

Βιολογικές Επιδράσεις της Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας

Δρ. Ταξιάρχης Παπαδόπουλος
Αν. Καθηγητής Εφαρ. Γεωφυσικής
Πανεπιστημίου Αθηνών

Είναι γνωστό ότι μέχρι μερικές δεκαετίες πριν, τα τεχνητά ηλεκτρομαγνητικά πεδία και η μη ιονίζουσα ακτινοβολία που εκπέμπεται από αυτά, εθεωρούντο ακίνδυνα για τους ζωντανούς οργανισμούς. Επί πλέον, το ίδιο ακίνδυνο εθεωρείτο και η ιονίζουσα ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στο συχνοτικό φάσμα από το υπεριώδες και πέραν (υπεριώδεις ακτίνες, ακτίνες Χ, ακτίνες γ) γνωστή και ως ραδιενέργεια. Μερικά χρόνια αργότερα από την ανακάλυψή της (περί τα τέλη του προπερασμένου αιώνα) άρχισαν να γίνονται γνωστά τα αθροιστικά αποτελέσματα της πάνω σε ζωντανούς οργανισμούς με διάφορες μορφές καρκίνου. Σήμερα θεωρείται ότι για την ραδιενέργεια δεν υπάρχουν «όρια ασφαλείας». Οποιαδήποτε έκθεση είναι βλαβερή.

Είναι κοινώς αποδεκτό ότι τα προϊόντα της τεχνολογίας μπορούν να συμβάλλουν αποφασιστικά στην καλύτερη ζωή του ανθρώπου. Η κατασκευή και χρήση τους όμως, πρέπει να πληρούν ορισμένες προϋποθέσεις, ώστε να μην προκαλούνται ανεπιθύμητες επιδράσεις στην υγεία του ανθρώπου και στο περιβάλλον.

Η ηλεκτρική ενέργεια ως γνωστό μεταφέρεται από τα εργοστάσια παραγωγής της, στους τόπους κατανάλωσης με τη μορφή τριφασικού ρεύματος υπερυψηλής τάσης (της τάξης των εκατοντάδων κιλοβόλτ - kV), δια μέσου μεταλλικών καλωδίων που στηρίζονται σε πυλόνες. Η συχνότητα του ηλεκτρικού ρεύματος είναι 50 Hz. Οι γραμμές αυτές υπερυψηλής τάσης, καταλήγουν σε μεγάλους μετασχηματιστές στο χώρο του Κέντρου Υπερυψηλής Τάσης (Κ.Υ.Τ.) 400/150 kV, οι οποίοι υποβιβάζουν τη τάση σε 150 kV και στη συνέχεια διανέμουν υπογείως στα Κέντρα Υψηλής Τάσης 150/20 kV. Στα κέντρα αυτά γίνεται υποβιβασμός της τάσης σε 20 kV και στη συνέχεια υποβιβάζεται σε 220 και 380 V στα κέντρα διανομής, με τελικό αποδέκτη τον καταναλωτή.

Κατά μήκος των γραμμών μεταφοράς ρεύματος και στα κέντρα υψηλής και υπερυψηλής τάσης, υπάρχουν ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία, οι τιμές των οποίων στα πλησιέστερα σημεία πρόσβασης του κοινού, είναι συνήθως οριακά εντός των ισχυόντων «ορίων επιτρεπόμενης έκθεσης», αλλά και συχνά τα ξεπερνούν. Τα όρια αυτά για το γενικό πληθυσμό και για αδιάκοπη έκθεση επί 24ωρης βάσης είναι 5kV/m για την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου και $1\text{G}=100\mu\text{T}$ για την ένταση του μαγνητικού πεδίου. Τα όρια αυτά ισχύουν για τη Β. Αμερική - Δ. Ευρώπη και υιοθετήθηκαν το 1998 από τον διεθνή οργανισμό ICNIRP (International Commission of Non-Ionizing Radiation Protection). Τα αντίστοιχα όρια που έχει θεσπίσει η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι υψηλότερα και συγκεκριμένα 10kV/m για το ηλεκτρικό πεδίο και 640 μT για το μαγνητικό πεδίο (CENELEC, 1995). Τα παραπάνω όρια αναφέρονται σε τιμές έντασης «αδιατάραχτων πεδίων». Οι τιμές όμως του αδιατάραχτου ηλεκτρικού πεδίου μπορούν να αυξηθούν σημαντικά με την παρουσία αγωγίμων αντικειμένων, (όπως μέταλλα) και οι τιμές του μαγνητικού πεδίου επίσης μπορούν να αυξηθούν σημαντικά με την παρουσία σιδηρομαγνητικών υλικών (σίδηρος, νικέλιο, κοβάλτιο καθώς και ορισμένα μεταλλικά κράματα). Συνεπώς, τα θεσπισμένα όρια δεν λαμβάνουν υπόψη τη χειρότερη περίπτωση όπου π.χ. ένα παιδί παίζει κοντά ή κάτω από γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης, (που πολύ συχνά βρίσκονται μέσα σε κατοικημένες περιοχές), ερχόμενο σε επαφή με μεταλλικά αντικείμενα.

Εκτός όμως από τα ηλεκτρικά πεδία που δημιουργούν οι γραμμές μεταφοράς και τα κέντρα υπερυψηλής τάσης, έχει αποδειχθεί ότι συγκεντρώνουν με μαγνητική έλξη και ραδιενεργά σωματίδια χαμηλής ενέργειας προερχόμενα κύρια από τον ήλιο (κοσμική ακτινοβολία). Μετρήσεις έχουν δείξει ότι σε απόσταση 4-10 μέτρα από τις γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης μόλις 6kV, υπάρχει αύξηση κατά 50-100% της φυσικής ραδιενέργειας σε σχέση με τη μέση τιμή στον ελεύθερο χώρο. Έτσι λοιπόν, οι γραμμές μεταφοράς και τα κέντρα υψηλής τάσης εκτός από τις πρωτογενείς επιδράσεις που ασκούν στους ζωντανούς οργανισμούς λόγω των ηλεκτρικών και μαγνητικών τους πεδίων, έχουν και δευτερογενή επίδραση πιθανόν ακόμη σοβαρότερη από την πρωτογενή, λόγω συσσώρευσης ραδιενεργών σωματιδίων. Σημαντική είναι η συμβολή του Dr. Henshaw του Πανεπιστημίου του Bristol, ο οποίος ερευνήσε περιοχές σε απόσταση 500 μέτρων από πυλώνες υψηλής τάσης και ανακάλυψε ότι οι γραμμές ηλεκτρικού ρεύματος εκπέμπουν ηλεκτρικά φορτισμένα ιόντα που ονομάζονται «corona ions». Τα ιόντα αυτά προσκολλούνται σε σωματίδια που μολύνουν την ατμόσφαιρα, όπως τα καυσαέρια, φορτίζοντας τα ηλεκτρικά και στη συνέχεια εισπνέονται και παραμένουν στους πνεύμονες. Οι άνθρωποι που βρίσκονται κοντά σε ηλεκτροφόρα καλώδια (μέχρι και 500 μέτρα) υψηλής τάσης, εκτίθενται περισσότερο σε αυτά τα σωματίδια και συνεπώς αυξάνεται η πιθανότητα να υποστούν καρκίνο. Η έρευνα του Dr. Henshaw κατατέθηκε τον Σεπτέμβριο του 2000 και η Βρετανική Κυβέρνηση αποδέχθηκε επίσημα τα αποτελέσματα στις 6 Μαρτίου 2001. Ο Βρετανικός οργανισμός NRPB (National Radiological Protection Board), παραδέχθηκε ότι υπάρχει «μια αδύναμη» σχέση μεταξύ των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων και του αυξημένου κινδύνου για παιδική λευχαιμία.

Είναι φανερό από τα παραπάνω ότι οι επιδράσεις των γραμμών μεταφοράς υψηλής ή υπερυψηλής τάσης και των Κ.Υ.Τ., είναι πρωτογενείς και δευτερογενείς. Επίσης συνάγεται το συμπέρασμα ότι ενδεχομένως οι δευτερογενείς επιδράσεις να προκαλούν σοβαρότερες επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων που κατοικούν σε αποστάσεις μικρότερες των 500 μέτρων από τις γραμμές μεταφοράς και τα Κ.Υ.Τ. Έτσι, εξηγείται η μη γραμμική σχέση μεταξύ της έντασης του ΗΜ πεδίου και της βιολογικής επίδρασης.

Πρέπει να αναφερθεί εδώ ότι η επιχειρηματολογία που έχει αναπτυχθεί ενάντια στις παραπάνω διαπιστώσεις στηρίζεται σε δύο λόγους: Πρώτον, ότι τα πειράματα «in vitro» (πειράματα σε εργαστήρια υπό ελεγχόμενες συνθήκες) δεν επιβεβαίωναν/αναπαρήγαγαν τα κρούσματα λευχαιμίας και δεύτερον, ότι δεν βρέθηκαν όλες τις φορές που έγιναν μετρήσεις, υψηλά επίπεδα ΗΜ πεδίων κοντά σε πυλώνες. Συνεπώς, έχει υποστηριχθεί ότι τα ελεγχόμενα πειράματα απέτυχαν να επιβεβαιώσουν τον αιτιολογικό κρίκο, την σχέση δηλαδή που φαίνεται να υπάρχει μεταξύ των πυλώνων και των αυξημένων κρουσμάτων λευχαιμίας. Γίνεται φανερό ότι πέραν των πρωτογενών επιδράσεων σπουδαίο ρόλο παίζουν και οι δευτερογενείς επιδράσεις οι οποίες, προς το παρόν, δεν φαίνεται να λαμβάνονται υπόψη στα «in vitro» πειράματα.

Πρέπει να τονισθεί ιδιαίτερα ότι, μέχρι πρόσφατα κάποιοι επιστήμονες υποστήριζαν πως δεν δικαιολογείται η επίδραση ασθενών ΗΜ πεδίων στα κύτταρα, με βάση τις αρχές της Φυσικής και της Βιολογίας. Οι επιστήμονες αυτοί υποστήριζαν ότι αν ένα πεδίο ή ακτινοβολία δεν είναι αρκετά ισχυρό ώστε να προκαλέσει αύξηση θερμοκρασίας σε ένα ζωντανό οργανισμό, τότε δεν μπορεί να προκαλέσει καμία επίδραση. Απέκλειαν δηλαδή μέχρι πρόσφατα τις λεγόμενες «μη θερμικές επιδράσεις». Ωστόσο, εδώ και δύο χρόνια η ερευνητική ομάδα με επικεφαλής τον Καθηγητή Βιολογίας Κυττάρου και Βιοφυσικής του Παν/μίου Αθηνών, κ. Λ. Μαργαρίτη, διέτύπωσε μια θεωρία που εξηγεί τη δράση ακόμη και πολύ ασθενών ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων στα κύτταρα με μη θερμικό μηχανισμό.⁽¹⁾ Η θεωρία αυτή κρίθηκε ως μοναδική και δεν έχει αμφισβητηθεί μέχρι σήμερα. Τουναντίον, εξηγεί τα πειραματικά και επιδημιολογικά δεδομένα που καταδεικνύουν σαφείς και σοβαρές μη θερμικές επιδράσεις. Το εντυπωσιακό στοιχείο της θεωρίας αυτής είναι ότι εξηγεί ερωτηματικά που ήταν αναπάντητα επί δεκαετίες!