττάριο υγρόκ.ά.

Ορισμένα από αυτά τα μορφώματα απέχουν από το αφτί όπου τοποθετείται το τηλέφωνο 1-10 εκ. και βέβαια στα παιδιά λιγότερο.

Στα μορφώματα αυτά λίγες σοβαρές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί.

## *Πρώτο γενικό συμπέρασμα*

Κατά την άποψή μας, οι σύγχρονες τεχνολογικές επιτεύξεις πρέπει να ωφελούν χωρίς να βλάπτουν.

Γι' αυτό, πρέπει να επιδιώκεται η **μεγιστοποίηση** του κοινωνικού οφέλους τους και παράλληλα ο **εκμηδενισμός** των επιπτώσεών τους στην υγεία.

## *Δεύτερο γενικό συμπέρασμα*

Οι Η/Μ ακτινοβολίες έχουν δυσμενείς επιδράσεις σε κυρίως στα έμβρυα των πειραματοζώων, ακόμη και μετά από σύντομη έκθεση.

Τα πειραματόζωα, αναγκαστικά χρησιμοποιούνται ως πρότυπα προσομοίωσης του ανθρώπου, σε μελέτες παραγόντων για τους οποίους υπάρχει υποψία επικινδυνότητας.

## *Τρίτο γενικό συμπέρασμα*

Η πλειονότητα των ερευνών για τις επιπτώσεις της Η/Μ ακτινοβολίας στην υγεία του ανθρώπου και των ζώων αφορούν σε βραχυχρόνιες εκθέσεις.

Ελάχιστα είναι γνωστά για τις επιπτώσεις από μακροχρόνιες εκθέσεις, οι οποίες ενδεχομένως να είναι διαφορετικές.

## *Τέταρτο γενικό συμπέρασμα*

Αν δεν αποδειχθεί η απόλυτη αθωότητα των ακτινοβολιών αυτών, πρέπει να είμαστε φειδωλοί στη χρήση τους, και να λαμβάνουμε μέτρα για την προστασία ιδιαίτερα των αναπτυσσόμενων οργανισμών, δηλαδή των εμβρύων των νεογεννήτων και των παιδιών.

# Κινητά τηλέφωνα

Τα κινητά τηλέφωνα δεν εκπέμπουν μεγάλη ποσότητα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, αλλά όταν τοποθετούνται κοντά σε ευαίσθητα όργανα, τότε δυνητικά μπορούν να τα επηρεάσουν δυσμενώς.

Σημαντικός παράγοντας είναι ο «ειδικός βαθμός απορρόφησης» της ακτινοβολίας, γνωστός ως SAR, που εκφράζει την απορροφούμενη ισχύ ανά κιλό μάζας σώματος (Watt/Kg). Το ασφαλές όριο είναι 0,08 W/Kg.

Στο φυλλάδιο κάθε κινητού τηλεφώνου αναφέρεται ο SAR του, από την εταιρία που το παράγει.

# *Απαντήσεις σε ερωτήματα για τη χρήση των κινητών τηλεφώνων από παιδιά*

*Σε ποιες παιδικές ηλικίες επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται; όχι στο Δημοτικό, ίσως με ιδιαίτερα μεγάλη σύνεση στο μέσο του Γυμνασίου, με μεγάλη σύνεση στο Λύκειο, με σύνεση στο Πανεπιστήμιο.*

*Πού δεν πρέπει, οπωσδήποτε να χρησιμοποιούνται; στο σχολείο, στο σπίτι (όταν υπάρχει σταθερό τηλέφωνο), στην εκκλησία, στο θέατρο, στην επίσκεψη, όταν περπατάνε, στο αυτοκίνητο, στο πρατήριο βενζίνης.*

*Πότε δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται; την ώρα του μαθήματος, της μελέτης, της γυμναστικής, του φαγητού, της σοβαρής συζήτησης.*

*Πόσο χρονικό διάστημα μπορούν να χρησιμοποιούνται; όσο γίνεται συντομότερο, χωρίς φλυαρία, όχι συχνά.*

# *Απαντήσεις σε μερικά, ακόμη,ερωτήματα για τη χρήση των κινητών τηλεφώνων από παιδιά*

*Πώς πρέπει να χρησιμοποιούνται;*

*με μηνύματα, με ανοιχτή ακρόαση, με hands free, όχι στο αφτί.*

*Πού δεν πρέπει να τοποθετούνται;*

*κοντά στον εγκέφαλο, την καρδιά, τα γεννητικά όργανα.*

*Πότε είναι χρήσιμα;*

*Σε έκτακτες ανάγκες (ειδοποίηση του 100, του ΕΚΑΒ, της Πυροσβεστικής, των συγγενών), στην ορειβάσια, στις φυσιολατρικές πορείες, για απορίες μαθημάτων, για σύντομη συνεννόηση με φίλους - φίλες.*

*Επιδρούν τα κινητά τηλέφωνα στον ψυχικό κόσμο, στην κοινωνική συγκρότηση και στην αγωγή των παιδιών;*

*Το ερώτημα αυτό φρονώ ότι πρέπει να το προσεγγίσουν οι ψυχολόγοι και οι παιδαγωγοί.*

# *Κεραίες βάσης κινητής τηλεφωνίας*

Οι κεραίες βάσης κινητής τηλεφωνίας, από ότι λένε οι κατασκευαστές τους, εκπέμπουν ακτινοβολία χαμηλής ενέργειας και μικρής εμβέλειας. Αν είναι έτσι, τότε πρέπει να λαμβάνουμε μέτρα προστασίας στο εγγύς πεδίο των κεραιών αυτών, αφού στο άπω πεδίο η ακτινοβολία σταδιακά εκπίπτει.

Όπως σε όλες τις περιπτώσεις εκπομπής Η/Μ ακτινοβολίας μεγάλο ρόλο παίζει η μέτρηση της ακτινοβολίας στην περιοχή, όπου διαβιούν άνθρωποι ακόμη και ζώα για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

# Στοιχειώδη μέτρα προφύλαξης για ενήλικες (από τα κινητά τηλέφωνα)

- Να μην τηλεφωνούμε άσκοπα, συχνά, παρατεταμένα, μέσα σε αυτοκίνητα και όταν μετακινούμαστε.
- Οι γυναίκες κατά τους τρεις πρώτους μήνες της εγκυμοσύνης να μην τηλεφωνούν άσκοπα.
- Να μην τηλεφωνούν άσκοπα όσοι ζούνε με ηλεκτρονική υποστήριξη (βηματοδότες κ.λ.π.).
- Να μη φυλάγουμε το κινητό τηλέφωνο κοντά σε ευαίσθητες περιοχές του σώματός μας.
- Να τηλεφωνούμε κατά προτίμηση με ανοιχτή ακρόαση, με μηνύματα, με ακουστικά (hands free) ή έστω με bluetooth.

# Στοιχειώδη μέτρα προφύλαξης για ενήλικες (από ραδιοτηλεοπτικές και κεραίες βάσης)

- Να απαιτείται η μέτρηση της ακτινοβολίας των κεραιών που είναι τοποθετημένες σε κατοικημένες περιοχές, από ειδικούς αλλά «μη εξαρτημένους» τεχνικούς.
- Να απαιτείται, ανάλογα με τα αποτελέσματα των μετρήσεων, η μετακίνησή τους σε ικανή απόσταση από:
  - (α) κατοικίες και χώρους εργασίας,
  - (β) σχολεία και παιδότοπους,
  - (γ) δημόσιους χώρους μακράς παραμονής.
- Οι έγκυες γυναίκες (ιδιαίτερα κατά τους τρεις πρώτους μήνες της κυοφορίας) και όσοι έχουν ηλεκτρονική υποστήριξη να αποφεύγουν έστω και βραχυχρόνια παραμονή κοντά σε κεραίες και ιδιαίτερα σε πάρκα κεραιών, που εκπέμπουν μεγάλες ποσότητες ΗΜΑ.