

Επικαιρότητες

Οι επιπτώσεις της χρήσης της κινητής τηλεφωνίας στο σύστημα ακοής και ισορροπίας

Πολυκεντρική βιβλιογραφική μελέτη πανεπιστημιακών ωτορινολαρυγγολογικών κλινικών Ιωαννίνων, Κρήτης και ακοολογικού κέντρου Ερρίκος Ντυνάν (International bibliographic Review and Experience)

**ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ¹,
ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΒΕΛΕΓΡΑΚΗΣ², ΙΩΑΝΝΗΣ ΚΑΣΤΑΝΙΟΥΔΑΚΗΣ³,
ΕΛΠΙΔΑ ΠΑΣΣΟΥ⁴, ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΓΑΒΑΛΑΣ⁵**

¹Καθηγητής ΩΡΛ Κλινικής Παν/μίου Ιωαννίνων, ²Αναπλ. Καθηγητής ΩΡΛ Κλινικής Παν/μίου Κρήτης, ³Αναπλ. Καθηγητής ΩΡΛ Κλινικής Παν/μίου Ιωαννίνων, ⁴Επιμελήτρια Νοσ. «Ερρίκος Ντυνάν», ⁵Διευθνήτης Ακοολογικού Νοσ. «Ερρίκος Ντυνάν»

Περίληψη

Η χρήση των κινητών τηλεφώνων δε φαίνεται να προκαλεί βραχυπρόθεσμα βλάβες στο σύστημα ακοής και ισορροπίας (έξω, μέσο και έσω ους, αίθουσα και ημικύκλιοι σωλήνες, κεντρική ακουστική και αιθουσαία οδός). Ειδικότερα, αναφέρεται ότι έκθεση στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που εκπέμπεται από τα κινητά τηλέφωνα για χρονικό διάστημα 30 λεπτών, δεν προκαλεί άμεση βλάβη στο έσω ους και την κεντρική ακουστική και αιθουσαία οδό.

Η μακροχρόνια έκθεση στην ηλεκτρομαγνητική και θερμική ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων δεν είναι εύκολο να εκτιμηθεί αποτελεσματικά επί του παρόντος, λόγω του σχετικά βραχέος χρονικού διαστήματος, περίπου μιας 15ετίας, διάδοσής τους στις περισσότερες χώρες. Παρά ταύτα, πιθανολογείται αυξημένος κίνδυνος εμφάνισης ακουστικού νευρινώματος, σε μακροχρόνια και εντατική χρήση κινητού τηλεφώνου. Η επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας κινητών τηλεφώνων μπορεί να επηρεάσει τον πραγματικό χρόνο αντίδρασης, τη μάθηση και τη μνήμη των ανθρώπων.

Έως ότου περαιτέρω μελέτες, με το πλήρωμα του χρόνου, διαλευκάνουν τη μακροχρόνια επίδραση της κινητής τηλεφωνίας στο όργανο της ακοής και της ισορροπίας θα πρέπει:

1. Να απαγορεύεται η χρήση των κι-

ντών τηλεφώνων στα παιδιά.

2. Να χρησιμοποιούνται από τους ενήλικες συσκευές "Hands-free", που περιορίζουν την ηλεκτρομαγνητική και θερμική ακτινοβολία στο ελάχιστο.

Λέξεις κλειδιά: κινητή τηλεφωνία, ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, θερμική ακτινοβολία, ίλιγγος, εμβοές, ακουστικό νευρίνωμα.

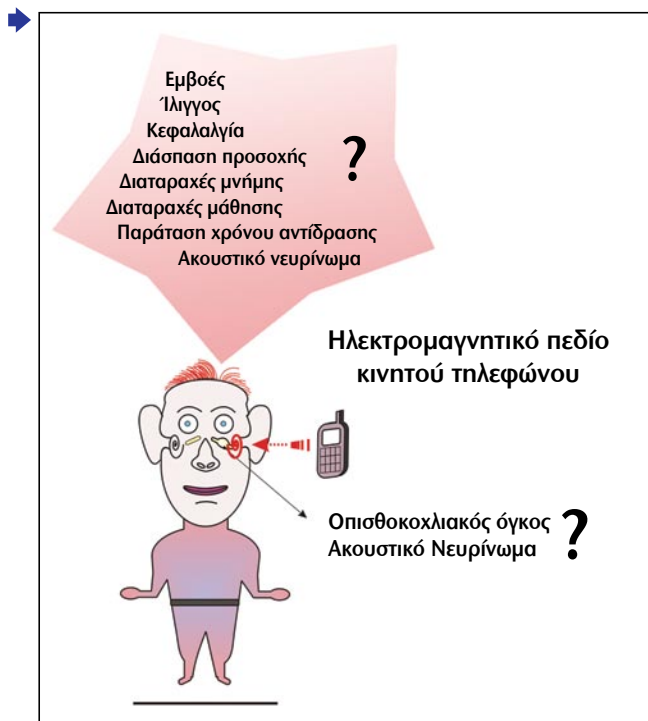
Γενικότητες

Την τελευταία δεκαετία, η ανάπτυξη της σύγχρονης τεχνολογίας έχει αυξήσει σημαντικά την ένταση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων που υπάρχουν στο περιβάλλον. Η ευρεία διάδοση της κινητής τηλεφωνίας αποτελεί ένα από τα αντικείμενα προβληματισμού, σχετικά με την επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στον ανθρώπινο οργανισμό και, κυρίως, στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Για το λόγο αυτό, τα τελευταία χρόνια έχει διεξαχθεί ένα πλήθος μελετών προκειμένου να διερευνηθεί ο βαθμός και το είδος των παραπάνω. Οι εργαστηριακές μελέτες, γενικά, δείχνουν ότι η επίδραση χαμηλού ενεργειακού πεδίου ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας μπορεί να προκαλέσει δομικές και λειτουργικές μεταβολές στην κυτταρική μεμβράνη, οδηγώντας σε παθολογική κυτταρική απόκριση. Υποστηρίζεται ότι η κυτταρική μεμβράνη είναι ευαίσθητη στην επίδραση ηλεκτρομαγνητικού πεδίου χαμηλών συχνοτήτων. Στις ψη-

λές συχνότητες δεν επάγονται αξιόλογες κυτταρικές μεταβολές. Το πεδίο δύναται να επηρεάσει την κυτταρική μεμβράνη και πιθανά να επιδράσει στη δομή και λειτουργία του κυτταροπλάσματος. Οι ηλεκτρομαγνητικές αυτές επιδράσεις, αν όντως ισχύουν, μπορεί να προκαλέσουν μια ποικιλία ηλεκτροφυσιολογικών αλλαγών στα ζώα κύτταρα (Repacholi, 1998)¹. Ορισμένοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο δε φαίνεται να επιδρά στη συχνότητα εμφάνισης μεταλλάξεων σε έναν αριθμό μελετών, συμπεριλαμβανομένων μυκήτων και λεμφικών κυττάρων ποντικών. Επίσης, δε φαίνεται να επηρεάζει τη συχνότητα με την οποία εμφανίζονται χρωμοσωμικές ανωμαλίες στα ανθρώπινα κύτταρα (IEGMP: Independent Expert Group on Mobile Phones, 2000)².

Αρκετές μελέτες υποστηρίζουν ότι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μπορεί να επηρεάσει άμεσα το DNA. Στις μελέτες αυτές (Lai)^{3,4} αναφέρονται ποσοτικά δεδομένα, σύμφωνα με τα οποία η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μπορεί να οδηγήσει σε μια ποικιλία λαθών, όπως στην ατελή πέψη του γενετικού υλικού κατά την απόπτωση και την εμφάνιση ενός ασυνήθιστου πολλαπλού θρυμματισμού του DNA (IEGMP, 2000 / Malyapa)^{2,5,6,7}.

Οι περισσότερες μελέτες που έγιναν σε πειραματόζωα για τον καρκίνο, έχουν



Εικόνα 1. Πιθανές συνέπειες της επίδρασης του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου που εκπέμπουν τα κινητά τηλέφωνα στον ανθρώπινο εγκέφαλο.

ταραχών ύπνου. Ανεπίσημες μελέτες, από διάφορες χώρες αναφέρουν, επίσης, υποκειμενικά ενοχλήματα, όπως πονοκεφάλους που συνδέονται με τη χρήση κινητού τηλεφώνου. Το κατά πόσο η έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο χαμηλής συχνότητας μπορεί να προκαλέσει τις υποκειμενικές αυτές εκδηλώσεις δεν μπορεί να επιβεβαιωθεί (Repacholi, 1998)¹. Κάποια άτομα παρουσιάζουν αυξημένη ευαισθησία στην επίδραση ηλεκτρομαγνητικού πεδίου.

Τα πιο κοινά συμπτώματα θεωρούνται, ο πονοκέφαλος, η αϋπνία, το «μούδιασμα» του δέρματος, η εμφάνιση εξανθήματος, καθώς και η αδυναμία προσήλωσης και η ζάλη.

Οι μέχρι τώρα εργασίες υποστηρίζουν πως τα συμπτώματα αυτά είναι ψυχοσωματικά και δε σχετίζονται με τη χρήση κινητών τηλεφώνων. Μεταξύ των εργασιών που έχουν διεξαχθεί, τόσο σε ανθρώπους όσο και σε πειραματόζωα, σχετικά με την επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας των κινητών τηλεφώνων στα διάφορα συστήματα, υπάρχουν κάποιες που αφορούν στο κεντρικό νευρικό σύστημα και την ακουστική οδό. Αρκετές απ' αυτές εστιάζουν σε πιθανές ηλεκτροφυσιολογικές διαταραχές, που μπορεί να προκαλέσει η χρήση των κινητών τηλεφώνων στην ακουστική οδό και τυχόν επιζήμιες επιδράσεις στο όργανο της ακοής. Για τον προσδιορισμό της επίδρασης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην ακουστική οδό, πραγματοποιήθηκαν μελέτες όχι μόνο σε πειραματόζωα, αλλά και σε ανθρώπους χρήστες κινητών τηλεφώνων.

Μια μελέτη σε ανθρώπους πραγματοποίησε ο Cagatay Oysu και οι συνεργάτες του¹⁷. Ο σκοπός αυτής ήταν να αποτιμηθεί η βραχυπρόθεσμη επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας των κινητών τηλεφώνων με τη χρήση προκλητών ακουστικών δυναμικών στον άνθρωπο. Στη μελέτη αυτή συμμετείχαν 18 υγιείς, ενήλικες εθελοντές. Χρησιμοποιήθηκαν κινητά τηλέφωνα που εξέπεμπαν σε συχνότητα 900 MHz και με ειδικό δείκτη απορρόφησης (SAR) 0.82 W/Kg. Τα κινητά τηλέφωνα τοποθετήθηκαν απευθείας στο δεξί αυτί των εθελοντών για χρονικό διάστημα 15 λεπτών. Οι εθελοντές υποβλήθηκαν σε προκλητά ακουστικά δυναμικά, τόσο πριν, όσο και αμέσως μετά την έκθεσή τους σε ερέθισμα click

δείξει πως η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σχετίζεται με την αύξηση του ρυθμού της καρκινογένεσης, αυξάνοντάς τον σημαντικά όταν συνδυάζεται με την έκθεση σε γνωστά καρκινογόνα (IEGMP, 2000)². Ωστόσο, οι απόψεις για την επίδραση στην επίπτωση της ογκογένεσης, είναι διφορούμενες. Σε εργασίες σχετικά με τον καρκίνο, το IEGMP (2000)² κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μπορεί να οδηγήσει σε ογκογένεση, να ενισχύσει την επίδραση γνωστών καρκινογόνων ουσιών και να προάγει την ανάπτυξη διεισδυτικών μορφών καρκίνου.

Ωστόσο, σε κάποιες μελέτες, η ένταση της ακτινοβολίας ήταν τόσο υψηλή, ώστε τα αποτελέσματα που προέκυψαν να θεωρηθούν ότι οφείλονται στη θερμότητα που αναπτύχθηκε και όχι στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Τόσο στις *in vitro* όσο και στις *in vivo* μελέτες έχει φανεί πως ούτε η οξεία, ούτε η χρόνια επίδραση ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι δυνατόν να προκαλέσει αύξηση της συχνότητας των μεταλλάξεων και των χρωμοσωμικών ανωμαλιών, εφόσον η θερμοκρασία του περιβάλλοντος παραμένει σε φυσιολογικά επίπεδα (UNEP: United Nations Environmental Program / WHO: World Health Organization / IRPA: International

Radiation Protection Activities, 1993)¹³. Με βάση το γεγονός αυτό, δεν μπορεί να υποστηριχθεί κανείς με βεβαιότητα ότι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι δυνατόν να λειτουργήσει ως επαγωγέας σχηματισμού όγκου. Παρ' ότι ένας μεγάλος αριθμός μελετών για τον καρκίνο σε πειραματόζωα υποστηρίζει πως υπάρχει συμμετοχή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην αύξηση της συχνότητας ανάπτυξης κάποιων μορφών καρκίνου, όπως και τη συνέργια της μαζί με γνωστά καρκινογόνα στη διαδικασία της καρκινογένεσης, ωστόσο, ακόμη και σ' αυτές υπάρχει διαφωνία για το βαθμό που η ακτινοβολία επιδρά στην ανάπτυξη του καρκίνου. (ICNIRP: International Council on Non-Ionizing Radiation Protection, 1998 / Moulder, 1999)^{4,15,16}.

Εκτός από τις μελέτες που έχουν γίνει σχετικά με την επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην καρκινογένεση, έχουν διεξαχθεί μελέτες σχετικά με τις γενικότερες επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό. Οι μελέτες αυτές αφορούν στη σχέση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με την εμφάνιση πονοκεφάλων, γενικής αδιαθεσίας, μικρής διάρκειας απώλειας μνήμης, ναυτίας, αλλαγών στο φυσιολογικό ηλεκτροεγκεφαλογράφημα και άλλων διαταραχών του κεντρικού νευρικού συστήματος, όπως και δια-

έντασης 60 και 80 dB nHL. Οι κυματομορφές των προκλητών δυναμικών που ελήφθησαν αξιολογήθηκαν από έμπειρο ακοολόγο. Οι διαφορές των απόλυτων λανθανόντων χρόνων των κυμάτων I, III και IV πριν και μετά την έκθεση δεν ήταν σημαντικές ($P > 0,05$). Αντίστοιχα και οι διακυματικοί λανθάνοντες χρόνοι μεταβίβασης του ερεθίσματος μεταξύ των κυμάτων I-III, I-IV και III-IV δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές στις συχνότητες 60 και 80 dB nHL ($P > 0,05$). Το συμπέρασμα της μελέτης αυτής ήταν ότι η οξεία έκθεση σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία κινητού τηλεφώνου δεν προκαλεί αλλαγές στους απόλυτους λανθάνοντες χρόνους στα προκλητά ακουστικά δυναμικά.

Ωστόσο, ο Sagatay υποστηρίζει ότι αυτό δε σημαίνει πως μπορεί κανείς να κάνει ανεξέλεγκτη χρήση της κινητής τηλεφωνίας, γιατί στη συγκεκριμένη μελέτη δεν εξετάστηκαν βιολογικές και νευροφυσιολογικές αλλαγές, που μπορεί να συμβαίνουν και δεν ανιχνεύονται με τη χρήση των προκλητών ακουστικών δυναμικών. Επιπρόσθετα, στη μελέτη αυτή δεν ελέγχθηκε η μακροχρόνια επίδραση που μπορεί να έχει η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Μια ακόμη μελέτη σε ανθρώπους πραγματοποιήθηκε από τον Orhan Ozturkan et al¹⁸. Η βασική σκέψη ήταν ότι, αν και στη βιβλιογραφία δεν έχει καταγραφεί πτώση της ακοής από χρήση κινητού τηλεφώνου, ωστόσο θα πρέπει να ελεγχθεί αν ο κοχλίας έχει κάποια ευαισθησία στην επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και αυτό μπορεί να ανιχνευτεί με μεταβολές στις ωτοακουστικές εκπομπές. Τριάντα εθελοντές με φυσιολογική ακοή εκτέθηκαν στην επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας κινητού τηλεφώνου για 10 λεπτά. Οι εθελοντές ελέγχθηκαν πριν και μετά την έκθεση με ωτοακουστικές εκπομπές. Δε σημειώθηκαν σημαντικές αλλαγές στις ωτοακουστικές εκπομπές κανενός από τους εθελοντές και κανένα από τα άτομα αυτά δεν παραπονέθηκε για μείωση των επιπέδων της ακοής. Στην εργασία αυτή χρησιμοποιήθηκαν μόνο ωτοακουστικές εκπομπές για τη μελέτη των πιθανών επιδράσεων της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στο ακουστικό όργανο και βάση αυτής η δεκάλεπτη έκθεση δε φαίνεται να επιδρά στο έσω ους.

Ακόμη μία μελέτη της επίδρασης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας κινητών τηλεφώνων πραγματοποίησε ο Noritoshi Arai και οι συνεργάτες του¹⁹. Στη μελέτη αυτή συμμετείχαν 15 ενήλικες εθελοντές χωρίς προβλήματα υγείας και με φυσιολογική ακοή. Ο χρόνος έκθεσης ήταν 30 λεπτά και οι εθελοντές ελέγχθηκαν με τρεις διαφορετικές ηλεκτροφυσιολογικές τεχνικές, τα προκλητά ακουστικά δυναμικά (ABR), τα (ABR-Rs) και τα διάμεσα φλοιϊκά δυναμικά (MLR). Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι τα κύματα I, III και IV τόσο στα προκλητά ακουστικά δυναμικά, όσο και στο ABR-Rs, δεν παρουσίασαν σημαντικές αλλαγές μετά από 30 λεπτά έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο κινητού τηλεφώνου. Ωστόσο, τα ευρήματα αυτά έρχονται σε πλήρη αντιδιαστολή με τα αποτελέσματα της μελέτης του Kellenyi και των συνεργατών του²⁰, που αναφέρουν ότι η έκθεση στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο κινητού τηλεφώνου για χρονικό διάστημα 15 λεπτών έχει ως αποτέλεσμα την καθυστέρηση του κύματος V κατά 0,2 ms στα προκλητά ακουστικά δυναμικά. Αν όντως ισχύει αυτό, τότε υπάρχει σημαντικό πρόβλημα. Παρ' ότι και στις δύο εργασίες χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες τεχνικές για την αξιολόγηση της λειτουργίας της ακουστικής οδού, τα αποτελέσματα διαφέρουν. Τα αρνητικά αποτελέσματα της μελέτης του Noritoshi Arai και των συνεργατών του συμφωνούν με αυτά του Ozturkan και των συνεργατών του, που δεν εντόπισαν αλλαγές στις ωτοακουστικές εκπομπές. Η έλλειψη αλλαγών στα προκλητά ακουστικά δυναμικά δηλώνει πως τα βασικά μονοπάτια, που μεσολαβούν στη μεταβίβαση του ερεθίσματος από τον κοχλία στο φλοιό δεν επηρεάζονται από την επίδραση του κινητού τηλεφώνου. Ακόμη, τα αρνητικά αποτελέσματα της μελέτης του Ozturkan και των συνεργατών του δείχνουν πως η δεκάλεπτη έκθεση δε φαίνεται να επηρεάζει το έσω ους. Ωστόσο, παραμένει το σημαντικό μειονέκτημα ότι και σ' αυτήν την εργασία μελετήθηκε η βραχυχρόνια επίδραση του κινητού τηλεφώνου, αν και υπάρχουν μελέτες που υποστηρίζουν την ύπαρξη ηλεκτροφυσιολογικών αλλαγών στην ακουστική οδό, ακόμη και σε βραχυχρόνια έκθεση στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία κινητών τηλεφώνων. Σ' άλλη μελέτη, η τεχνική που χρησιμοποιήθηκε για να εντοπιστούν οι πιθανές αλλαγές

στην ηλεκτροφυσιολογία του κεντρικού νευρικού συστήματος, μετά την επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας κινητών τηλεφώνων, ήταν το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα. Η συγκεκριμένη μελέτη παρουσιάζει την ιδιαιτερότητα ότι η λήψη του εγκεφαλογραφήματος γίνεται τόσο πριν και μετά τη χρήση κινητού τηλεφώνου, όσο και κατά τη διάρκεια της χρήσης του, καθώς οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν για διαφορετικά χρονικά διαστήματα έκθεσης στην ακτινοβολία. Στη μελέτη αυτή συμμετείχαν 24 υγιή άτομα. Οι τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το εγκεφαλογράφημα επιφανείας σε ηρεμία και το phaselocked neural responses σε ακουστικά ερεθίσματα.

Η μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων επηρεάζει τη νευρική δραστηριότητα στους ανθρώπους κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του κινητού τηλεφώνου. Ο βαθμός της επίδρασης σε σχέση με το χρόνο δεν μπορεί να προσδιοριστεί επακριβώς. Ο S.A. Counter σε μια εργασία του μελέτησε τη μακροπρόθεσμη επίδραση της εγκεφαλικής διέγερσης που προκαλείται από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στην ακουστική οδό και τις αλλοιώσεις στις φυσιολογικές παραμέτρους των προκλητών ακουστικών δυναμικών και στις νευροανατομικές δομές κατά μήκος της ακουστικής οδού για χρονικό διάστημα 12 μηνών σε κουνέλια²¹. Τα κουνέλια εκτέθηκαν σε τεχνητό ηλεκτρομαγνητικό πεδίο, μαγνητικής ισχύος 2,0 Tesla μέσω μαγνητικού πηνίου που τοποθετήθηκε πάνω από το κρανίο τους με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να επιδρά μόνο στο ένα από τα δύο αυτιά. Οι κυματομορφές των προκλητών δυναμικών τόνων και clicks πριν και μετά την έκθεση στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ήταν όμοιες και δε διέφεραν σημαντικά για τα αυτιά που ήταν προστατευμένα, γεγονός που οδήγησε στην υπόθεση ότι ο κοχλίας που προστατευόταν δε φαίνεται να επηρεάστηκε από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Ο απόλυτος λανθάνων χρόνος και τα απόλυτα εύρη των επαρκών των θετικών κυμάτων P1, P3 και P4, καθώς και οι διακυματικοί λανθάνοντες χρόνοι στα προκλητά ακουστικά δυναμικά, ήταν εντός των φυσιολογικών ορίων στα προστατευμένα αυτιά των εκτεθειμένων κουνελιών και αντίστοιχα με αυτά των φυσιολογικών πριν την έκθεση. ➔

► Το κύμα P3 στα μη προστατευμένα αυτιά των κουνελιών που εκτέθηκαν στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ήταν σημαντικά διαφορετικό από τα φυσιολογικά, όσον αφορά στο απόλυτο εύρος και στον απόλυτο λανθάνοντα χρόνο. Ο απόλυτος λανθάνων χρόνος και το απόλυτο εύρος των άλλων επαγμάτων στα προκλητά δυναμικά των μη προστατευμένων αυτιών δε διέφεραν σημαντικά πριν και μετά την έκθεση. Η ιστολογική εξέταση περιοχών των κοιλιακών πυρήνων και του κάτω διδυμίου, δηλαδή των περιοχών από όπου πιθανά πηγάζουν τα κύματα P2 και P5 στα ακουστικά προκλητά δυναμικά, δεν έδειξε να υπάρχουν αλλαγές στην κυτταρική οργάνωση και ιστολογικές αλλοιώσεις.

Τελικά, δεν παρατηρήθηκαν επιβλαβείς επιδράσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην ακουστική οδό σε κουνέλια που εκτέθηκαν για μακρό χρονικό διάστημα, σε υψηλής έντασης και χαμηλής συχνότητας χρονικά μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο. Η επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην ακουστική οδό μελετήθηκε και από τον Ahmet Kizilay et al²². Ο σκοπός της εργασίας ήταν να μελετηθεί η επίδραση της χρόνιας έκθεσης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας των κινητών τηλεφώνων στο έσω ους ενήλικων και αναπτυσσόμενων ποντικών, χρησιμοποιώντας ωτοακουστικές εκπομπές. Κάθε μέρα, τα 7 από τα 14 ενήλικα ποντίκια εκτίθενται σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο κινητού τηλεφώνου, με μια κατάλληλα διαμορφωμένη διάταξη, επί 30 μέρες, ενώ τα υπόλοιπα 7 ποντίκια αποτέλεσαν την ομάδα των μαρτύρων. Και οι δύο ομάδες ελέχθησαν με ωτοακουστικές εκπομπές τόσο πριν, όσο και μετά την έκθεση στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Αντίστοιχες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν και σε νεογέννητα ποντίκια, τα οποία μετείχαν στο πείραμα από τη δεύτερη μέρα της γέννησής τους. Στη μελέτη αυτή δε διαπιστώθηκαν αξιόλογες αλλαγές στις ωτοακουστικές εκπομπές πριν και μετά την έκθεση των ποντικών σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο κινητού τηλεφώνου.

Συμπερασματικά, δε φαίνεται να προκαλούνται αλλοιώσεις στο έξω, μέσο και έσω αυτί σε χρήση κινητού τηλεφώνου, για μια ώρα την ημέρα για 30 μέρες.

Η ευρεία χρήση των κινητών τηλεφώνων δημιούργησε το ερώτημα κατά πό-

σο επιδρά η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Προκειμένου να μετρηθεί η επίδραση αυτή στους νευροδιαβιβαστές του κεντρικού νευρικού συστήματος, αναπτύχθηκε ένα πρωτόκολλο ανίχνευσης των νευροδιαβιβαστών που στηρίχθηκε στην ανοσοϊστοχημεία και την απεικόνιση. Το γ-βινυλ-GABA (GVG), που είναι ένας αναστολέας της GABA-τρανσαμινάσης, ενέθηκε σε ποντικούς για να αυξήσει τη συγκέντρωση του GABA στο κεντρικό νευρικό σύστημα (Anne-Laure Mausset-Bonnefont, 2004)²³. Η συγκέντρωση του GABA στα κύτταρα υπολογίστηκε με ανοσοϊστοχημεία και με μειωμένη ποσοτική ακρίβεια με ανάλυση εικόνας. Το πρωτόκολλο αυτό χρησιμοποιήθηκε για να μελετηθεί η επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας συχνότητας 900 MHz στη συγκέντρωση του GABA στα παρεγκεφαλιδικά κύτταρα. Ελέγχθηκαν τόσο η παλμική εκπομπή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με ειδικό δείκτη απορρόφησης (SAR) 4 W/kg, όσο και η συνεχής εκπομπή με μέγιστο ειδικό δείκτη απορρόφησης SAR 32 W/kg. Στη συγκεκριμένη εργασία παρατηρήθηκε μια εκλεκτική υποβάθμιση της σημασμένης περιοχής της στιβάδας των κυττάρων Purkinje μετά από την έκθεση στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και, ταυτόχρονα, μια μείωση στην οπτική πυκνότητα και στις τρεις στιβάδες μετά από την έκθεση σε συνεχές πεδίο. Παρ' ότι δεν είναι σαφές αν η επίδραση αυτή είναι αποτέλεσμα θερμικών μεταβολών στους ιστούς, γενικά φαίνεται πως η έκθεση σε υψηλά ηλεκτρομαγνητικά πεδία προκαλεί μια μείωση της συγκέντρωσης του GABA στα κύτταρα της παρεγκεφαλίδας. Εκθέτοντας μόνο το κεφάλι των ποντικών για 15 λεπτά σε παλμικό ηλεκτρομαγνητικό πεδίο συχνότητας 900 MHz και με μέγιστο ειδικό δείκτη απορρόφησης του εγκεφάλου 6 W/kg, προκαλείται ισχυρή νευρογλοιακή αντίδραση στον εγκέφαλο. Η επίδραση αυτή, η οποία υποδηλώνει νευρωνικές βλάβες, παρατηρήθηκε ιδιαίτερα στο νεοραβδωτό σχηματισμό. Παρ' ότι η γενική κινητική συμπεριφορά των ποντικών δεν υπέστη σημαντικές μεταβολές στο σύντομο αυτό χρονικό διάστημα, τα αποτελέσματα αυτά αποτελούν ένδειξη για άμεσες κυτταρικές και μοριακές μεταβολές στον εγκέφαλο του ποντικού, μετά από οξεία έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικό πε-

δίο κινητού τηλεφώνου. Σε μια άλλη μελέτη φάνηκε πως η πεντάλεπτη έκθεση σε παλμικό πεδίο συχνότητας 880 MHz μειώνει σημαντικά το επίπεδο σύνδεσης του (Lai H)³ Muscimol στα συναπτοσώματα που παράγονται από τον εγκέφαλο (Kolomytkin et al., 1994)²⁴. Παρ' ότι οι παράμετροι έκθεσης που μελετήθηκαν στις δύο μελέτες είναι διαφορετικές, τα αποτελέσματα και των δύο συμφωνούν πως οι υποδοχείς του GABA είναι ευαίσθητοι στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Άλλες συχνότητες (κυρίως 2.450 MHz) φαίνεται να προκαλούν μεταβολές σε αρκετά συστήματα νευροδιαβιβαστών, στις λειτουργίες απελευθέρωσης και πρόσδεσης των υποδοχέων (Lai, 1994)²⁵.

Ένας άλλος πιθανός μηχανισμός επίδρασης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας των κινητών είναι η άμεση επίδραση στη φωσφορυλίωση υπομονάδων με τη μεταβολή συγκεντρώσεων ενδοκυττάρων ενζύμων, όπως κινάσες και φωσφατάσες. Η υπόθεση αυτή φαίνεται να στηρίζεται σε διάφορες μελέτες, οι οποίες δείχνουν ότι η έκθεση στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που εκπέμπουν τα κινητά τηλέφωνα είναι ικανή να μεταβάλλει την έκφραση διαφορετικών ενζύμων σε μια μεγάλη ποικιλία κυττάρων και ιστών (Moustafa et al 2001/ Pacini et al., 2002)^{26/27}.

Επιπρόσθετα στις μοριακές επιδράσεις, η υπερκινητικότητα του γλουταμινεργικού συστήματος μπορεί να ενεργοποιήσει ενδοτοξικά μονοπάτια, που έχουν ως αποτέλεσμα το stress των νευρικών κυττάρων και/ή το θάνατο (Sattler and Tymianski, 2000)²⁸. Πράγματι, έχει σημειωθεί ότι ισχυρή νευρογλοιακή δραστηριότητα συμβαίνει σε διαφορετικά τμήματα του εγκεφάλου μετά από τη χρήση του κινητού τηλεφώνου. Επειδή δεν έχει διαπιστωθεί άμεση επίδραση στα αστροκύτταρα, το μόνο που μπορεί να θεωρηθεί είναι ότι η νευρογλοιακή επαναδιέγερση αντανακλά βλάβες σε νευρικά κύτταρα, που προκαλούνται από τοπική υπερδραστηριότητα του γλουταμινεργικού συστήματος και/ή την έλλειψη ισορροπίας μεταξύ συστημάτων ενεργοποίησης και αναστολής (French et al., 2001/ Leszczynski et al., 2002)^{29/30}. Όσον αφορά σε αυτό, ήδη έχει δειχθεί ότι η έκθεση στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία προκαλεί κυτταρικό θάνατο σε διάφορους τύπους κυττάρων μέσω μοριακών μονοπατιών που εμπλέ-

► κονται σε ενδοτοξικά γεγονότα, όπως η σύνθεση *heat shock* πρωτεϊνών (Koroshetz and Bonventre, 1994)³¹

Παρά τις βιοχημικές και μοριακές επιδράσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στον εγκέφαλο, αυτές δε φαίνεται να ακολουθούνται από εμφανείς επιρροές στη γενική κινητική συμπεριφορά. Πράγματι, τα αντανάκλαστικά, τα οποία χρειάζονται την απαραίτητη ρύθμιση από το φλοιό και το νεοραβδωτό, δε φαίνεται να επηρεάζονται ούτε άμεσα, ούτε και μετά από 24 ώρες από την έκθεση. Αυτό συμφωνεί με την απουσία εμφανών επιδράσεων, μετά από αντίστοιχη έκθεση σε γενικές λειτουργίες, όπως η μάθηση και η μνήμη (Dubreuil et al., 2002/ Dubreuil et al., 2003)^{32/33}. Ουσιαστικά, αυτό που προέκυψε είναι ότι οι μεταβολές που παρατηρήθηκαν στη συγκεκριμένη μελέτη μπορεί να μην είναι από μόνες τους ικανές να επηρεάσουν τη συμπεριφορά και/ή ότι η ευαισθησία των δοκιμασιών για τον έλεγχο της συμπεριφοράς πρέπει να είναι αρκετά χαμηλή για να δώσει αποτελέσματα που θα συμβαδίζουν με τις βιοχημικές αλλαγές που συνέβησαν.

Η επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας κινητών τηλεφώνων μπορεί να επηρεάσει τον πραγματικό χρόνο αντίδρασης, τη μάθηση και τη μνήμη των ανθρώπων (Koivisto et al., 2000a/ Koivisto et al., 2000b)^{34/35}.

Συμπεράσματα

Η κινητή τηλεφωνία πρωτοεμφανίστηκε στο τέλος της δεκαετίας του 1980. Η Σουηδία ήταν μια από τις χώρες που χρησιμοποίησε πρώτη σε ευρεία κλίμακα τα κινητά τηλέφωνα. Με την ευρεία διάδοσή τους άρχισε να παρατηρείται ένας σημαντικός αριθμός ερευνών, σχετικά με τις πιθανές επιπτώσεις στην υγεία των χρηστών τους.

Η αφθονία των κινητών τηλεφώνων έχει αυξήσει την ανησυχία για τους σχετιζόμενους με την ακτινοβολία κινδύνους, τόσο για την υγεία όσο και για την ευημερία, σε μεγάλες ομάδες του πληθυσμού (Pau HW et al., 2005).

Οι επιπτώσεις της κινητής τηλεφωνίας στο σύστημα ακοής και ισορροπίας αποτελούν αντικείμενο μελέτης από ερευνητές από μακρό (πέραν της δεκαετίας), στα μεγαλύτερα ερευνητικά κέντρα του πλανήτη. Οι επιπτώσεις αυτές διακρίνο-

νται σε άμεσες, βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της διεθνούς βιβλιογραφίας (Lahkola A et al 2006, Sievert U et al 2005, Takebayashi T et al 2006, Pau HW et al 2005, Lonn S et al 2004, Christensen HC et al 2004), η χρήση της κινητής τηλεφωνίας δεν προκαλεί βλάβη στο σύστημα ακοής και ισορροπίας, άμεσα και βραχυπρόθεσμα. Ο όρος «βραχυπρόθεσμα» περιλαμβάνει χρονικό ορίζοντα μέχρι και 10 ετών χρήσης κινητού τηλεφώνου. Όσον αφορά στις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της κινητής τηλεφωνίας, δεν έχει ξεκαθαριστεί εάν υπάρχουν επιπτώσεις ή όχι. Ο κυριότερος λόγος είναι ότι η χρήση των κινητών τηλεφώνων ουσιαστικά άρχισε πριν 15 περίπου χρόνια (ανάλογα με το κράτος), ενώ η ευρεία διάδοση της κινητής τηλεφωνίας δεν ξεπερνά τα 10 χρόνια στις περισσότερες χώρες.

Παρ' όλα αυτά υπάρχει επιδημιολογική μελέτη που υποστηρίζει ότι η μακροχρόνια έκθεση του εγκεφάλου στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία από τη χρήση της κινητής τηλεφωνίας δεν επηρεάζει τη συχνότητα εμφάνισης όγκων του νευρικού συστήματος, επομένως και της ακουστικής και αιθουσαίας νευρικής οδού (Muscat JE et al 2006), αλλά υποστηρίζεται μια πιθανή αύξηση της συχνότητας εμφάνισης ορισμένων όγκων που αφορούν στο σύστημα ακοής και ισορροπίας, όπως π.χ. το ακουστικό νευρίωμα (Lonn S et al 2004).

Η βάση λειτουργίας των κινητών τηλεφώνων βρίσκεται στη χρήση ραδιοκυμάτων συχνότητας 450, 800/900 και 1800/1900 MHz.

Τα ραδιοκύματα των κινητών, βάσει ευρείας μελέτης που χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση (20 Δεκεμβρίου 2004), βρέθηκε ότι καταστρέφουν τα κύτταρα και το DNA σε εργαστηριακές συνθήκες. Ωστόσο, μια άλλη έρευνα που διενεργήθηκε σε 12 ευρωπαϊκές χώρες, δεν απέδειξε ότι τα κινητά αποτελούν κίνδυνο για την υγεία, αλλά πρέπει να ελεγχθούν οι επιπτώσεις τους και έξω από το εργαστήριο. Μια φιλανδρική έρευνα (Ιούνιος 2002) έδειξε ότι μια πρωτεΐνη, η hsp27, η οποία συνδέεται με τη λειτουργία του αιματοεγκεφαλικού φραγμού, παρουσιάζει αυξημένη δραστηριότητα εξ' αιτίας της ακτινοβολίας, με πιθανότητα η δραστηριότητα αυτή να προκαλεί αυξημένη

διαπερατότητα του φραγμού.

Μια πλειάδα συμπτωμάτων, όπως κεφαλαλγία, κόπωση, ναυτία, ζάλη, εμβοές και κατάθλιψη, συνδέεται με την επανειλημμένη ακτινοβολία των ηλεκτροχημικών συνάψεων του εγκεφάλου (Lincoln University, New Zealand).

Σύμφωνα με έναν ανεξάρτητο ερευνητή (Dr. Cox, Physician, U.K.), τα παραπάνω συμπτώματα μαζί με διαταραχές προσανατολισμού και παροδική σύγχυση, ίσως οφείλονται σε αμφοτερόπλευρη διέγερση του τμήματος του νευρικού συστήματος που αποκαλείται αιθουσαίο σύστημα, που συντονίζει την ισορροπία και τον προσανατολισμό. Η συχνή χρήση των κινητών ελαττώνει σημαντικά τα επίπεδα μελατονίνης (μιας σημαντικής ορμόνης) για την πρόληψη εμφάνισης όγκων, διαταραχών ύπνου και αιθουσαίων διαταραχών.

Δέκα και παραπάνω έτη χρήσης κινητού, υποστηρίζεται ότι αυξάνει τον κίνδυνο ανάπτυξης ακουστικού νευρινώματος (καλοήθης όγκος, αρχικά καταλαμβάνει τον έσω ακουστικό πόρο, αυξάνεται προοδευτικά και επεκτείνεται στη γεφυροπαραγκεφαλιδική γωνία).

Λαμβάνοντας υπόψη την πλευρά χρήσης του κινητού, βρέθηκε ότι ο κίνδυνος ανάπτυξης του όγκου είναι σχεδόν τετραπλάσιος στη σύστοιχη πλευρά και φυσιολογικός στην αντίστοιχη (Οκτώβριος 2004, Karolinska Institute, Sweden). Τα παραπάνω ευρήματα επιβεβαιώνονται και από έρευνα του 2003 στο John Hopkins Hospital των U.S.A.

Μέχρις ότου ολοκληρωθούν νέες μελέτες που να ξεκαθαρίζουν το θέμα της μακροπρόθεσμης επίδρασης της κινητής τηλεφωνίας στο σύστημα ακοής και ισορροπίας, καλό θα ήταν οι χρήστες κινητών τηλεφώνων να χρησιμοποιούν κατά τη διάρκεια των τηλεφωνικών ακροάσεων συσκευές τύπου "Hands-free", που μειώνουν την έκθεση στην ακτινοβολία σε ποσοστό 90% (Bit-babik G et al 2003).

Η έρευνα των επιπτώσεων της χρήσης των κινητών τηλεφώνων είναι σε εξέλιξη και αρκετά συμπεράσματα αναμένεται ακόμη να εξαχθούν.

Αποτελέσματα

Ο κίνδυνος από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων

ων σχετίζεται με δύο, κυρίως, βασικές υποθέσεις: Η μία αφορά στην κατανοητή θερμική αλληλεπίδραση ακτινοβολίας - ιστού. Η «μικροκυματική επίδραση» πιστεύεται ότι προκαλεί βλάβη μέσω της θέρμανσης των εκτεθειμένων περιοχών του σώματος (θερμική επίδραση). Η δεύτερη αφορά στην αλληλεπίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με τις μεταβολικές και λειτουργικές δραστηριότητες των κυττάρων και των ιστών (μη θερμική επίδραση). Πολλές μελέτες αρνούνται τις απειλές αυτές από τις επιδράσεις, ωστόσο άλλες τις θεωρούν σημαντικές (Health Physics 1996; 70:587-92, Health Physics 1998; 74:494-522, Roosli M 2003, Wainwright P 2000, Repacholi MH (WHO) 1998).

Η βιβλιογραφία (Health Physics 1996; 70:587-92, Repacholi MH 1998) σχετικά με το θέμα αυτό, επικεντρώνεται είτε στους θεωρητικά μακροχρόνιους, είτε στους βραχυχρόνιους κινδύνους. Μερικές δυσμενείς νευρολογικές επιδράσεις μπορεί να σχετίζονται με τη δεύτερη ομάδα, όπως κεφαλαλγίες κατά τη διάρκεια έκθεσης στην ηλεκτρομαγνητική (EM) ακτινοβολία (Frey AH 1998, Hocking B., 2003), αλλαγή των γνωσιακών λειτουργιών (Sandstorm M et al 2001, Edelstyn N et al 2002, Lee TM et al 2003, Haarala C et al 2003) ή επίδραση στο ηλεκτροε-

γκεφαλογράφημα (Lebedeva NN. 2001, Huber R. 2002).

Οι Pau et al (2005) με τη χρήση ηλεκτρονυσταμογραφίας, μελέτησαν την επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας των κινητών τηλεφώνων στο αισουσαίο σύστημα, χορηγώντας συνεχές και παλμικό ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Δεν παρατηρήθηκε νυσταγμός που να σχετίζεται με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Αυτό σημαίνει απουσία σημαντικής θερμικής επίδρασης ($> 0,1^{\circ}\text{C}$) στο επίπεδο του οριζώντιου ημικυκλίου σωλήνα ή άλλης βλαπτικής μη θερμικής επίδρασης στο αισουσαίο σύστημα. Επίσης, με τη χρήση θερμογραφίας υπέρυθρης ακτινοβολίας απέδειξαν ότι υπάρχει αύξηση της θερμοκρασίας στους ιστούς γύρω από την κεραία του κινητού τηλεφώνου, η οποία δεν ξεπερνά τους $0,1^{\circ}\text{C}$ και θεωρείται μη σημαντική. Αυτό μπορεί να εξηγήσει τη θερμότητα ή το αίσθημα καύσου στο πτερύγιο, την ινιακή χώρα ή το δέρμα του προσώπου σε ευαίσθητα άτομα, δεν μπορεί ωστόσο να επηρεάσει δομές που βρίσκονται βαθιά στο κρανίο, όπως το αισουσαίο όργανο (Pau et al 2005). Αντίθετα, σύμφωνα με τους Van Leeuwen et al, η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων μπορεί να αυξήσει τη θερμοκρασία του εγκεφάλου κατά $0,1^{\circ}\text{C}$ (Van

Leeuwen GM, 1999).

Η κοχλιακή λειτουργία, εκτιμώμενη με ωτοακουστικές εκπομπές (ΟΑΕ) από τους Ozturan et al (2002), έχει αποδειχθεί ότι δεν επηρεάζεται από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του κινητού τηλεφώνου. Η επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών (EM) πεδίων στην οπισθοκοχλιακή λειτουργία έχει εξετασθεί, χρησιμοποιώντας προκλητά ακουστικά δυναμικά σε διάφορες μελέτες, οι οποίες κατέληξαν σε διαφορετικά αποτελέσματα. Οι Kellenyi et al (1999), βρήκαν μεταβολή στο κύμα V, που υποδηλώνει κάποια επίδραση στο εγκεφαλικό στέλεχος, ενώ οι Arai et al (2003) δεν μπόρεσαν να αναπαράγουν τα αποτελέσματα αυτά. Ωστόσο, για τεχνικούς λόγους, καμία μελέτη δεν έκανε μετρήσεις ταυτόχρονα με τη χρήση κινητού τηλεφώνου, αλλά μόνο πριν ή αμέσως μετά. Σε αντίθεση με τις μελέτες που αναφέρθηκαν παραπάνω, οι Sievert et al (2005), κατέγραψαν τα προκλητά ακουστικά δυναμικά του εγκεφαλικού στελέχους (ABR) πριν, κατά τη διάρκεια και αμέσως μετά την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο κινητού τηλεφώνου, συνεχές και παλμικό. Βρήκαν ότι δεν υπάρχει καμία μεταβολή στην καταγραφή των ABR, γεγονός που υποδηλώνει ότι δεν υπάρχει επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στο εγκεφαλικό στέλεχος (Sievert U

Σε κάθε έντυπο που “περνάει” από το χέρι μας αφήνουμε το... ..αποτύπωμά μας!

- μονόφυλλα
- τρίπτυχα
- πολυσέλιδα
- ειδικά σχήματα
- ευχετήριες κάρτες
- αφίσες
- προσκλήσεις
- δημιουργία καταχωρήσεων περιοδικού τύπου
- περιοδικά
- εφημερίδες
- βιβλία
- μονογραφίες
- ειδικές εκδόσεις
- εξειδικευμένες εικονογραφήσεις
- σήμα
- λογότυπο
- κάρτα
- αυτοκόλλητο
- σχεδιασμός κουτιού
- ετικέτα
- ειδικές κατασκευές
- stands
- καρτολίνας

et al, 2005).

Ταυτόχρονα με την αύξηση της χρήσης των κινητών τηλεφώνων, παρατηρήθηκε αύξηση της επίπτωσης των ενδοκράνιων όγκων (Inskip PD, 1995).

Η έκθεση στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων επικεντρώνεται στις περιοχές που βρίσκονται κοντά στη συσκευή, δηλαδή στο μνιγγικό και γλοιακό ιστό που βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια του κρανίου, στην αισουσαία μούρα της VIII εγκεφαλικής συζυγίας, απ' όπου ξεκινούν τα ακουστικά νευρίνωματα και το ενδοκροταφικό τμήμα του προσωπικού νεύρου. (Rothman KJ, 1996, Dimbylow PJ, 1999). Σύμφωνα με διεθνείς μελέτες, τα κινητά τηλέφωνα είναι δυνατόν να αυξήσουν την επίπτωση των όγκων εγκεφάλου (Hardell L, 2002). Αντίθετα, οι Lonn et al (2005), σε μελέτη τους υποστηρίζουν ότι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία των κινητών τηλεφώνων δε σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο ανάπτυξης μνιγγιώματος ή γλωιώματος. Σε παρόμοια συμπεράσματα καταλήγουν και οι Christensen et al (2005), Johansen C (2001). Ωστόσο, η καρκινογόνος επίδραση μετά από μακροχρόνια χρήση είναι ακόμα υπό συζήτηση.

Όσον αφορά στο ακουστικό νευρίνωμα, οι Lonn et al (2005), παρατήρησαν αυξημένο κίνδυνο ανάπτυξης του μετά από χρήση κινητού τηλεφώνου τουλάχιστον για 10 χρόνια.

Η συσχέτιση ήταν ισχυρότερη για όγκους στην ίδια πλευρά με αυτήν που συνήθως χρησιμοποιούσαν το κινητό τηλέφωνο. Για βραχυχρόνια χρήση κινητού τηλεφώνου και βραχεία λανθάνουσα περίοδο, δεν παρατήρησαν καμία συσχέτιση (Lonn S et al 2004). Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν και άλλες μελέτες (Johansen C et al 2001, Hardell L 1999, Inskip PD 2001, Muskat JE 2002, Christensen HC et al 2004).

Η μελέτη που παρουσιάζει αντίθετα αποτελέσματα είναι αυτή των Hardell et al, σύμφωνα με την οποία παρατηρείται αυξημένος κίνδυνος ανάπτυξης ακουστικού νευρίνωματος μετά από βραχυχρόνια χρήση κινητού τηλεφώνου (Hardell L, 2002). Τέλος, οι Warren et al (2003), μελετώντας τους όγκους του ενδοκροταφικού τμήματος του προσωπικού νεύρου, παρατήρησαν ότι δεν υπάρχει καμία συσχέτιση με την κανονική χρήση κινητού τηλεφώνου. Οι Arai N et al, το 2003

σημειώνουν: Η τριαντάλεπτη ημερήσια χρήση του κινητού τηλεφώνου δεν ενοχοποιείται για τη δημιουργία βραχυπρόθεσμων βλαβών στην κεντρική ακουστική οδό. Βασίζομενοι στις μεθόδους εξέτασης με προκλητά δυναμικά εγκεφαλικού στελέχους (ABR) και μέσα προκλητά δυναμικά εγκεφαλικού στελέχους (middle latency response / MLR),

Η τριαντάλεπτη ημερήσια χρήση του κινητού τηλεφώνου δε δημιουργεί βραχυπρόθεσμες βλάβες στην ανθρώπινη κεντρική ακουστική οδό.

Τέλος, οι Steitz H et al. το 2005 σημειώνουν: Ηλεκτρομαγνητική υπερευαισθησία (EHS) και υποκειμενικά προβλήματα υγείας σε σχέση με τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία των κινητών τηλεφώνων. Στις περιορισμένες έως τώρα επιστημονικές μελέτες, δεν υπάρχουν έγκυρα στοιχεία που να επιβεβαιώνουν το συσχετισμό προβλημάτων υγείας με την έκθεση στην ακτινοβολία της κινητής τηλεφωνίας. Εν τούτοις, τα μέχρι σήμερα διεθνή ερευνητικά δεδομένα στον τομέα αυτό, δε μας επιτρέπουν τον αποκλεισμό μακροπρόθεσμων επιπτώσεων στην υγεία του ανθρώπου.

Η χρήση των κινητών τηλεφώνων έχει γίνει ευρέως γνωστή τα τελευταία 5 με 10 χρόνια. Η περίοδος, όμως, αυτή είναι ανεπαρκής για να καταλήξουμε σε αξιόπιστα συμπεράσματα αναφορικά με τους κινδύνους που εγκυμονεί η μακροχρόνια χρήση των κινητών τηλεφώνων.

Δε φαίνεται να προκαλούνται αλλοιώσεις στο έξω, μέσο και έσω αυτί σε χρήση κινητού τηλεφώνου, για μια ώρα την ημέρα για 30 μέρες.

Συστάσεις

1. Να απαγορεύεται η χρήση κινητών τηλεφώνων στα παιδιά.

2. Καλό θα ήταν οι χρήστες των κινητών τηλεφώνων να χρησιμοποιούν κατά τη διάρκεια των τηλεφωνικών ακροάσεων συσκευές τύπου "Hands-free", οι οποίες μειώνουν δραματικά την έκθεση του εγκεφάλου στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (σε ποσοστό 90%).

Summary

Effects of radiation (electromagnetic field and thermal) generated by mobile phones on human hearing and balance system

D. Assimakopoulos, G. Velegrakis, I. Kastanioudakis, E. Passou, G. Gavalas

The pulsed high-frequency electromagnetic field (pulsed EMF) emitted by mobile phones doesn't have any short-term effects on human balance and hearing system (inner ear, auditory and vestibular pathways). More specific, exposure of pulsed EMF generated by a mobile phone for 30 minutes has not any short-term effects on human inner ear or auditory and balance pathways. Long-term effects of EMF generated by mobile phones are not clearly determined due to relatively recent (10-15 years) application of mobile phones in the most of the European countries.

However, an increased risk of acoustic neuroma associated with mobile phone use of at least 10 years' duration is reported. Moreover, other symptoms like headache, memory and learning disorders and tinnitus, may be consequences of long-term exposure of EMF generated by mobile phones.

Until further studies fully elucidate the long-term effects of exposure at EMF emitted by mobile phones on human inner ear and auditory and balance pathways, we must:

1. Strictly forbid the use of mobile phones by children.

2. Prompt the adherents of mobile phones to use "hands free" devices, which dramatically reduce the EMF, emitted by mobile phones.

Key words: mobile phone, electromagnetic fields, thermal radiation, vertigo, tinnitus, vestibular schwannoma.

Βιβλιογραφία

1. Repacholi MH. Low level exposure to radiofrequency electromagnetic fields: health effects and research needs. *Bioelectromagnetics*, 1998; 19:1.
2. IEGMP: Independent Expert Group on Mobile Phones. Chairman Sir William Stewart. The Stewart report, 2000.
3. Lai H, Singh NP. Acute low-intensity microwave exposure increases DNA single-strand breaks in rat brain cells. *Bioelectromagnetics*, 1995; 16:207.
4. 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.
5. Malyapa RS, Ahern EW, Straube WL, Moros EG, Pickard WF, Roti Roti JL. Measurement of DNA damage following exposure to 2.450 MHz electromagnetic radiation. *Radiat Res* 1997a; 148:608.
6. Malyapa RS, Ahern EW, Straube WL, Moros EG, Pickard WF, Roti Roti JL. Measurement of DNA damage following exposure to electromagnetic radiation in the cellular communications frequency band (835.62 and 847.74 MHz). *Radiat*

- Res 1997b; 148:618.
7. Malyapa RS, Ahem EW, Bi C, Straube WL, LaRegina M, Pickard WF, Roti Roti JL. DNA damage in rat brain cells after in vivo exposure to 2.450 MHz electromagnetic radiation and various methods of euthanasia. *Radiat Res*, 1998; 149:637.
 8. Szmigielski S, Szudzinski A, Pietraszek A, Bielec M, Wrembel JK. Accelerated development of spontaneous and benzopyrene-induced skin cancer in mice exposed to 2.450 MHz microwave radiation. *Bioelectromagnetics*, 1982; 3:179.
 9. Szmigielski S, Bielec M, Lipski S, Sokolska G. Immunologic and cancer-related aspects of exposure to low-level microwave and radiofrequency fields. IN *Modern Bioelectricity* (AA Marino, Ed) New York 1988.
 10. Szmigielski S, Marcel D, Szudzinski A, Pietraszek A, Janiak M, Wrembel J, Kalczek M. Acceleration of the development of benzopyrene-induced skin cancer in mice by microwave radiation. *Arch Dermatol Res*, 1982; 274:303.
 11. Szmigielski S. Cancer mortality in subjects occupationally exposed to high-frequency (radiofrequency and microwaves) electromagnetic radiation. *Sci Total Environ* 1996; 180:9.
 12. Repacholi MH, Basten A, GebSKI V, Noonan D, Finnie J, Harris AW. Lymphomas in E mu-Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz electromagnetic-fields. *Radiat Res* 1997 May; 147(5):631-40.
 13. UNEP/WHO/IRPA. *Electromagnetic Fields (300 Hz – 300 GHz)*. Geneva, World Health Organization, Environmental Health Criteria 1993; 137.
 14. ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Phys*, 1998a; 74(4):494.
 15. ICNIRP. Response to questions and comments on ICNIRP guidelines. *Health Phys* 1998b; 75(4):438.
 16. Moulder JE, Erdreich LS, Malyapa RS, Merritt J, Pickard WF, Vijayalaxmi DZ. Cell phones and cancer: what is the evidence for a connection? *Radiat Res* 1999; 151:513.
 17. Oysu C, Topak M, Celik O, Yilmaz HB, Sahin AA. Effects of the acute exposure to the electromagnetic field of mobile phones on human auditory brainstem responses. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2005 Oct; 262(10):839-43. Epub 2005 Feb 25.
 18. Ozturan O, Erdem T, Miman MC, Kalcioğlu MT, Onsel S. Effects of the electromagnetic field of mobile telephones on hearing. *Acta Otolaryngol* 2002; 122:289-293.
 19. Arai N, Enomoto H, Okabe S, Yuasa K, Kamimura Y, Ugawa Y. Thirty minutes mobile phone use has no short-term adverse effects on central auditory pathways. *Clinical Neurophysiology*, 2003 Aug; 114(8):1.390-4.
 20. Kellenyi L, Thurocz G, Faludy B, Lenard L. Effects of mobile GSM radiotelephone exposure on the auditory brainstem response (ABR). *Neurobiology (Bp)* 1999; 7(1):79-81.
 21. SA Counter. Neurobiological effects of extensive transcranial electromagnetic stimulation in an animal model. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/ Evoked Potentials Section*, 1993 Oct; 89(5):341-48.
 22. Kizilay A, Ozturan O, Erdem T, Kalcioğlu MT, Miman MC. Effects of chronic exposure of electromagnetic fields from mobile phones on hearing in rats. *Auris Nasus Larynx*, 2003 Aug; 30(3):239-45.
 23. Mausset-Bonnefont AL, Hirbec H, Bonnefont X, Privat A, Vignon J, de Sèze R. Acute exposure to GSM 900-MHz electromagnetic fields induces glial reactivity and biochemical modifications in the rat brain. *Neurobiology of Disease*, 2004 Dec; 17: 445-54.
 24. Kolomytkin O, Yurinska M, Zharikov S, Kuznetsov V, Zharikova A. Response of brain receptor systems to microwave energy exposure. In: Frey, A.H. (Ed.) *On the nature of Electromagnetic Field Interactions With Biological Systems*. R.G. Landes Company, Austin, 1994; 195-206.
 25. Lai H, Horita A, Guy AW. Microwave irradiation affects radial-arm maze performance in the rat. *Bioelectromagnetics*, 1994; 15:95.
 26. Moustafa YM, Moustafa RM, Belacy A, Abou-El-Ela SH, Ali FM. Effects of acute exposure to the radiofrequency fields of cellular phones on plasma lipid peroxide and antioxidant activities in human erythrocytes. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 2001 Nov; 26(4): 605-608.
 27. Pacini S, Ruggiero M, Sardi I, Aterini S, Gulisano F, Gulisano M. Exposure to global system for mobile communication (GSM) cellular phone radiofrequency alters gene expression, proliferation, and morphology of human skin fibroblasts. *Oncol. Res* 2002; 13:19-24.
 28. Sattler R, Tymianski M. Molecular mechanisms of calcium-dependent excitotoxicity. *J Mol Med* 2000; 78:3-13.
 29. French PW, Penny R, Laurence JA, McKenzie DR. Mobile phones, heat shock proteins and cancer. *Differentiation* 2001; 67:93-97.
 30. Leszczynski D, Joenvaara S, Reivinen J, Kuokka R. Non-thermal activation of the hsp27/p38MAPK stress pathway by mobile phone radiation in human endothelial cells: molecular mechanism for cancer and blood-brain barrier-related effects. *Differentiation* 2002; 70:120-129.
 31. Koroshetz WJ, Bonventre JV. Heat shock response in the central nervous system. *Experientia* 1994; 50:1.085-1.091.
 32. Dubreuil D, Jay T, Edeline JM. Does head-only exposure to GSM-900 electromagnetic fields affect the performance of rats in spatial learning tasks? *Behavioural Brain Research*, 2002 Feb; 1;129(1-2): 203-10.
 33. Dubreuil D, Jay T, Edeline JM. Head-only exposure to GSM 900-MHz electromagnetic fields does not alter rat's memory in spatial and non-spatial tasks. *Behavioural Brain Research*, 2003 Oct; 145(1-2): 51-61.
 34. Koivisto M, Krause CM, Revonsuo A, Laine M, Hämäläinen H. The effects of electromagnetic field emitted by GSM phones on working memory. *NeuroReport* 2000a; 11:1.641-1.643.
 35. Koivisto M, Revonsuo A, Krause CM, Haaraala C, Sillanmäki L, Laine M, Hämäläinen H. Effects of 902 MHz electromagnetic field emitted by cellular telephones on response times in humans. *NeuroReport* 2000b; 11:1-3.
 36. Arber SL, Lin JC. Microwave enhancement of membrane conductance: effects of EDTA, caffeine and tetracaine. *Physiol Chem Phys Med NMR* 1984; 16:469.
 37. Arber SL, Lin JC. Microwave induced changes in nerve cells: effects of modulation and temperature. *Bioelectromagnetics*, 1985; 6:257.
 38. McRee DI, Wachtel H. The effects of microwave radiation on the vitality of isolated frog sciatic nerves. *Radiat Res* 1980; 82:536.
 39. Seaman RL, Wachtel H. Slow and rapid responses to CW and pulsed microwave radiation by individual *Aplysia* pacemakers. *J Microwave Power* 1978; 13:77.
 40. Wachtel H, Seaman R, Joines W. Effects of low-intensity microwaves on isolated neurons. *Ann N Y Acad Sci* 1975; 247:46.
 41. Gandhi CR, Ross DH. Microwave induced stimulation of 32P incorporation into phosphoinositides of rat brain synaptosomes. *Radiat Environ Biophys*, 1989; 28:223.
 42. Chou CK, Guy AW. Effects of electromagnetic fields on isolated nerve and muscle preparation. *IEEE Trans Microwave Theory Tech* 1978; 26:141.
 43. Muscat JE, Hinesvark M, Malkin M. Mobile telephones and rates of brain cancer. *Neuroepidemiology* 2006; 27(1):55-6.
 44. Lahkola A, Tokola K, Auvinen A. Meta-analysis of mobile phone use and intracranial tumors. *Scand J Work Environ Health* 2006 Jun; 32(3):171-7.
 45. Sievert U, Eggert S, Pau HW. Can mobile phone emissions affect auditory functions of cochlea or brain stem? *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005 Mar; 132(3):451-5.
 46. Takebayashi T, Akiba S, Kikuchi Y, Taki M, Wake K, Watanabe S, Yamaguchi N. Mobile phone use and acoustic neuroma risk in Japan. *Occup Environ Med* 2006 Aug 15.
 47. Pau HW, Sievert U, Eggert S, Wild W. Can electromagnetic fields emitted by mobile phones stimulate the vestibular organ? *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005 Jan; 132(1):43-9.
 48. Lonn S, Ahlbom A, Hal P, Feychting M. Mobile phone use and the risk of acoustic neuroma. *Epidemiology* 2004 Nov; 15(6):653-9.
 49. Christensen HC, Schuz JI, Kosteljanetz M et al. Cellular Telephone Use and Risk of Acoustic Neuroma. *Am J Epidemiol* 2004; 159:277-283.
 50. Bit-Babik G, Chou CK, Faraone A et al. Estimation of the SAR in the human head and body due to radiofrequency radiation exposure from handheld mobile phones with hands-free accessories. *Radiat Res* 2003; 159:550-7.
 51. www.omega.twoday.net/stories/565419
 52. www.cancer-health.org/Cellular_phone_symptoms.html
 53. www.tuberose.com/Cell_Phones.html
 54. Health issues related to the use of hand-held radiotelephones and base transmitters. International Commission on Non Ionising Radiation Protection (ICNIRP) Statement 1996. *Health Physics* 1996; 70:587-92.
 55. Roosli M, Rapp R, Braun-fahrlanger C. Hochfrequente Strahlung und Gesundheit – eine Literaturanalyse. *Gesundheitswesen* 2003; 65:378-92.
 56. Wainwright P. Thermal effects of radiation from cellular telephones. *Phys Med Biol* 2000; 45:2.363-72.
 57. Frey AH. Headaches from cellular telephones: are they real and what are the implications? *Environ Health Perspect* 1998; 106:101-3 (Grade B).
 58. Hocking B, Westerman R. Neurological effects of radiofrequency radiation. *Occup Med* 2003; 53:123-7.
 59. Sandstorm M, Wilen J, Oftedal G et al. Mobile phone use and subjective symptoms: comparison of symptoms experienced by users of analogue and digital mobile phones. *Occup Med* 2001; 51:25-35 (Grade B).
 60. Edelstyn N, Oldershaw A. The acute effects of exposure to the electromagnetic field emitted by mobile phones on human attention. *Neuroreport* 2002; 13:1.119-21 (Grade A).
 61. Lee TM, Lam PK, Yee LT et al. The effect of the duration of exposure to the electromagnetic field emitted by mobile phones on human attention. *Neuroreport* 2003; 14:1.361-4 (Grade A).
 62. Haaraala C, Bjornberg L, Ek M et al. Effect of a 902 MHz electromagnetic field emitted by mobile phones on human cognitive function: a replication study. *Bioelectromagnetics* 2003; 67:283-8 (Grade A).
 63. Lebedeva NN, Sulimov AV, Sulimova OP et al. Investigations of brain potentials in sleeping humans exposed to electromagnetic field of mobile phones. *Crit Rev Biomed Eng* 2001; 29:125-33 (Grade D).
 64. Huber R, Treyer V, Borbély AA et al. Electromagnetic fields, such as those from mobile phones, alter regional cerebral blood flow and sleep and waking EEG. *J Sleep Res* 2002; 11:289-95 (Grade A).
 65. Van Leeuwen GM, Lagendijk JJ, Van Leersum BJ et al. Calculation of change in brain temperatures due to exposure to a mobile phone. *Phys Med Biol* 1999; 44:2.367-79.
 66. Inskip PD, Linet MS, Heineman EF. Etiology of brain tumors in adults. *Epidemiol rev* 1995; 17:383-414.
 67. Rothman KJ, Chou CK, Morgan R et al. Assessment of cellular telephone and other radio frequency exposure for epidemiologic research. *Epidemiology* 1996; 7:291-298.
 68. Dimbylow PJ, Mann SM. Characterization of energy deposition in the head from cellular phones. *Radiat Prot Dosim* 1999; 83:139-141.
 69. Johansen C, Boice JD, McLaughlin JK et al. Cellular telephones and cancer: A nation wide cohort study in Denmark. *J Natl Cancer Inst* 2001; 93:203-7.
 70. Hardell L, Halquist A, Mild HK et al. Cellular and cordless telephones and the risk for brain tumors. *Eur J Cancer Prev* 2002; 11:377-86.
 71. Lonn S, Ahlbom A, Hal P, Feychting M. and the Swedish Interphone Study Group. Long-Term Mobile Phone Use and Brain Tumor Risk. *American Journal of Epidemiology* 2005; 161:526- 535.
 72. Christensen HC, Schuz J, Kosteljanetz M, Poulsen S, Boice JD, McLaughlin JK, Johansen C. Cellular telephones and risk for brain tumors. *Neurology* 2005; 64:1.189-1.195.
 73. Hardell L, Nasman A, Pahlson A, Halquist A, Mild KH. Use of cellular telephones and the risk for brain tumors: A case-control study. *Int J Oncol* 1999; 15:113-116.
 74. Inskip PD, Tarone RE, Hatch EE et al. Cellular telephone use and brain tumors. *N Engl J Med* 2001; 344:79-81.
 75. Muskat JE, Maklin MC, Shire RE et al. Handheld cellular telephones and risk of acoustic neuroma. *Neurology* 2002; 58:1.304-1.306.
 76. Warren H, Prevatt A, Daly K, Antonelli P. Cellular Telephone Use and Risk of Intratemporal Facial Nerve Tumor. *Laryngoscope* 2003; 113:663-667.
 77. Steitz H et al. Electromagnetic hypersensitivity (EHS) and subjective health complaints associated with electromagnetic fields of mobile phone communication - a literature review published between 2000 and 2004. *Sci Total Environ* 2005 Oct 15; 349(1-3):45-55. Epub 2005 Jun 21.
 78. Δανιηλίδης Ι, Ασημακόπουλος Δ. Οτορινολαρυγγολογία Παθολογία - Χειρουργική Κεφαλής & Τραχήλου. Θεσσαλονίκη 2006, Πρώτη έκδοση, University Studio Press.