

## ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ REVIEW

# Επικαιροποιημένα δεδομένα για τις επιδράσεις των κινητών και ασύρματων τηλεφώνων στην ανθρώπινη υγεία και την ποιότητα ζωής

Η έκθεση του ανθρώπου στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία είναι καθημερινή στη σημερινή οργανωμένη κοινωνία κι αυξάνεται συνεχώς, ακολουθώντας τις γρήγορες μεταβολές του σύγχρονου τρόπου ζωής. Συχνά, από πολλούς επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων έχει εκφραστεί η ανησυχία για την πιθανή επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στην ανθρώπινη υγεία και πολλές μελέτες είναι σε εξέλιξη παγκοσμίως. Η παρούσα ανασκόπηση έχει ως σκοπό την παρουσίαση των τελευταίων επιδημιολογικών δεδομένων σχετικά με τις επιπτώσεις που προκαλεί στον ανθρώπινο οργανισμό η έκθεσή του στις ραδιοσυχνότητες της κινητής τηλεφωνίας, των σταθμών-βάσης της κινητής τηλεφωνίας και των ασύρματων τηλεφώνων, καθώς και την παράθεση των γενικότερων συνεπειών της χρήσης αυτής της τεχνολογίας στη δημόσια υγεία. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανασκόπησης, τα υπάρχοντα δεδομένα των ερευνών παρουσιάζουν διάσταση απόψεων όσον αφορά στην αύξηση του κινδύνου για συγκεκριμένες μορφές καρκίνου και άλλων βιολογικών επιπτώσεων και δεν παρέχουν απόλυτα στοιχεία που να συνηγορούν στο ότι τα ραδιοκύματα αυτών των συχνοτήτων συνιστούν συγκεκριμένο και διαπιστωμένο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Υπάρχουν ενδείξεις για την πιθανή επίδραση των ραδιοκυμάτων αυτών σε συγκεκριμένα συστήματα του ανθρώπινου οργανισμού καθώς και για τις επιπτώσεις τους σε συγκεκριμένους τομείς της δημόσιας υγείας, που επιβεβαιώνουν την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα. Το γεγονός ότι η τεχνολογία στον τομέα αυτόν εξελίσσεται με γρήγορους ρυθμούς, σε συνδυασμό με το μικρό σχετικά χρονικό διάστημα που ερευνώνται οι πιθανές βλαβερές επιδράσεις των ραδιοσυχνοτήτων αυτών στον άνθρωπο, καθιστούν αναγκαία τη διαρκή επαγρύπνηση, καθώς τα τωρινά δεδομένα δεν αποκλείουν τη μελλοντική εκδήλωση παθολογικών καταστάσεων που θα σχετίζονται με τη μακρόχρονη έκθεση του ανθρώπου στα ανωτέρω ραδιοκύματα. Η χρήση των κινητών τηλεφώνων έχει όμως κι άλλες επιδράσεις στη δημόσια υγεία, εκτός από τις αλληλεπιδράσεις των ραδιοκυμάτων με τον ανθρώπινο οργανισμό, αφού είναι διαπιστωμένη η αύξηση του κινδύνου πρόκλησης ατυχήματος και τραυματισμού όταν γίνεται χρήση κινητού κατά τη διάρκεια της οδήγησης, ενώ η κοινωνιολογική συνιστώσα της χρήσης της κινητής τηλεφωνίας στην καθημερινή ζωή, ειδικά από τα παιδιά, εγείρει προβληματισμούς.

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα εμφανίζονται με διαφορετικές μορφές, στις οποίες περιλαμβάνονται τα ραδιοκύματα, τα μικροκύματα, το ορατό φως, οι ακτίνες X και οι ακτίνες γ. Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία εμφανίζονται σε ένα ευρύ

φάσμα συχνοτήτων, το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα, το οποίο χωρίζεται σε επιμέρους περιοχές, τις ζώνες συχνοτήτων. Το φάσμα των συχνοτήτων περιλαμβάνει την ιονίζουσα και τη μη ιονίζουσα ακτινοβολία (εικ. 1).

Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία (ΗΜΠ) αποτελούν αναπόσπα-

ΑΡΧΕΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ 2008, 25(4):463-480  
ARCHIVES OF HELLENIC MEDICINE 2008, 25(4):463-480

Π. Πατρικάκος,  
Η. Σκαλκίδης,  
Α. Τερζίδης,  
Ε. Πετρίδου

Εργαστήριο Υγιεινής, Επιδημιολογίας  
και Ιατρικής Στατιστικής, Ιατρική Σχολή,  
Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα

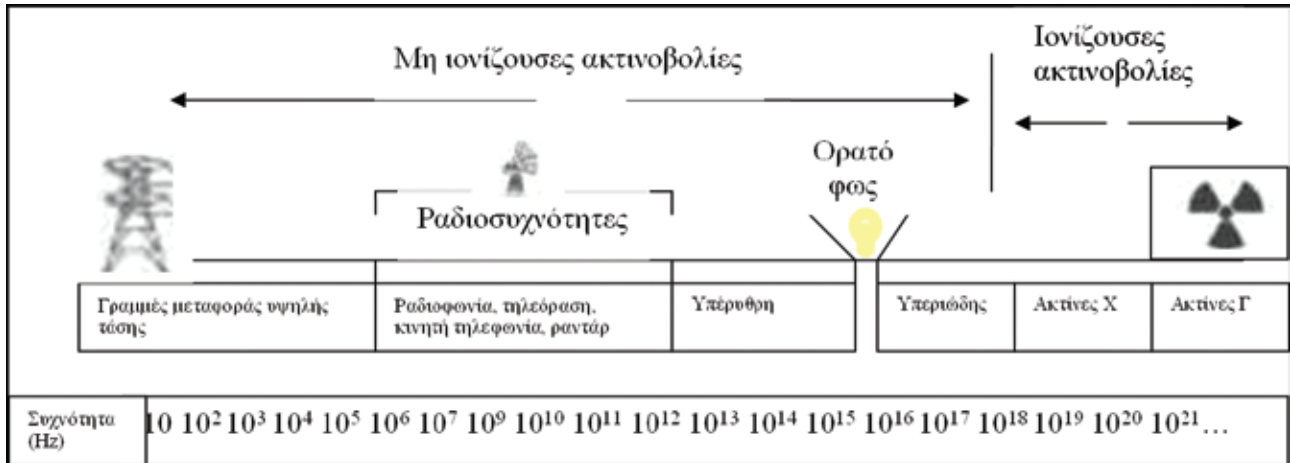
Electromagnetic fields, human  
health and quality of life: An  
update

Abstract at the end of the article

### Λέξεις ευρετηρίου

Ασύρματα τηλέφωνα  
Ατυχήματα  
Καρκίνος  
Κινητά τηλέφωνα  
Σταθμοί βάσης  
Υγεία

Υποβλήθηκε 10.9.2007  
Εγκρίθηκε 4.12.2007



Εικόνα 1. Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα.

στο τμήμα του περιβάλλοντος στο οποίο ζούμε, με κύριες φυσικές πηγές ακτινοβολίας το μαγνητικό πεδίο της γης και την ηλιακή (ορατή, υπέρουθη και υπεριώδη) ακτινοβολία. Στη σύγχρονη εποχή υπάρχουν επιπρόσθετες πηγές ΗΜΠ από ανθρώπινες εφαρμογές τόσο στην καθημερινή ζωή, όσο και στην ιατρική πρακτική. Στον οικιακό ή στον εργασιακό μας χώρο, ΗΜΠ δημιουργούνται γύρω από τις ηλεκτρικές καλωδιώσεις, τις συσκευές μικροκυμάτων, τα τηλεχειριστήρια και άλλες ηλεκτρικές συσκευές, όπως στεγνωτήρες μαλλιών, ξυριστικές μηχανές, οθόνες υπολογιστών και αντικλεπτικά συστήματα. Εξάλλου, στους εξωτερικούς χώρους είμαστε εκτεθειμένοι σε ασθενή ΗΜΠ από διάφορες πηγές, όπως ραδιοφωνικές κεραιές, δίκτυα ασύρματων επικοινωνιών, γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος και καλώδια ηλεκτροκίνητων μέσων μεταφοράς.

Η έκθεση σε ΗΜΠ ανθρώπινης προέλευσης είναι αναπόφευκτη στις σύγχρονες κοινωνίες, κυρίως λόγω της αυξανόμενης χρήσης κινητών τηλεφώνων με σύγχρονη αύξηση του αριθμού κεραιών κινητής τηλεφωνίας. Συνεκόλουθα, αυξάνεται η ανησυχία του κοινού για το κατά πόσο η έκθεση σε ΗΜΠ μπορεί να επιφέρει δυσμενείς επιπτώσεις για την υγεία, ενώ η επιστημονική κοινότητα δεν είναι ακόμα σε θέση να δώσει μια σαφή απάντηση. Τα κινητά τηλέφωνα λειτουργούν με ηλεκτρομαγνητικά πεδία της κατηγορίας των ραδιοκυμάτων, μήκους κύματος από 300 MHz ως ~2 GHz, φάσμα το οποίο χαρακτηρίζεται από μη ομοιόμορφη –τοπική κυρίως– απορρόφηση ενέργειας από τους ιστούς. Σημειώνεται ότι στην Ελλάδα η κινητή τηλεφωνία λειτουργεί στις συχνότητες 900 MHz, 1800 MHz και 2100 MHz.

Οι βιολογικές επιδράσεις αυτού του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στους ιστούς μπορούν να διακριθούν σε (α) θερμικές εξαιτίας τοπικής παραγωγής

θερμότητας, (β) αθερμικές, που είναι αποτέλεσμα απορρόφησης θερμότητας ικανής να αυξήσει τη θερμοκρασία, αλλά αντιρροπούμενης από τοπικούς βιολογικούς θερμορυθμιστικούς μηχανισμούς, έτσι ώστε να μην αυξάνεται τελικά η ιστική θερμοκρασία και (γ) μη θερμικές, οι οποίες προκαλούνται από απορρόφηση χαμηλών ποσών ενέργειας, μη ικανών να αυξήσουν τη θερμοκρασία του ιστού. Είναι σημαντικό να αντιδιασταλεί η έννοια της απλής βιολογικής επίδρασης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από τον κίνδυνο για την υγεία: συγκεκριμένα, μια βιολογική επίδραση δεν συνιστά υποχρεωτικά και κίνδυνο για την υγεία.

Τα ραδιοκύματα ενδέχεται να προκαλέσουν πλειάδα μετρήσιμων βιολογικών επιδράσεων, καθώς μπορούν να επάγουν ηλεκτρικά ρεύματα στα κύτταρα, ασθενέστερα από φυσιολογικά ενυπάρχοντα. Είναι όμως πολύ πιθανόν να επιδρούν στους ιστούς με μηχανισμούς που δεν έχουν περιγραφεί ακόμα.

Τα τεχνητά ηλεκτρικά πεδία αποτελούν ζωτικό κομμάτι της καθημερινής μας ζωής για >100 χρόνια. Το θέμα των επιπτώσεών τους στην υγεία έχει αποτελέσει αντικείμενο έντονης επιστημονικής έρευνας από τη δεκαετία του 1970. Μέχρι σήμερα, δεν υπάρχουν επιστημονικά τεκμηριωμένες απόψεις για σοβαρές επιπτώσεις, τουλάχιστον με τα διαθέσιμα επιδημιολογικά εργαλεία. Η ανασκόπηση αυτή έχει ως στόχο να παρουσιάσει συνοπτικά και με εύχρηστο τρόπο επικαιροποιημένα δεδομένα αναφορικά με τις επιδράσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από χρήση κινητής τηλεφωνίας (κινητά τηλέφωνα και σταθμοί βάσης κινητής τηλεφωνίας) στον ανθρώπινο οργανισμό. Παράλληλα, παρατίθενται επιστημονικά δεδομένα για τη χρήση ασύρματης τηλεφωνίας, που λειτουργεί σε παρόμοιες ηλεκτρομαγνητικές συχνότητες με την κινητή τηλεφωνία, αλλά έχει χαμηλότερη ισχύ.

## 2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Αναζητήθηκαν δημοσιευμένες επιδημιολογικές έρευνες με θέμα τις επιδράσεις της έκθεσης του ανθρώπου σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία, με συχνότητες που αφορούν στην κινητή τηλεφωνία (~1–2 GHz), και την ασύρματη τηλεφωνία (~2 GHz) από τις διεθνείς βάσεις δεδομένων: Medline, Cochrane Library, Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (wbldb EMF database), τις ιστοσελίδες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τα Ηλεκτρομαγνητικά Πεδία και τη Δημόσια Υγεία (European Unions' Pages on Electromagnetic Fields and Public Health) και τις εκθέσεις διεθνών οργανισμών, όπως η Διεθνής Επιτροπή για την Προστασία από Μη Ιονίζουσες Ακτινοβολίες (ICNIRP).

Κριτήρια επιλογής των ερευνών που συμπεριέλαβε η ανασκόπηση ήταν (α) η χρονική περίοδος: Ιανουάριος 2000–Σεπτέμβριος 2007, (β) το περιεχόμενο και το είδος της μελέτης: επιδημιολογικές μελέτες που αφορούσαν σε ανθρώπινους πληθυσμούς καθώς και πειραματικές μελέτες μόνο υπό την προϋπόθεση ότι οι συνθήκες του πειράματος προσομοιάζαν επαρκώς με πραγματικές συνθήκες, όμοιες με αυτές που αφορούσαν στο πεδίο της ανασκόπησης, (γ) η γλώσσα: αγγλική βιβλιογραφία, (δ) η διαθεσιμότητα κειμένου άρθρου μέσω του διαδικτύου και (ε) η ποιότητα συμπερασμάτων: κατέληγαν σε σαφή, τεκμηριωμένα ευρήματα.

Αντίστοιχα, κριτήρια αποκλεισμού ήταν (α) οι έρευνες σε πειραματόζωα, ιστικές καλλιέργειες ή κύτταρα (εφόσον υπάρχουν αντίστοιχες μελέτες σε ανθρώπινο πληθυσμό), (β) τα άρθρα που βασίζονται σε θεωρητικές προσεγγίσεις χωρίς επιδημιολογικό-κλινικό-πειραματικό υπόβαθρο, (γ) οι μη πρωτότυπες μελέτες ή σχόλια σε δημοσιευμένα άρθρα, (δ) οι παρουσιάσεις περιπτώσεων μεμονωμένων ασθενών.

Τα πεδία της αναζήτησης αφορούσαν στη σχέση της έκθεσης του ανθρώπου στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία της κινητής τηλεφωνίας με τις νεοπλασίες, τη σχέση της χρήσης κινητής τηλεφωνίας με την οδήγηση και την πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος και τραυματισμού και την πιθανή αλληλεπίδραση των κινητών με άλλες παραμέτρους της υγείας που έχουν μελετηθεί κατά καιρούς. Ακόμα, αναζητήθηκαν οι πιθανές επιδράσεις που μπορεί να έχει η υιοθέτηση της χρήσης κινητής τηλεφωνίας από τα παιδιά και οι πιθανές επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία από τη χρήση ασύρματων τηλεφώνων.

Η αναζήτηση οδήγησε στη συλλογή 298 συνολικά άρθρων που αφορούσαν στη σχέση κινητής τηλεφωνίας με νεοπλασίες και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση από δύο κριτές ξεχωριστά. Από τις μελέτες αυτές απορρίφθηκαν

σε πρώτο στάδιο από την ανασκόπηση 80, επειδή το θέμα τους δεν αφορούσε στο πεδίο της ανασκόπησης, 146 γιατί αφορούσαν σε μελέτες σε κυτταρικό, ιστικό επίπεδο ή ζώα, 5 επειδή αφορούσαν σε παρουσιάσεις μεμονωμένων ασθενών, ενώ 6 ήταν σε γλώσσα άλλη εκτός της αγγλικής. Σε δεύτερο στάδιο, πραγματοποιήθηκε απόρριψη άλλων 30 μελετών, αφού δεν πληρούσαν άλλα κριτήρια αποδοχής ή ενέπιπταν σε κριτήρια απόρριψης. Συνολικά, αναφέρονται τα αποτελέσματα από 31 μελέτες.

Όσον αφορά στη σχέση των κινητών τηλεφώνων με τη χρήση τους κατά τη διάρκεια της οδήγησης και την πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος, συλλέχθηκαν 111 άρθρα, από τα οποία 25 πληρούσαν τα κριτήρια αποδοχής και δεν ενέπιπταν στα κριτήρια αποκλεισμού της ανασκόπησης. Σχετικά με τις λοιπές επιδράσεις της κινητής τηλεφωνίας στον ανθρώπινο οργανισμό ενηλίκων και παιδιών, 93 άρθρα συμπεριλήφθηκαν στη μελέτη από το σύνολο των 987 άρθρων που συλλέχθηκαν.

Όσον αφορά στην επίδραση των σταθμών-βάσης κινητής τηλεφωνίας στην ανθρώπινη υγεία, από τα 44 άρθρα που συλλέχθηκαν τα 17 τελικά συμπεριλήφθηκαν στην ανασκόπηση.

Τέλος, όσον αφορά στις επιδράσεις της ασύρματης τηλεφωνίας (cordless desktop telephones) στην ανθρώπινη υγεία, παρατίθενται αποτελέσματα από 5 δημοσιεύσεις από το σύνολο 13 που συλλέχθηκαν.

## 3. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

### 3.1. Νεοπλασίες

Μια από τις μεγαλύτερες ανησυχίες της κοινής γνώμης συνιστά η πιθανότητα πρόκλησης καρκίνου από τη χρήση κινητών τηλεφώνων. Κατά καιρούς έχουν διατυπωθεί αντικρουόμενες απόψεις όσον αφορά στη συσχέτιση των ραδιοκυμάτων της κινητής τηλεφωνίας με την αύξηση του κινδύνου ανάπτυξης διαφόρων νεοπλασιών. Ο πιθανός κίνδυνος συνήθως σχετίζεται με ανάπτυξη ενδοκράνιων όγκων, όπως ακουστικά νευρινώματα, γλοιώματα και μηνιγγιώματα, που εμφανίζονται σε ιστούς που πιθανόν να παρουσιάζουν αυξημένη απορρόφηση στο φάσμα εκπομπής των κινητών τηλεφώνων (π.χ. λαβύρινθο, μήνιγγες) σε σχέση με περισσότερο επιφανειακούς ή εν τω βάθει ιστούς.

Συγκεκριμένα, ερευνητές από τη Σουηδία (Hardell et al, Lönn et al), με βάση επιδημιολογικές έρευνες ασθενών-μαρτύρων από τα μέσα της δεκαετίας του 1990, ανέφεραν αυξημένο κίνδυνο για κακοήγεις όγκους του εγκεφάλου,<sup>1,2</sup> καλοήγεις όγκους του εγκεφάλου,<sup>3</sup> για T-cell non-Hodgkin λέμφωμα<sup>4</sup> και για ακουστικό νευρίνωμα, ειδικά μετά από

μακροχρόνια –10ετή– χρήση κινητού τηλεφώνου.<sup>5-9</sup>

Όμως, άλλες επιδημιολογικές έρευνες ασθενών-μαρτύρων, μεταξύ των οποίων και η μελέτη Interphone που διεξάγεται σε αρκετές χώρες, δεν συμφωνούν με αυτά τα αποτελέσματα και αναφέρουν ότι δεν παρουσιάζεται πραγματική στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της χρήσης κινητών τηλεφώνων και της αύξησης του κινδύνου για ανάπτυξη καρκίνου ή άλλων νεοπλασιών, ερχόμενες σε αντιπαράθεση όσον αφορά στα ευρήματα με τις έρευνες των προαναφερθέντων.<sup>10-23</sup>

Στην παραπάνω διάσταση αποτελεσμάτων των ερευνών υπάρχουν σχόλια ότι η έρευνα του προγράμματος Interphone έχει μικρούς δείκτες συμμετοχής στην έρευνα όσον αφορά τόσο στις περιπτώσεις ασθενών όσο και μαρτύρων, με αποτέλεσμα να υποεκτιμάται ο σχετικός κίνδυνος λόγω συστηματικού σφάλματος επιλογής δείγματος (selection bias). Άλλωστε, ο Hardell σημειώνει ότι θα πρέπει να είμαστε επιφυλακτικοί στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων συγκεκριμένων ερευνών που πιθανόν έχουν χρηματοδοτηθεί από εταιρείες ιδιωτικών συμφερόντων.<sup>24</sup>

Σε αντιδιαστολή, η Ευρωπαϊκή Ομάδα Γρήγορης Ανταπόκρισης σε θέματα ΗΜΠ και υγείας (European Fast Response Team on EMF and Health) του ερευνητικού προγράμματος Interphone αναφέρει ότι η ομάδα του Hardell δεν δίνει επιστημονικές εξηγήσεις για την επιλογή του τρόπου μελέτης της διάρκειας χρήσης κινητού τηλεφώνου στα δείγματα μελετών της και ισχυρίζεται ότι μπορεί τα αποτελέσματα που διεξάγονται να υπερεκτιμούν τον κίνδυνο λόγω συστηματικού σφάλματος ανάκλησης πληροφοριών (recall bias). Επίσης, αναφέρει αποτελέσματα άλλων ερευνητικών ομάδων τα οποία δεν συμφωνούν με εκείνα των Hardell et al.<sup>25</sup>

Παράλληλα, όμως, η επίπτωση συγκεκριμένων νεοπλασμάτων του εγκεφάλου, για τα οποία έχουν εκφραστεί υπόνοιες ότι σχετίζονται με τη χρήση κινητών τηλεφώνων, δεν φαίνεται να έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια σε σχέση με την εποχή πριν από την εμφάνιση των κινητών τηλεφώνων.<sup>26,27</sup>

Αντίστοιχα αρνητικά ήταν τα ευρήματα επιδημιολογικών ερευνών όσον αφορά στην έκθεση σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και την πιθανότητα αύξησης του κινδύνου για εμφάνιση καρκίνου του μαστού,<sup>28</sup> καθώς και της χρήσης κινητών τηλεφώνων και της αύξησης του κινδύνου για όγκους της παρωτίδας και των σιελογόνων αδένων.<sup>29,30</sup>

Ταυτόχρονα, ενώ παλαιότερα είχε εκφραστεί η άποψη ότι η έκθεση σε ραδιοσυχνότητες μπορεί να σχετίζεται με ανάπτυξη μελανώματος του οφθαλμού,<sup>31</sup> τόσο περιορισμοί της ίδιας της έρευνας όσο και μετέπειτα έρευνες δείχνουν

ότι κάτι τέτοιο δεν στοιχειοθετείται επιστημονικά. Άλλωστε, η επίπτωση ενός τόσο σπάνιου καρκίνου δεν έχει αυξηθεί μετά την εισαγωγή της κινητής τηλεφωνίας στη ζωή του σύγχρονου ανθρώπου από τη δεκαετία του 1980.<sup>32,33</sup>

Τέλος, κίνδυνος για ανάπτυξη καρκίνου του όρχεως δεν στοιχειοθετείται από τις υπάρχουσες επιδημιολογικές μελέτες<sup>5</sup> (πίν. 1).

### 3.2. Τραυματισμοί – ατυχήματα

Η χρήση κινητών τηλεφώνων σε διάφορες καθημερινές δραστηριότητες είναι δυνατόν να οδηγήσει σε υιοθέτηση επικίνδυνων συμπεριφορών, με δυσμενείς εκβάσεις όσον αφορά στην ατομική και κατ' επέκταση στη δημόσια υγεία. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η συσχέτιση της χρήσης κινητών τηλεφώνων κατά τη διάρκεια της οδήγησης με αυξημένη πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος και τραυματισμού. Μελέτες που ερεύνησαν το βαθμό χρήσης κινητών τηλεφώνων σε διάφορες χώρες και πληθυσμούς αναδεικνύουν ότι οι οδηγοί χρησιμοποιούν το κινητό κατά τη διάρκεια της οδήγησης σε σημαντικό βαθμό, παρά τις κατά τόπους ισχύουσες αποτρεπτικές νομοθεσίες<sup>34-39</sup> (πίν. 2).

Έρευνες δείχνουν ότι όταν η οδήγηση συνδυάζεται με δραστηριότητες όπως η ομιλία στο κινητό τηλέφωνο μειώνεται η ικανότητα του ατόμου να ελέγχει οπτικά το περιβάλλον του,<sup>40,41</sup> ενώ ταυτόχρονα επηρεάζονται οι ικανότητες του οδηγού, καθώς οι αντιδράσεις του γίνονται βραδύτερες και η ακρίβειά τους μειώνεται.<sup>42,43</sup>

Παράλληλα, μεγάλης διάρκειας χρήση κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης φαίνεται να επηρεάζει και την οδική συμπεριφορά του οδηγού (π.χ. μεγαλύτερες αυξομειώσεις ταχύτητας, αστάθεια στην πορεία του οχήματος στο δρόμο), αυξάνοντας σημαντικά το έργο που πρέπει να καταβάλει ο οδηγός για να αντεπεξεχθεί στο συνδυασμό οδήγησης-ομιλίας.<sup>44-47</sup> Είναι χαρακτηριστική η αναφορά μελετών ότι οι αντιδράσεις ενός οδηγού που μιλά στο κινητό του μπορούν να συγκριθούν με εκείνες του μεθυσμένου οδηγού<sup>48</sup> (πίν. 3).

Άλλωστε, και επαγγελματίες οδηγοί στη Δανία που ρωτήθηκαν για τη χρήση κινητών τηλεφώνων κατά τη διάρκεια της οδήγησης ανέφεραν ότι σε ποσοστό 66% έχουν βιώσει επικίνδυνες καταστάσεις, επειδή ένας οδηγός μιλούσε στο κινητό την ώρα που οδηγούσε, παρόλο που το 99% των ερωτηθέντων έκανε χρήση του κινητού του τηλεφώνου στη διάρκεια της οδήγησης.<sup>49</sup>

Επιδημιολογικές μελέτες σε αρκετές χώρες δείχνουν ότι η χρήση κινητών τηλεφώνων στη διάρκεια της οδήγησης συνιστά παράγοντα κινδύνου για πρόκληση τροχαίου

**Πίνακας 1.** Χαρακτηριστικά πρόσφατων μελετών (2001–2007) για τη σχέση αναλογικής και ψηφιακής τηλεφωνίας με νεοπλασίες (δύναμη συσχέτισης odds ratio-OR, standardized incidence ratio-SIR και όρια αξιοπιστίας confidence interval-CI).

| α/α | Νεοπλασία                                       | Συγγραφείς        | Έντυπο                          | Χώρα                                  | Πληθυσμός/Χρονολογία διεξαγωγής μελέτης  | Δείκτες συσχέτισης   |
|-----|---|-------------------|---------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| 1   | Ακουστικό νευρίωμα<br>Γλοίωμα (1)               | Hardell et al     | <i>Occur Environ Med</i> , 2007 | Σουηδία, ΗΠΑ, Δανία, Αγγλία, Γερμανία | 2 μελέτες κοορτής<br>16 μελέτες ασθενών-μαρτύρων<br>1982–2004                        | Ακουστικό νευρίωμα: OR=2,4, CI=1,1–5,3<br>Γλοίωμα: OR=2,0, CI=1,2–3,4  |
| 2   | Κίνδυνος εμφάνισης καρκίνου (2)                 | Schuz et al       | <i>JNCI</i> , 2006              | Δανία                                 | 420.095 άτομα  | Απουσία συσχέτισης SIR=0,95, CI=0,93–0,97  |
| 3   | Κακοήθειες όγκου εγκεφάλου (3)                  | Hardell et al     | <i>Environ Res</i> , 2006       | Σουηδία                               | Ασθενείς: 317<br>Μάρτυρες: 692 (2000–2003)   | (A) OR=3,5, CI=2,0–6,4 (B) OR=3,6, CI=1,7–7,5  |
| 4   | Γλοίωμα<br>Μηνιγγίωμα<br>Ακουστικό νευρίωμα (3) | Klaeboe et al     | <i>Eur J Cancer Prev</i> , 2007 | Νορβηγία                              | Ασθενείς: Γλοίωμα: 289<br>Μηνιγγίωμα: 207<br>Ακουστικό νευρίωμα: 45<br>Μάρτυρες: 358 | Γλοίωμα: OR=0,6, CI=0,4–0,9<br>Μηνιγγίωμα: OR=0,8, CI=0,5–1,1<br>Ακουστικό νευρίωμα: OR=0,5, CI=0,2–1,0                                |
| 5   | Γλοίωμα-Μηνιγγίωμα (3)                          | Schuz et al       | <i>Am J Epidemiol</i> , 2006    | Γερμανία                              | Ασθενείς: Γλοίωμα: 366<br>Μηνιγγίωμα: 381<br>Μάρτυρες: 1.494 (2000–2003)             | Γλοίωμα: OR=2,20, CI 0,94–5,11<br>Μηνιγγίωμα: OR=1,09, CI=0,35–3,37  |
| 6   | Γλοίωμα (3)                                     | Hepworth et al    | <i>Br Med J</i> , 2006          | Αγγλία                                | Ασθενείς: 966<br>Μάρτυρες: 1.716 (2000–2004)   | OR=0,94, CI=0,78–1,13  |
| 7   | Ακουστικό νευρίωμα<br>Μηνιγγίωμα (3)            | Hardell et al     | <i>Neuroepidemiology</i> , 2005 | Σουηδία                               | Ασθενείς: Ακουστικό νευρίωμα: 84<br>Μηνιγγίωμα: 305<br>Μάρτυρες: 692 (2000–2003)     | (A) Ακουστικό νευρίωμα: OR=4,2<br>CI=1,8–10<br>Μηνιγγίωμα: OR=1,7<br>CI=0,97–3,0<br>(B) Ακουστικό νευρίωμα: OR=2,0,<br>CI=1,05–3,8     |
| 8   | Ακουστικό νευρίωμα (3)                          | Takebayashi       | <i>Occur Environ Med</i> , 2006 | Ιαπωνία                               | Ασθενείς: 101<br>Μάρτυρες: 339 (2000–2004)   | OR=0,73, CI=0,43–1,23  |
| 9   | Γλοίωμα-μηνιγγίωμα (3)                          | Christensen et al | <i>Neurology</i> , 2005         | Δανία                                 | Ασθενείς: 252<br>Μάρτυρες: 822 (2000–2002)   | Γλοίωμα: OR=1,08, CI=0,58–2,<br>Μηνιγγίωμα: OR=1,00, CI=0,54–1,28  |
| 10  | Γλοίωμα-μηνιγγίωμα (3)                          | Lönn et al        | <i>Am J Epidemiol</i> , 2005    | Σουηδία                               | Ασθενείς: Γλοίωμα: 371<br>Μηνιγγίωμα: 273<br>Μάρτυρες: 674                           | Γλοίωμα: OR=0,8, CI=0,6–1<br>Μηνιγγίωμα: OR=0,7, CI=0,5–0,9  |
| 11  | Γλοίωμα-μηνιγγίωμα (3)                          | Collatz et al     | <i>Neurology</i> , 2005         | Δανία                                 | Ασθενείς: Γλοίωμα: 252<br>Μηνιγγίωμα: 175<br>Μάρτυρες: 822 (2000–2002)               | Γλοίωμα (υψηλής κακοήθειας): OR=0,58, CI=0,37–0,90<br>(χαμηλής κακοήθειας): OR=1,08, CI=0,58–2,00<br>Μηνιγγίωμα: OR=1,00, CI=0,54–1,28 |
| 12  | Ακουστικό νευρίωμα (3)                          | Christensen et al | <i>Am J Epidemiol</i> , 2004    | Δανία                                 | Ασθενείς: 106<br>Μάρτυρες: 212 (2000–2002)   | OR=0,9, CI=0,51–1,57   |
| 13  | Ακουστικό νευρίωμα (3)                          | Lönn et al        | <i>Epidemiology</i> , 2004      | Σουηδία                               | Ασθενείς: 148<br>Μάρτυρες: 604 (1999–2002)   | OR=1,0, CI=0,6–1,5   |

(1) Σύνοψη 16 μελετών ασθενών-μαρτύρων και 2 μελετών κοορτής, (2) Μελέτη κοορτής, (3) Μελέτη ασθενών-μαρτύρων, (4) Συνοψασμένη ανάλυση 2 μελετών ασθενών-μαρτύρων, (5) Ανάλυση 6 μελετών ασθενών-μαρτύρων, (6) Ανασκόπηση 12 επιδημιολογικών ερευνών, (7) Μελέτη διαχρονικών τάσεων, (8) Μετα-ανάλυση 9 μελετών ασθενών-μαρτύρων. (A) Αναλογικά κινητά τηλέφωνα, (B) Ψηφιακά κινητά τηλέφωνα.

**Πίνακας 1.** (συνέχεια) Χαρακτηριστικά πρόσφατων μελετών (2001–2007) για τη σχέση αναλογικής και ψηφιακής τηλεφωνίας με νεοπλασίες (δύναμη συσχέτισης odds ratio-OR, standardized incidence ratio-SIR και όρια αξιοπιστίας confidence interval-CI).

| α/α | Νεοπλασία                                  | Συγγραφείς       | Έντυπο                                      | Χώρα               | Πληθυσμός/χρονολογία διεξαγωγής μελέτης                                      | Δείκτες συσχέτισης  |
|-----|--|------------------|---|--------------------|--|---|
| 14  | Γλοίωμα Μηνιγγίωμα Ακουστικό νευρίνωμα (3) | Inskip et al     | <i>N Engl J Med</i> , 2001                  | ΗΠΑ                | Ασθενείς: Γλοίωμα: 489 Μηνιγγίωμα: 197 Ακουστικό νευρίνωμα: 96 Μάρτυρες: 799 | Γλοίωμα: OR=0,9, CI=0,5–1,6 Μηνιγγίωμα: OR=0,7, CI=0,3–1,7 Ακουστικό νευρίνωμα: OR=1,4, CI=0,6–3,5                    |
| 15  | Καλοήθεις όγκοι εγκεφάλου (4)              | Hardell et al    | <i>Int J Oncol</i> , 2006                   | Σουηδία            | Ασθενείς: 1.254 Μάρτυρες: 2.162 (1997–2003)                                  | (A) OR=2,9, CI=2,0–4,3 (B) OR=1,5, CI=1,1–2,1   |
| 16  | Κακοήθεις όγκοι εγκεφάλου (4)              | Hardell et al    | <i>Int Arch Occup Environ Health</i> , 2006 | Σουηδία            | Ασθενείς: 905 Μάρτυρες: 2.162 (1997–2003)                                    | (A) OR=5,9, CI=2,5–14 (B) OR=3,7, CI=1,7–7,7  |
| 17  | Ακουστικό νευρίνωμα Αστροκύτωμα (5)        | Hardell et al    | <i>World J Surg Oncol</i> , 2006            | Σουηδία            | Ασθενείς: 4.940 Μάρτυρες: 6.984 (1994–2003)                                  | (A) Ακουστικό νευρίνωμα: OR=2,9 CI=2,0–4,3 (B) Ακουστικό νευρίνωμα: OR=1,5, CI=1,1–2,1 Αστροκύτωμα: OR=1,7 CI=1,3–2,3 |
| 18  | Ενδοκρανιακοί όγκοι (6)                    | Lahkola et al    | <i>Scand J Work Environ Health</i> , 2006   | Σουηδία            | Ασθενείς: 2.780  | OR=0,98, CI=0,83–1,16   |
| 19  | Γλοίωμα (3)                                | Lahkola et al    | <i>Int J Cancer</i> , 2007                  | Σκανδιναβία-Αγγλία | Ασθενείς: 1.521 Μάρτυρες: 3.301  | OR=0,78, CI=0,68–0,91   |
| 20  | Ακουστικό νευρίνωμα (5)                    | Schoemaker et al | <i>Br J Cancer</i> , 2005                   | Σκανδιναβία-Αγγλία | Ασθενείς: 678 Μάρτυρες: 3.553  | OR=0,9, CI=0,7–1,1  |
| 21  | Επίπτωση εγκεφαλικών όγκων (8)             | Kan et al        | <i>J Neuroscol</i> , 2007                   | ΗΠΑ                | Ασθενείς: 5.259 Μάρτυρες: 12.074   | OR=0,9, CI=0,81–0,99 (<5 έτη χρήση)<br>OR=1,25, CI=1,01–1,54 (>5 έτη χρήση)   |
| 22  | Επίπτωση εγκεφαλικών όγκων (7)             | Muscat           | <i>Neuroepidemiology</i> , 2006             | ΗΠΑ                | (1973–2002)  | Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική μεταβολή επίπτωσης  |
| 23  | Επίπτωση εγκεφαλικών όγκων (7)             | Röösli et al     | <i>Eur J Cancer Prev</i> , 2007             | Ελβετία            | (1969–2002)  | Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική μεταβολή επίπτωσης  |
| 24  | Non-Hodgkin λέμφωμα (3)                    | Linnet et al     | <i>Int J Cancer</i> , 2006                  | ΗΠΑ                | Ασθενείς: 551 Μάρτυρες: 462 (1998–2000)                                      | OR=0,9, 95% CI: 0,6–1,4   |
| 25  | Non-Hodgkin Τ-λέμφωμα (3)                  | Hardell et al    | <i>Int Arch Occup Environ Health</i> , 2005 | Σουηδία            | Ασθενείς: 910 Μάρτυρες: 1.016 (1999–2002)                                    | (A) OR=1,46, 95% CI=0,58–3,70 (B) OR=1,92, 95% CI=0,77–4,80   |
| 26  | Όγκοι σιελογόνων αδένων (3)                | Hardell et al    | <i>Occup Environ Med</i> , 2004             | Σουηδία            | Ασθενείς: 293 Μάρτυρες: 1.172 (1994–2000)                                    | (A) OR=0,92 (95% CI=0,58–1,44) (B) OR=0,99 (95% CI=0,68–1,43)   |

(1) Σύνοψη 16 μελών ασθενών-μαρτύρων και 2 μελετών κοορτής, (2) Μελέτη κοορτής, (3) Μελέτη ασθενών-μαρτύρων, (4) Συνδυασμένη ανάλυση 2 μελετών ασθενών-μαρτύρων, (5) Ανάλυση 6 μελετών ασθενών-μαρτύρων, (6) Ανασκόπηση 12 επιδημιολογικών ερευνών, (7) Μελέτη διαχρονικών τάσεων, (8) Μετα-ανάλυση 9 μελετών ασθενών-μαρτύρων. (A) Αναλογικά κινητά τηλέφωνα, (B) Ψηφιακά κινητά τηλέφωνα.

**Πίνακας 1.** (συνέχεια) Χαρακτηριστικά πρόσφατων μελετών (2001–2007) για τη σχέση αναλογικής και ψηφιακής τηλεφωνίας με νεοπλασίες (δύναμη συσχέτισης odds ratio–OR, standardized incidence ratio–SIR και όρια αξιοπιστίας confidence interval–CI).

| α/α | Νεοπλασία              | Συγγραφείς | Έντυπο                              | Χώρα          | Πληθυσμός/χρονολογία διεξαγωγής μελέτης    | Δείκτες συσχέτισης  |
|-----|------------------------|------------|-------------------------------------|---------------|--|---|
| 27  | Όγκοι παρωτίδας (3)    | Lonn et al | <i>Am J Epidemiol</i> , 2006        | Σουηδία-Δανία | Ασθενείς: 172<br>Μάρτυρες: 681 (2000–2002) | Κακοήθης όγκος: OR=0,7, 95% CI=0,4–1,3<br>Καλοήθης όγκος: OR=0,9, 95% CI=0,5–1,5  |
| 28  | Οφθαλμικό μελάνωμα (3) | Stang      | <i>Epidemiology</i> , 2001          | Γερμανία      | Ασθενείς: 118<br>Μάρτυρες: 475             | OR=4,2, 95% CI=1,2–14,5   |
| 29  | Οφθαλμικό μελάνωμα (7) | Johansen   | <i>Br J Cancer</i> , 2002           | Δανία         | (1982–1996)                                | Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές αυξητικές τάσεις της προτυπωμένης κατά ηλικία επίπτωσης   |
| 30  | Οφθαλμικό μελάνωμα (7) | Inskip     | <i>Cancer Causes Control</i> , 2003 | ΗΠΑ           | (1974–1998)                                | Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές μεταβολές της προτυπωμένης κατά ηλικία επίπτωσης<br>Ποσοστό επίστασης μεταβολής: άνδρες -0,7%, 95% CI= -2,3–0,9<br>γυναίκες -1,2%, 95% CI= -2,5–0,0 |

(1) Σύνοψη 16 μελών ασθενών-μαρτύρων και 2 μελετών κοορτής. (2) Μελέτη κοορτής. (3) Μελέτη διαχρονικών ερευνών. (4) Μελέτη διαχρονικών ερευνών. (5) Ανάλυση 6 μελετών ασθενών-μαρτύρων. (6) Ανασκόπηση 12 επιδημιολογικών ερευνών. (7) Μελέτη διαχρονικών ερευνών. (8) Μετα-ανάλυση 9 μελετών ασθενών-μαρτύρων. (Α) Αναλογικά κινητά τηλέφωνα, (Β) Ψηφιακά κινητά τηλέφωνα.

ατυχήματος, ενώ η χρήση του λεγόμενου “hands-free” δεν φαίνεται να μειώνει τον κίνδυνο<sup>50–55</sup> (πίν. 4).

Συνεπώς, η χρήση κινητών τηλεφώνων κατά τη διάρκεια της οδήγησης συνιστά κίνδυνο για πρόκληση ατυχήματος και έχει ουσιαστικό αντίκτυπο στη δημόσια υγεία.<sup>56–58</sup> Σε πολλές χώρες του κόσμου εφαρμόζονται μέτρα για τη μείωση αυτού του φαινομένου, με σχετική επιτυχία, χωρίς ωστόσο να εξαλείφεται η συγκεκριμένη συμπεριφορά των οδηγών, γεγονός που χρήζει προβληματισμού και λήψης περαιτέρω μέτρων.

### 3.3. Άλλες επιδράσεις

**3.3.1. Νευρικό σύστημα.** Πολλά έχουν γραφεί και σχολιαστεί κατά καιρούς αναφορικά με την πιθανή επίδραση της ακτινοβολίας των κινητών τηλεφώνων στον ανθρώπινο εγκέφαλο. Είναι γεγονός ότι πρόσφατες έρευνες αναφέρουν επίδραση των ανωτέρω ραδιοκυμάτων σε διάφορες παραμέτρους του ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος (HEΓ) ανθρώπων, κατά τη διάρκεια ερευνών που περιελάμβαναν ελεγχόμενη έκθεση σε αυτά. Συγκεκριμένα, ερευνητές αναφέρουν ότι εντόπισαν μεταβολές στα προκλητά ακουστικά δυναμικά του HEΓ ανθρώπων εκτιθέμενων σε ραδιοκύματα κινητής τηλεφωνίας,<sup>59,60</sup> καθώς και στα λεγόμενα σχετιζόμενα με γεγονότα δυναμικά (event related potentials), τα οποία σχετίζονται με διαδικασίες μνήμης (pre-attentive processing and working memory),<sup>61</sup> ενώ γενικά έχουν αναφερθεί ηλεκτροεγκεφαλικές μεταβολές και σε άλλες παραμέτρους του HEΓ,<sup>62–66</sup> χωρίς ωστόσο να αναφέρεται κάποια δυσλειτουργία του εγκεφάλου κατά τη διάρκεια αυτών των παρατηρήσεων. Παράλληλα, άλλες μελέτες υποστηρίζουν ότι δεν υπάρχει πραγματική αλληλεπίδραση των κινητών τηλεφώνων με την ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου,<sup>67–69</sup> ενώ κάποιοι σχολιάζουν και την πιθανότητα αλληλεπίδρασης των ιατρικών μηχανημάτων με τα κινητά τηλέφωνα σχετικά με την εμφάνιση ψευδών ηλεκτροεγκεφαλογραφικών αλλοιώσεων.<sup>70</sup>

Ένας άλλος τομέας που έχει απασχολήσει τον επιστημονικό κόσμο είναι οι πιθανές μεταβολές στην εγκεφαλική αιμάτωση και το μεταβολισμό του εγκεφάλου από τη χρήση κινητών τηλεφώνων, όπως μπορεί να απεικονιστεί με τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET, positron emission tomography) ή με φασματοσκοπία μαγνητικού συντονισμού (MRS, magnetic resonance spectroscopy) ή άλλες μεθόδους, κατά τη διάρκεια ελεγχόμενης έκθεσης σε ραδιοκύματα κινητής τηλεφωνίας. Μέχρι στιγμής, δεν υφίσταται επαρκώς τεκμηριωμένη απόδειξη ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία της κινητής τηλεφωνίας επηρεάζουν τη λειτουργικότητα του εγκεφάλου, πέρα από κάποιες θετικές ενδείξεις όσον αφορά στη μείωση της ροής αίματος στον ακουστικό εγκεφαλικό

**Πίνακας 2.** Συχνότητα χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης.

| α/α | Συγγραφείς    | Έντυπο                              | Χώρα     | Σχεδιασμός μελέτης             | Πληθυσμός μελέτης   | Συμπέρασμα  |
|-----|---------------|-------------------------------------|----------|--------------------------------|---|---|
| 1   | Gras et al    | <i>Accid Anal Prev</i> , 2007       | Ισπανία  | Συγχρονική μελέτη              | 371 συμμετέχοντες   | ~60% χρήση (87% κάτοχοι κινητού)  |
| 2   | Eby et al     | <i>J Safety Res</i> , 2006          | ΗΠΑ      | Ανάλυση 13 ερευνών παρατήρησης | 130.000 οδηγοί 2001–2005  | Αύξηση χρήσης από 2,7% σε 5,8%  |
| 3   | Walker et al  | <i>Br Med J</i> , 2006              | Αγγλία   | Μελέτη παρατήρησης             | 38.182 οδηγοί συμβατικών οχημάτων,<br>2.944 οδηγοί άλλων 4τροχων οχημάτων | Χρήση κινητού<br>Συμβατικά οχήματα: 2%<br>Άλλα 4τροχα οχήματα: 8,2%                         |
| 4   | Bedford et al | <i>Ir Med J</i> , 2005              | Ιρλανδία | Μελέτη παρατήρησης             | 1.075 οδηγοί  | Χρήση: 3,6% των οδηγών συμβατικών οχημάτων<br>Τριπλάσια χρήση από οδηγούς φορτηγών οχημάτων |
| 5   | Johal et al   | <i>J Public Health (Oxf)</i> , 2005 | Αγγλία   | Μελέτη παρατήρησης             | ~20.000 οδηγοί, διάστημα 10 εβδομάδων πριν και μετά την εφαρμογή μέτρων   | Μείωση χρήσης από 1,85% σε 0,97%  |
| 6   | Astrain et al | <i>Gac Sanit</i> , 2003             | Ισπανία  | Μελέτη παρατήρησης             | 1.536 οδηγοί  | Επίπτωση 3,3, 95% CI=2,4–4,3  |

**Πίνακας 3.** Βιολογικές επιδράσεις και επιρροή στη συμπεριφορά του οδηγού (αυξομειώσεις ταχύτητας, μη σταθερή πορεία οχήματος) εξαιτίας της χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης.

| α/α | Θέμα-συμπέρασμα   | Συγγραφείς    | Έντυπο                        | Χώρα      |
|-----|---|---------------|-------------------------------|-----------|
| 1   | Μείωση οπτικού πεδίου   | Oommen et al  | <i>Neurology</i> , 2005       | ΗΠΑ       |
| 2   | Μείωση οπτικού πεδίου   | Atchley et al | <i>Hum Factors</i> , 2004     | ΗΠΑ       |
| 3   | Μείωση οπτικού πεδίου   | Barkana et al | <i>Am J Ophthalmol</i> , 2004 | Ισραήλ    |
| 4   | Αύξηση χρόνου αντίδρασης  | Fagioli et al | <i>Cogn Process</i> , 2006    | Ιταλία    |
| 5   | Απόσπαση προσοχής   | Strayer et al | <i>Hum Factors</i> , 2004     | ΗΠΑ       |
| 6   | Επιρροή στην οδική συμπεριφορά  | Rosenbloom    | <i>J Safety Res</i> , 2006    | Ισραήλ    |
| 7   | Επιρροή στην οδική συμπεριφορά  | Poysti et al  | <i>Accid Anal Prev</i> , 2005 | Φινλανδία |
| 8   | Επιρροή στην οδική συμπεριφορά  | Rakauskas     | <i>J Safety Res</i> , 2004    | ΗΠΑ       |
| 9   | Συσχέτιση συμπεριφοράς χρήστη κινητού στην οδήγηση με μεθυσμένο οδηγό | Strayer et al | <i>Hum Factors</i> , 2006     | ΗΠΑ       |

φλοιό κατά τη διάρκεια έκθεσης σε ακτινοβολία κινητής τηλεφωνίας, που όμως δεν συνοδεύονται από παρατηρήσεις διαταραχής της εγκεφαλικής λειτουργίας.<sup>71–74</sup>

Μελέτες που πραγματοποιήθηκαν για να διερευνηθεί η πιθανότητα αλληλεπίδρασης του αυτόνομου νευρικού συστήματος με ραδιοκύματα κινητής τηλεφωνίας, όσον αφορά στον καρδιακό ρυθμό και την αρτηριακή πίεση, δεν ανέδειξαν κάποια συσχέτιση.<sup>75–77</sup>

Έρευνες που μελετούν την πιθανή επίδραση της ακτινοβολίας των κινητών τηλεφώνων σε γνωσιακές λειτουργίες ενηλίκων και παιδιών,<sup>78–81</sup> στην προσοχή,<sup>82</sup> στη μνήμη<sup>83</sup> και στον ύπνο,<sup>83–88</sup> αν και αναφέρουν ορισμένες βιολογικές

επιδράσεις σε πειραματικό επίπεδο, δεν φαίνεται να συσχετίζουν αυτές τις επιδράσεις με αντίστοιχες επιπτώσεις στον οργανισμό, ενώ δεν υπάρχουν και επιδημιολογικές έρευνες που να αποδεικνύουν μια τέτοια συσχέτιση.

3.3.2. *Αισθητήρια όργανα.* Όπως είναι φυσικό, ένας από τους σημαντικότερους προβληματισμούς που αφορά στη χρήση των κινητών τηλεφώνων είναι η πιθανή επίδρασή τους στην ακοή. Οι έρευνες που μελετούν τις επιδράσεις της κινητής τηλεφωνίας στην ακοή συνηγορούν υπέρ της άποψης ότι δεν φαίνεται να υπάρχει σημαντικός κίνδυνος για τον άνθρωπο σε βραχυχρόνια ή μακροχρόνια χρήση.<sup>89–95</sup>

Παρόλα αυτά, μετά από μακροχρόνια χρήση κινητού



**Πίνακας 4.** Χρήση κινητού τηλεφώνου και οδήγηση: Πιθανότητες πρόκλησης ατυχήματος.

| α/α | Συγγραφείς       | Έντυπο                         | Χώρα      | Σχεδιασμός μελέτης                  | Πληθυσμός μελέτης                         | Συμπέρασμα  |
|-----|------------------|--------------------------------|-----------|-------------------------------------|---|---|
| 1   | Troglaer et al   | <i>Accid Anal Prev</i> , 2006  | Δανία     | Συγχρονική μελέτη                   | 2.000 επαγγελματίες οδηγοί                | 99% χρήση κινητού στην οδήγηση<br>66% αναφορά επικίνδυνου συμβάντος εξαιτίας χρήσης κινητού |
| 2   | McEvoy et al     | <i>Med J Aust</i> , 2006       | Αυστραλία | Συγχρονική μελέτη                   | 1.347 οδηγοί                              | Επιπολασμός ~60%, 1% πιθανότητα ατυχήματος  |
| 3   | McCartt et al    | <i>Traffic Inj Prev</i> , 2006 | ΗΠΑ       | Ανασκόπηση                          | 125 μελέτες                               | Τετραπλασιασμός κινδύνου  |
| 4   | McEvoy           | <i>Br Med J</i> , 2005         | Αυστραλία | Διασταυροχρονική μελέτη             | 456 άτομα που υπέστησαν ατύχημα 2002–2004 | OR=4,1, 95% CI=2,2–7,7, P<0,001   |
| 5   | Seo et al        | <i>J Am Coll Health</i> , 2004 | ΗΠΑ       | Συγχρονική μελέτη                   | 1.291 οδηγοί, φοιτητές                    | 87% χρήση κινητού στην οδήγηση<br>21% εμπλοκή σε ατύχημα εξαιτίας κινητού                   |
| 6   | Wilson et al     | <i>Traffic Inj Prev</i> , 2003 | Καναδάς   | Μελέτη παρατήρησης                  | 3.869 οδηγοί                              | OR=1,16 σύνολο οδηγών<br>OR=1,12 άνδρες, OR=1,31 γυναίκες                                   |
| 7   | Laberge-Nadeau   | <i>Accid Anal Prev</i> , 2003  | Καναδάς   | 2 μελέτες κοορτής                   | 36.078 οδηγοί                             | Διπλάσια έκθεση σε κίνδυνο  |
| 8   | Munshi et al     | <i>Natl Med J India</i> , 2002 | Ινδία     | Ανασκόπηση                          | Στοιχεία επιπέδου 2                       | Αύξηση κινδύνου   |
| 9   | Violanti et al   | <i>Accid Anal Prev</i> , 1998  | ΗΠΑ       | Ασθενών-μαρτύρων                    | 223.137 ατυχήματα 1992–1995               | Διπλασιασμός κινδύνου ατυχήματος, εννεαπλασιασμός κινδύνου θανατηφόρου ατυχήματος           |
| 10  | Redelmeier et al | <i>N Engl J Med</i> , 1997     | Καναδάς   | Αναδρομική, διασταυροχρονική μελέτη | 699 οδηγοί κάτοχοι κινητού τηλεφώνου      | Τετραπλασιασμός κινδύνου  |

τηλεφώνου έχει αναφερθεί μείωση της ακουστικής οξύτητας σε «βαρείς χρήστες» κινητών τηλεφώνων (ομιλία στο τηλέφωνο >1–2 ώρες ημερησίως), στο αυτί που κυρίως χρησιμοποιούν το κινητό σε σχέση με το άλλο.<sup>96–98</sup> Μια τέτοια παρατήρηση όμως δεν τεκμηριώνει ότι αυτό είναι αποτέλεσμα έκθεσης σε ραδιοκύματα του τηλεφώνου και θεωρείται πιθανό η βλάβη να οφείλεται στη χρονία επίδραση των ηχητικών ερεθισμάτων του τηλεφώνου και την καταπόνηση των δομών του ακουστικού συστήματος.

Όσον αφορά στις πιθανές επιδράσεις των κινητών τηλεφώνων στον οφθαλμό και στην όραση στον άνθρωπο, δεν στοιχειοθετείται κίνδυνος με τα υπάρχοντα δεδομένα. Αν εξαιρεθούν ορισμένες πειραματικές μελέτες σε ζώα, που μετά από έκθεση σε μεγάλες δόσεις ραδιοκυμάτων (που δεν συναντώνται στο καθημερινό μας περιβάλλον) έδειξαν κίνδυνο για δημιουργία καταρράκτη, τόσο επιδημιολογικές έρευνες όσο και πειραματικές μελέτες δεν επιβεβαίωσαν τον πιθανό κίνδυνο στον άνθρωπο για πρόκληση καταρράκτη ή καρκίνου του οφθαλμού.<sup>99</sup>

Γενικά συμπτώματα που έχουν αναφερθεί από μακρο-

χρόνιους χρήστες κινητών τηλεφώνων όσον αφορά σε διαταραχές στην όραση, ερυθρότητα οφθαλμών κατά τη χρήση του κινητού, δακρύρροια και άλλα, δεν φαίνεται να συνιστούν αλληλεπίδραση με τα κινητά τηλέφωνα και κάτι τέτοιο δεν έχει επιστημονική τεκμηρίωση μέχρι στιγμής.<sup>100</sup> Ωστόσο, το γεγονός ότι σε πειραματικές μελέτες έχει αναφερθεί αύξηση της θερμοκρασίας του ακουστικού πόρου μετά από έκθεση σε ακτινοβολία κινητών τηλεφώνων,<sup>101</sup> αλλά και μελέτες προσομοίωσης που υπολογίζουν αύξηση της θερμοκρασίας του οφθαλμού,<sup>102</sup> αν και δεν αποδεικνύουν κάποια επιβλαβή επίπτωση στους παραπάνω ιστούς, καθιστούν ζωτική την περαιτέρω μελέτη της επίπτωσης των αναφερόμενων βιολογικών επιδράσεων.

**3.3.3. Αναπαραγωγή.** Μελέτες αναφέρουν ότι τα ραδιοκύματα της κινητής τηλεφωνίας επηρεάζουν την αναπαραγωγή σε πειραματόζωα.<sup>103–105</sup> *In vitro* μελέτες έχουν δείξει ότι, υπό προϋποθέσεις, τα ραδιοκύματα κινητής τηλεφωνίας ενδέχεται να επηρεάζουν την ποιότητα του σπέρματος,<sup>106,107</sup> ενώ μελέτες σε ανθρώπους αναφέρουν ότι ενδέχεται η εκπεμπόμενη ακτινοβολία να επηρεάζει

τη γονιμότητα του άνδρα μέσω θερμικών και μη θερμικών επιδράσεων.<sup>108,109</sup>

Συνεπώς, αν και δεν υπάρχουν ακόμα εκτενείς επιδημιολογικές έρευνες που να αποδεικνύουν ότι τα κινητά τηλέφωνα βλάπτουν την ανδρική γονιμότητα, συνιστάται οι άνδρες να μην κρατούν το κινητό τους τηλέφωνο σε περιοχές κοντά στα γεννητικά τους όργανα.

**3.3.4. Γενικά-μη ειδικά συμπτώματα.** Η ύπαρξη ενδεχόμενων επιδράσεων των κινητών τηλεφώνων στον οργανισμό σε βαθμό που να προκαλούν μη ειδικά συμπτώματα, όπως πονοκεφάλους, αίσθημα κακουχίας, διαταραχές στον ύπνο, δυσκολία στη συγκέντρωση, εξάψεις κ.ά., συνιστά βασικό προβληματισμό της κοινής γνώμης σε πολλές χώρες του κόσμου. Υπάρχουν επιδημιολογικές μελέτες που αναφέρουν συσχέτιση της χρήσης κινητών με εμφάνιση τέτοιας φύσης μη ειδικών συμπτωμάτων, οι οποίες βασίζονται σε συμπτώματα που αναφέρουν οι ίδιοι οι πάσχοντες,<sup>110-112</sup> όμως έχουν διατυπωθεί πολλές ενστάσεις για το αν πράγματι υπάρχει μια τέτοια αλληλεπίδραση. Συγκεκριμένα, με ψυχολογικές δοκιμασίες που πραγματοποιήθηκαν ανάμεσα σε άτομα που ανέφεραν τα ανωτέρω συμπτώματα και τη σύγχρονη διενέργεια πειραμάτων ελεγχόμενης έκθεσης αυτών των ατόμων σε ραδιοσυχνότητες κινητής τηλεφωνίας<sup>113-120</sup> αναφέρεται ότι η έκλυση αυτών των συμπτωμάτων δεν σχετίζεται με την έκθεση στις ραδιοσυχνότητες κινητών τηλεφώνων και συνεπώς δεν τεκμηριώνεται η άποψη ότι είναι δυνατόν μια τέτοια έκθεση να επάγει συμπτώματα όπως τα προαναφερθέντα. Παρόλα αυτά, η διερεύνηση της φύσης μιας τέτοιας συμπτωματολογίας απαιτεί περαιτέρω έρευνα. Άλλωστε, υπάρχουν και πειραματικές μελέτες που αναφέρουν αύξηση της θερμοκρασίας του δέρματος και των βλεννογόνων από χρήση κινητών τηλεφώνων,<sup>121</sup> αλλά και την επιρρέπεια σε κρίσεις ατοπικής δερματίτιδας στην υπό προϋποθέσεις έκθεση σε ραδιοσυχνότητες κινητών τηλεφώνων (στο μηχανισμό ενέχονται νευροπεπτίδια, όπως η νευροτροφίνη-3 και άλλοι παράγοντες),<sup>122,123</sup> γεγονός που καθιστά αναγκαία την περαιτέρω διερεύνηση τέτοιων επιδράσεων.

**3.3.5. Βηματοδότες.** Οι μεγάλες ανησυχίες που υπάρχουν για το αν οι βηματοδότες και οι λοιπές συσκευές (π.χ. απινιδωτές) που φέρουν κάποιοι ασθενείς μπορεί να δυσλειτουργούν από την παρουσία ραδιοκυμάτων κινητής τηλεφωνίας είναι δυνατόν πλέον να συζητηθούν σε μια τεκμηριωμένη βάση. Πειραματικές μελέτες τόσο *in vitro* όσο και *in vivo* δείχνουν ότι, αν τηρούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή της συσκευής και κάποιοι γενικοί κανόνες ασφαλούς πρακτικής (να τηρείται μια ορισμένη απόσταση του κινητού από τη συσκευή, να μην κρατείται το κινητό στην τσέπη κοντά στη συσκευή κ.λπ.), δεν ενέχεται σοβαρός

κίνδυνος αλληλεπίδρασης.<sup>124-129</sup>

Παρόλα αυτά, δεδομένου ότι η τεχνολογία εξελίσσεται διαρκώς και δεν είναι δυνατόν να προβλεφθούν πάντα τυχόν αλληλεπιδράσεις μεταξύ νέων συσκευών τόσο από τη σκοπιά των κινητών τηλεφώνων όσο και από τη σκοπιά των βηματοδοτών, χρειάζεται διαρκής επαγρύπνηση για την αποφυγή δυσάρεστων καταστάσεων (πίν. 5).

### 3.4. Κινητά τηλέφωνα και παιδιά

Είναι φυσικό, όσον αφορά στα παιδιά, να είναι κάποιος ιδιαίτερα ευαισθητοποιημένος για πιθανές επιδράσεις των ραδιοκυμάτων στον οργανισμό τους, καθότι αποτελούν μια ιδιαίτερη ομάδα πληθυσμού. Άλλωστε, το γεγονός ότι ο οργανισμός τους αναπτύσσεται τα καθιστά πιο ευαίσθητα στην έκθεση σε οποιονδήποτε παράγοντα κινδύνου. Ομοίως, οι ανατομικές τους διαφορές από τους ενήλικες (λεπτότερα οστά, μικρότερη ποσότητα ινολιπώδους ιστού στις δομές του οργανισμού, γεινίαση οργάνων, μικρότερη επιφάνεια σώματος ανά μονάδα βάρους κ.λπ.) καθιστούν τη μελέτη των πιθανών επιδράσεων των ραδιοκυμάτων της κινητής τηλεφωνίας απαραίτητη, χωρίς να λησμονείται ότι εκτός από το σώμα που αναπτύσσεται, το παιδί αναπτύσσεται επίσης πνευματικά και κοινωνικά.

Για να μετρηθεί το ποσό της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που απορροφά η μονάδα μάζας ενός ιστού στη μονάδα του χρόνου έχει οριστεί ο ρυθμός ειδικής απορρόφησης (PEA, specific absorption rate, SAR). Κάποιες πειραματικές μελέτες σε προπλάσματα, με ελεγχόμενη έκθεση σε συχνότητες ραδιοκυμάτων κινητής τηλεφωνίας, έχουν δείξει ότι τα παιδιά εμφανίζουν υψηλότερο PEA από τους ενήλικες,<sup>130-132</sup> ενώ σε άλλες δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά στο δείκτη PEA.<sup>133</sup>

Παρόλα αυτά, τα όρια ασφάλειας απορρόφησης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας δεν φαίνεται να υπερβαίνονται σε ρεαλιστικές συνθήκες έκθεσης.<sup>134,135</sup>

Έρευνες που μελέτησαν τυχόν επιδράσεις των ραδιοκυμάτων της κινητής τηλεφωνίας σε γνωσιακές λειτουργίες παιδιών διαπίστωσαν μεταβολές στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα,<sup>136</sup> ωστόσο δεν στοιχειοθετείται επιστημονικά ότι υφίστανται γνωσιακές διαταραχές εξαιτίας της ηλεκτρομαγνητικής εκπομπής από τα κινητά τηλέφωνα, καθώς υπάρχουν μελέτες όπου με διάφορες δοκιμασίες και ελεγχόμενη έκθεση στις ανωτέρω ραδιοσυχνότητες δεν αναδεικνύεται μια τέτοια συσχέτιση.<sup>80,137,138</sup>

Δεν πρέπει να λησμονείται όμως ότι τα παιδιά βρίσκονται σε μια περίοδο της ζωής τους κατά την οποία δέχονται ερεθίσματα, τα οποία συμβάλλουν στη διαμόρφωση του

**Πίνακας 5.** Σύνοψη συμπερασμάτων μελετών στον άνθρωπο (επιδημιολογικών, πειραματικών): +=θετική συσχέτιση, --αρνητική συσχέτιση, +/-=αντικρουόμενες απόψεις.

| α/α | Επίδραση                                      | Παρουσία συσχέτισης | Μελέτες  |
|-----|---|---------------------|--|
| 1   | Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα                        | +/-                 | Vecchio et al 2007, Croft et al 2007, Maby et al 2006, Prahlad et al 2006, Papageorgiou et al 2006, Ferreri et al 2006, Yuasa et al 2006, Oysu et al 2005, Curcio et al 2005, Maby et al 2004, Kramarenko et al 2003, D'Costa et al 2003 |
| 2   | Αιματοεγκεφαλικός φραγμός, αιμάτωση εγκεφάλου | +/-                 | Aalto et al 2006, Khiat et al 2006, Huber et al 2005, Haarala et al 2003   |
| 3   | Αυτόνομο νευρικό/καρδιακός ρυθμός             | -                   | Parazzini et al 2007, Atlasz et al 2006, Braune et al 2002   |
| 4   | Γνωσιακές λειτουργίες                         | -                   | Russo et al 2006, Haarala et al 2005, Besset et al 2005, Haarala 2004, Maier et al 2004, Haarala et al 2003  |
| 5   | Ύπνος   | -                   | Fritzer et al 2007, Hung et al 2007, Loughran et al 2005, Mann et al 2004, Lebedeva et al 2001   |
| 6   | Ακοή  | -                   | Sievert et al 2007, Mora et al 2006, Oktay et al 2006, Uloziene et al 2005, Janssen et al 2005, Parazzini et al 2005, Pau et al 2005, Kerekhanjanarong et al 2005, Garcia Callejo et al 2005, Monnery et al 2004                         |
| 7   | Όραση, οφθαλμικά συμπτώματα                   | -                   | Balik et al 2005, Elder 2003   |
| 8   | Αναπαραγωγή                                   | +/-                 | Deepinder et al 2007, WdoWiak et al 2007, Erogul et al 2006, Fejes et al 2005  |
| 9   | Πονοκέφαλος, μη ειδικά συμπτώματα             | +/-                 | Oftedal et al 2007, Rubin et al 2006, Wilen et al 2006, Seitz et al 2005, Salama et al 2004, Al-Khlaiwi et al 2004, Hietanen et al 2002, Koivisto et al 2001, Flodin et al 2000, Chia et al 2000, Lonne-Rahm et al 2000                  |
| 10  | Βηματοδότες                                   | -                   | Francis et al 2006, Trigano et al 2006, Tandogan et al 2005, Hekmat et al 2004, Elshershari et al 2002, Chiladakis et al 2001  |

χαρακτήρα τους, της προσωπικότητάς τους και της γενικότερης αντίληψής τους. Από τα ερεθίσματα του «σήμερα» θα προκύψουν οι συμπεριφορές του «αύριο». Τα κινητά διαδραματίζουν σήμερα σημαντικό ρόλο στη ζωή των παιδιών, καθώς μεγάλο ποσοστό των παιδιών ηλικίας 9–18 ετών κατέχει κινητό τηλέφωνο και η πλειονότητα αυτών που κατέχουν δηλώνει εξάρτηση από αυτό (αν και το ποσοστό διαφοροποιείται ανάλογα με τη χώρα και την ηλικιακή ομάδα, από 90–95% στην Ιταλία σε ηλικιακή ομάδα 9–18, ως ~35% στη Γερμανία σε ηλικίες ~10 ετών).<sup>139–141</sup>

Μελέτη στο Τόκιο αναφέρει ότι τα κινητά τηλέφωνα επηρεάζουν τις διαπροσωπικές σχέσεις των παιδιών στην καθημερινή ζωή τους, με αντίκτυπο στη φιλία και την ψυχολογία τους.<sup>142</sup>

Συνεπώς, οι κοινωνικές διαστάσεις της χρήσης των κινητών από τα παιδιά θα έπρεπε να τεθούν υπό συζήτηση, έτσι ώστε να πραγματοποιείται πιο ορθολογική χρήση αυτών προς όφελος των παιδιών.

Έρευνες για την επίδραση των κινητών στον καρδιακό ρυθμό σε νέους καθώς και σε γυναίκες κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης δεν ανέδειξαν κάποια συσχέτιση.<sup>143,144</sup>

Παρόλα αυτά, η επίδραση της μακροχρόνιας χρήσης κινητής τηλεφωνίας δεν είναι δυνατόν να προβλεφθεί,

κυρίως όσον αφορά σε ενδεχόμενες επιπτώσεις στην ενήλικη ζωή ενός ατόμου που χρησιμοποιούσε κινητό τηλέφωνο από την παιδική του ηλικία. Μια τέτοια γνώση υπερβαίνει τις δυνατότητες της σημερινής επιστήμης, καθώς η συγκεκριμένη τεχνολογία έχει σχετικά πρόσφατα εισαχθεί στη ζωή μας, ώστε να γνωρίζουμε με βεβαιότητα την ασφάλεια μη ελεγχόμενης χρήσης των κινητών. Γι' αυτόν το λόγο, οι ειδικοί συνιστούν την εφαρμογή μιας προληπτικής στρατηγικής όσον αφορά στη χρήση κινητών από τα παιδιά.<sup>145–147</sup>

### 3.5. Σταθμοί βάσης κινητής τηλεφωνίας και επιδράσεις στην υγεία

Για να υπάρχει η δυνατότητα χρήσης κινητών τηλεφώνων καθίσταται αναγκαία η ύπαρξη σταθμών βάσης κινητής τηλεφωνίας και σταθμών αναμετάδοσης σήματος. Όμως, οι αντιλήψεις του κοινού για τις βάσεις της κινητής τηλεφωνίας εκφράζουν την ανησυχία του για τις πιθανές επιδράσεις τους στην υγεία.<sup>148–150</sup>

Έχουν πραγματοποιηθεί πολλές επιδημιολογικές έρευνες για τη διερεύνηση ενός τέτοιου ενδεχομένου, με ταυτόχρονες μετρήσεις του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου σε περιοχές κοντά σε σταθμούς κινητής τηλεφωνίας. Η

μελέτη όμως ενός τέτοιου φαινομένου επιδημιολογικά δεν συνιστά εύκολη υπόθεση, δεδομένου ότι κάποιος δεν μπορεί να απομονώσει –και άρα να μελετήσει– την έκθεση σε ραδιοκύματα εξαιτίας σταθμών κινητής τηλεφωνίας, επειδή τα ραδιοκύματα από ραδιοφωνικούς σταθμούς ή τα σήματα από σταθμούς τηλεόρασης είναι ισχυρότερα και δεν είναι δυνατόν να απομονωθεί η έκθεση από ένα μόνο πεδίο.<sup>151</sup>

Πειραματικές *in vitro* έρευνες δεν συνηγορούν υπέρ της ύπαρξης δομικών επιπτώσεων στο ανθρώπινο DNA εξαιτίας της έκθεσης στις αντίστοιχες ραδιοσυχνότητες,<sup>152,153</sup> αλλά ούτε επηρεάζονται πρωτεΐνες θερμικού shock στα κύτταρα,<sup>154</sup> ενώ μελέτες σε πειραματόζωα δεν ανέδειξαν ισχυρά τεκμήρια για επίδραση στην καρκινογένεση μετά από έκθεση σε ανάλογα πεδία.<sup>155</sup>

Παρόλα αυτά, το γεγονός ότι ορισμένοι άνθρωποι που ζουν κοντά σε τέτοιους σταθμούς αναφέρουν υποκειμενικά, μη ειδικά συμπτώματα καθιστά την επιστημονική διερεύνηση του θέματος αναγκαία. Μελέτη σε κατοίκους που διαμένουν κοντά σε σταθμούς βάσης κινητής τηλεφωνίας (ακτίνα 100 m) στη Γαλλία αναφέρει στατιστικώς σημαντικά αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης μη ειδικών συμπτωμάτων συγκριτικά με κατοίκους που διαμένουν σε ακτίνα >300 m.<sup>156,157</sup>

Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρει και συγχρονική μελέτη (cross sectional study) στην Αίγυπτο καταγράφοντας αύξηση αναφερόμενων συμπτωμάτων, όπως πονοκέφαλο, διαταραχές στη μνήμη, ζάλη, διαταραχές ύπνου κ.ά.<sup>158</sup>

Αυστριακή συγχρονική μελέτη αναφέρει ότι, αν και υπήρχαν πολλοί συγχυτικοί παράγοντες, συμπεριλαμβανομένου και του φόβου των κατοίκων ότι κατοικούν κοντά σε σταθμό κινητής τηλεφωνίας, διαπιστώθηκε σημαντική συσχέτιση όσον αφορά σε συμπτώματα όπως ο πονοκέφαλος, αλλά δεν υπήρχε συσχέτιση όσον αφορά στην ποιότητα του ύπνου, ενώ και τα όρια έκθεσης βρίσκονταν πάντα πολύ χαμηλότερα από τα επιτρεπόμενα.<sup>159</sup> Παρόλα αυτά, πειραματικές μελέτες δεν μπόρεσαν να επιβεβαιώσουν τη συσχέτιση στα παραπάνω συμπτώματα.<sup>160</sup>

Επιδημιολογικές μελέτες στη Γερμανία και το Ισραήλ ανέφεραν αυξημένο κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου σε πληθυσμό που κατοικούσε σε απόσταση 350–400 m από σταθμό κινητής τηλεφωνίας σε σχέση με το γενικό πληθυσμό,<sup>161,162</sup> όμως το γεγονός ότι σε μια περιοχή παρατηρείται αυξημένη επίπτωση καρκίνου δεν οδηγεί από μόνο του στην εξαγωγή συμπεράσματος, ειδικά αν το μέτρο σύγκρισης είναι ο γενικός πληθυσμός, καθότι ο καρκίνος δεν είναι νόσημα που ισοκατανέμεται στον πληθυσμό.

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ, φύλλο ενημέρωσης – fact sheet no 304), μελετώντας τα υπάρχοντα

ερευνητικά δεδομένα, καταλήγει ότι η έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία σταθμών-βάσεων κινητής τηλεφωνίας δεν φαίνεται να προκαλεί βλάβες στην ανθρώπινη υγεία. Ωστόσο, η φύση της συγκεκριμένης έκθεσης σε ακτινοβολία καθιστά δυσχερή την εξαγωγή συμπερασμάτων από τις υπάρχουσες επιδημιολογικές μελέτες και κρίνεται αναγκαία η εκτενέστερη μελέτη του θέματος, καθώς η μέχρι στιγμής επιστημονική γνώση δεν επιτρέπει την εξαγωγή οριστικού συμπεράσματος.<sup>163,164</sup>

### 3.6. Ασύρματη τηλεφωνία

Τα ασύρματα τηλέφωνα λειτουργούν με τρόπο παρόμοιο με τα κινητά τηλέφωνα. Τα ασύρματα τηλέφωνα επικοινωνούν με τη βάση τους, όπως και τα κινητά με το σταθμό βάσης, με τη διαφορά ότι επειδή η απόσταση μεταξύ βάσης και τηλεφώνου είναι μικρότερη, κατ'επέκταση και η ένταση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας είναι μικρότερη.

Τα τελευταία χρόνια, μελέτες κυρίως της ομάδας Hardell, που ανέφεραν συσχέτιση των ασύρματων τηλεφώνων με εγκεφαλικούς όγκους, όπως ακουστικό νευρίνωμα ή γλοίωμα του εγκεφάλου κ.ά.,<sup>3,5,6</sup> προβλημάτισαν τόσο τον επιστημονικό κόσμο όσο και την ευρύτερη κοινή γνώμη.

Τα αποτελέσματα αυτά δεν επιβεβαιώθηκαν από άλλες μελέτες και σύμφωνα με την ανάλυση της μελέτης Interphone στη Γερμανία δεν αναφέρεται αύξηση του σχετικού κινδύνου για νεοπλασία από την έκθεση στην ακτινοβολία των βάσεων των ασύρματων τηλεφώνων (διαγώνιο ηλικίο OR=0,83 95%, CI=0,29–2,33).<sup>10,165</sup> Και σε αυτή την περίπτωση ισχύουν οι περιορισμοί που αναφέρθηκαν στην παράγραφο 3.1, όσον αφορά στις συγκεκριμένες έρευνες.

## 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα υπάρχοντα στοιχεία παρέχουν ανεπαρκή και αντικρουόμενα δεδομένα όσον αφορά στη σαφή συσχέτιση της εκπεμπόμενης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από τα κινητά τηλέφωνα με την αύξηση του κινδύνου καρκινογένεσης. Υπάρχουν ενδείξεις ότι η μακροχρόνια χρήση ενδέχεται να διαδραματίζει κάποιο ρόλο, όμως είναι αναγκαίο να ληφθούν υπόψη οι περιορισμοί των σχετικών επιδημιολογικών ερευνών.

Συγκεκριμένα, η απουσία μέτρησης του επιπέδου εκπεμπόμενης αλλά και απορροφούμενης ακτινοβολίας στο δείγμα των επιδημιολογικών μελετών που έχουν διεξαχθεί, η πολυπαραγοντικότητα και ο χρόνος επώασης των νόσων, όπως π.χ. του καρκίνου, σε συνδυασμό με τη σπανιότητα συγκεκριμένων μορφών καρκίνου που μελετώνται, όπως το ακουστικό νευρίνωμα, αλλά και η καθημερινή έκθεση

του σύγχρονου ανθρώπου σε πλειάδα δυνητικά βλαπτικών ερεθισμάτων, θέτουν περιορισμούς στην ασφάλεια της εξαγωγής συμπερασμάτων από τις υπάρχουσες πηγές. Όλα αυτά είναι στοιχεία που θα πρέπει να λάβουν υπόψη οι μελλοντικές έρευνες, ενώ κρίνεται αναγκαία η διεξαγωγή συντονισμένων ερευνών προς αυτή την κατεύθυνση, έτσι ώστε να είναι εφικτό να υπάρξουν διαθέσιμα ποιοτικότερα στοιχεία στο μέλλον που θα καθορίσουν με ασφάλεια τα όρια έκθεσης του πληθυσμού στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Η έκθεση στα ραδιοκύματα της κινητής τηλεφωνίας μπορεί να επάγει πλειάδα βιολογικών επιδράσεων στον οργανισμό, χωρίς αυτό όμως να οδηγεί κατ' ανάγκη σε αποδεδειγμένες βιολογικές επιπτώσεις. Το ίδιο παρατηρείται άλλωστε και εξαιτίας της έκθεσης στις συχνότερες ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας λόγω της χρήσης τηλεόρασης, ραδιοφώνου και άλλων οικιακών συσκευών. Παρόλα αυτά, η κινητή τηλεφωνία αποτελεί μια νέα τεχνολογία και το γεγονός ότι πειράματα αναδεικνύουν μοριακές επιπτώσεις, όπως παραγωγή πρωτεϊνών θερμικού shock ή ενεργοποίηση κινασών και γονιδίων,<sup>166,167</sup> μετά από έκθεση σε ραδιοκύματα

κινητής τηλεφωνίας καθιστά αναγκαία την επαγρύπνηση και τη συνεχή μελέτη στο συγκεκριμένο τομέα, ακόμα κι αν δεν προκύπτουν σαφή επιδημιολογικά δεδομένα για την επίδραση των κινητών στην υγεία.

Ιδιαίτερη ευαισθητοποίηση απαιτείται όσον αφορά στα παιδιά, δεδομένης της απουσίας γνώσης για τις πιθανές επιπτώσεις που μπορεί να έχει η μακροχρόνια έκθεση σε τέτοιου μήκους κύματος ακτινοβολία από την παιδική ηλικία, αλλά και την άγνοια για τα λεγόμενα «ασφαλή» όρια έκθεσης.

Τέλος, δεδομένων των στοιχείων που αναδεικνύουν την επικινδυνότητα της οδήγησης με σύγχρονη χρήση κινητού τηλεφώνου, κρίνεται αναγκαία η καθημερινή εφαρμογή των διατάξεων του κώδικα οδικής κυκλοφορίας που απαγορεύουν μια τέτοια πρακτική. Εξίσου σημαντικό είναι να υπάρχει και διαρκής ενημέρωση και επιμόρφωση της κοινής γνώμης, ώστε να περιοριστούν οι πάσης φύσεως απώλειες εξαιτίας της ανάρμοστης χρήσης των κινητών τηλεφώνων στη διάρκεια της οδήγησης.

## ABSTRACT

### Electromagnetic fields, human health and quality of life: An update

P. PATRIKAKOS, I. SKALKIDIS, A. TERZIDIS, E.T. PETRIDOU

*Department of Hygiene, Epidemiology and Medical Statistics, Medical School, University of Athens, Athens, Greece*

*Archives of Hellenic Medicine 2008, 25(4):463–480*

Human exposure to electromagnetic fields is a part of everyday life in modern societies and there is concern about the possible effects on human health. This review presents the latest epidemiological data on human exposure to the radiofrequencies of mobile phones, mobile phone base-stations and wireless telephones, and their possible effects in the field of public health. The current level of knowledge is not sufficient to support scientifically the hypothesis that such radiofrequencies cause harm to human health, despite evidence in certain fields, specifically, possible evidence for an increased risk of certain types of cancer, which needs further investigation. The continuing evolution of related technology determines the need for ongoing research in this field, as present data cannot guarantee that future technologies will have no impact on human health. Mobile phone use appears to affect public health in other ways, such as increasing the risk of injury and traffic accidents when drivers use mobile phones while driving. In addition, the social effects of the use of mobile phones, especially by children, needs to be discussed.

**Key words:** Accidents, Base stations, Cancer, Health, Mobile phones, Wireless phones

## Βιβλιογραφία

1. HARDELL L, CARLBERG M, MILD KH. Case-control study of the association between the use of cellular and cordless telephones and malignant brain tumours diagnosed during 2000–2003. *Environ Res* 2006, 100:232–241
2. 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 for malignant brain tumours diagnosed in 1997–2003. *Int Arch Occup Environ Health* 2006, 79:630–639
3. 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
4. HARDELL L, ERIKSSON M, CARLBERG M, SUNDSTROM C, MILD KH. Use of cellular or cordless telephones and the risk for non-Hodgkin's lymphoma. *Int Arch Occup Environ Health* 2005, 78:625–632
  5. HARDELL L, MILD KH, CARLBERG M, SODERQVIST F. Tumour risk associated with use of cellular telephones or cordless desktop telephones. *World J Surg Oncol* 2006, 4:74
  6. HARDELL L, CARLBERG M, HANSSON MILD K. Case-control study on cellular and cordless telephones and the risk for acoustic neuroma or meningioma in patients diagnosed 2000–2003. *Neuroepidemiology* 2005, 25:120–128
  7. LONN S, AHLBOM A, HALL P, FEYCHTING M. Mobile phone use and the risk of acoustic neuroma. *Epidemiology* 2004, 15:653–659
  8. MILD KH, HARDELL L, CARLBERG M. Pooled analysis of two Swedish case-control studies on the use of mobile and cordless telephones and the risk of brain tumours diagnosed during 1997–2003. *Int J Occup Saf Ergon* 2007, 13:63–71
  9. HARDELL L, CARLBERG M, SÖDERQVIST F, MILD KH, MORGAN L. Long-term use of cellular phones and brain tumours: Increased risk associated with use for >10 years. *Occup Environ Med* 2007, 64:626–632
  10. LAHKOLA A, TOKOLA K, AUVINEN A. Meta-analysis of mobile phone use and intracranial tumors. *Scand J Work Environ Health* 2006, 32:171–177
  11. CHRISTENSEN HC, SCHUZ J, KOSTELJANETZ M, POULSEN HS, BOICE JD Jr, McLAUGHLIN JK ET AL. Cellular telephones and risk for brain tumours: A population-based, incident case-control study. *Neurology* 2005, 64:1189–1195
  12. SCHUZ J, BOHLER E, BERG G, SCHLEHOFER B, HETTINGER I, SCHLAEFER K ET AL. Cellular phones, cordless phones, and the risks of glioma and meningioma (Interphone Study Group, Germany). *Am J Epidemiol* 2006, 163:512–520
  13. HEPWORTH SJ, SCHOEMAKER MJ, MUIR KR, SWERDLOW AJ, VANTONGEREN MJ, MCKINNEY PA. Mobile phone use and risk of glioma in adults: Case-control study. *Br Med J* 2006, 332:883–887
  14. LONN S, AHLBOM A, HALL P, FEYCHTING M. Swedish Interphone Study Group. Long-term mobile phone use and brain tumor risk. *Am J Epidemiol* 2005, 161:526–535
  15. INSKIP PD, TARONE RE, HATCH EE, WILCOSKY TC, SHAPIROW WR, SELKER RG ET AL. Cellular-telephone use and brain tumours. *N Engl J Med* 2001, 344:79–86
  16. SCHÜZ J, JACOBSEN R, OLSEN JH, BOICE JD, McLAUGHLIN JK, JOHANSEN C. Cellular telephone use and cancer risk: Update of a nationwide Danish cohort. *J Natl Cancer Inst* 2006, 98:1707–1713
  17. SCHOEMAKER MJ, SWERDLOW AJ, AHLBOM A, AUVINEN A, BLAASAAS KG, CARDIS E. Mobile phone use and risk of acoustic neuroma: Results of the Interphone case-control study in five north European countries. *Br J Cancer* 2005, 93:842–848
  18. CHRISTENSEN HC, SCHUZ J, KOSTELJANETZ M, POULSEN HS, THOMSEN J, JOHANSEN C. Cellular telephone use and risk of acoustic neuroma. *Am J Epidemiol* 2004, 159:277–283
  19. TAKEBAYASHI T, AKIBA S, KIKUCHI Y, TAKI M, WATANABE S ET AL. Mobile phone use and acoustic neuroma risk in Japan. *Occup Environ Med* 2006, 63:802–807
  20. LINET MS, TAGGART T, SEVERSON RK, CERHAN JR, COZEN W, HARTGE P ET AL. Cellular telephones and non-Hodgkin's lymphoma. *Int J Cancer* 2006, 119:2382–2388
  21. LAHKOLA A, AUVINEN A, RAITANEN J, SCHOEMAKER MJ, CHRISTENSEN HC, FEYCHTING M ET AL. Mobile phone use and risk of glioma in 5 north European countries. *Int J Cancer* 2007, 120:1769–1775
  22. KAN P, SIMONSEN SE, LYON JL, KESTLE JRW. Cellular phone use and brain tumor: A meta-analysis. *J Neurooncol* 2007 (in press)
  23. KLAEBOE L, BLAASAAS KG, TYNES T. Use of mobile phones in Norway and risk of intracranial tumours. *Eur J Cancer Prev* 2007, 16:158–164
  24. 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. Erratum in: *Am J Ind Med* 2007, 50:234
  25. EUROPEAN FAST RESPONSE TEAM ON EMF AND HEALTH (EFRT). Comment 2/2006. In: Hardell et al. EMF-NET web.jrc.ec.europa.eu/emf-net/efrtddocuments.cfm
  26. MUSCAT JE, HINSVARK M, MALKIN M. Mobile telephones and rates of brain cancer. *Neuroepidemiology* 2006, 27:55–56
  27. RÖÖSLI M, MICHEL G, KUEHNI CE, SPOERRI A. Cellular telephone use and time trends in brain tumour mortality in Switzerland from 1969 to 2002. *Eur J Cancer Prev* 2007, 16:77–82
  28. FEYCHTING M, FORSSEN U. Electromagnetic fields and female breast cancer. *Cancer Causes Control* 2006, 17:553–558
  29. HARDELL L, HALLQUIST A, HANSSON MILD K, CARLBERG M, GERTZEN H. No association between the use of cellular or cordless telephones and salivary gland tumours. *Occup Environ Med* 2004, 61:675–679
  30. LÖNN S, AHLBOM A, CHRISTENSEN HC, JOHANSEN C, SCHUZ J, EDSTROM S ET AL. Mobile phone use and risk of parotid gland tumor. *Am J Epidemiol* 2006, 164:637–643
  31. STANG A, ANASTASSIOU G, AHRENS W, BROMEN K, BORNFIELD N, JOCKEL KH. The possible role of radiofrequency radiation in the development of uveal melanoma. *Epidemiology* 2001, 12:7–12
  32. JOHANSEN C, BOICE JD, McLAUGHLIN JK, CHRISTENSEN HC, OLSEN JH. Mobile phones and malignant melanoma of the eye. *Br J Cancer* 2002, 86:348–349
  33. INSKIP PD, DEVESA SS, FRAUMENI JF Jr. Trends in the incidence of ocular melanoma in the United States, 1974–1998. *Cancer Causes Control* 2003, 14:251–257
  34. GRAS ME, CUNILL M, SULLMAN MJ, PLANES M, AYMERICH M, FONTMAYOLAS S. Mobile phone use while driving in a sample of Spanish university workers. *Accid Anal Prev* 2007, 39:347–355
  35. EBY DW, VIVODA JM, ST LOUIS RM. Driver hand-held cellular phone use: A four-year analysis. *J Safety Res* 2006, 37:261–265
  36. WALKER L, WILLIAMS J, JAMROZIK K. Unsafe driving behaviour and four wheel drive vehicles: Observational study. *Br Med J* 2006, 333:71
  37. BEDFORD D, O'FARRELL A, DOWNEY J, McKEOWN N, HOWELL F. The use of hand held mobile phones by drivers. *Ir Med J* 2005, 98:248
  38. JOHAL S, NAPIER F, BRITT-COMPTON J, MARSHALL T. Mobile pho-

- nes and driving. *J Public Health (Oxf)* 2005, 27:112–113
39. ASTRAIN I, BERNAUS J, CLAVEROL J, ESCOBAR A, GODOY P. Prevalence of mobile phone use while driving vehicles. *Gac Sanit* 2003, 17:66–69
  40. OOMMEN BS, STAHL JS. Inhibited head movements: A risk of combining phoning with other activities? *Neurology* 2005, 65:754–756
  41. ATCHLEY P, DRESSEL J. Conversation limits the functional field of view. *Hum Factors* 2004, 46:664–673
  42. BARKANA Y, ZADOK D, MORAD Y, AVNI I. Visual field attention is reduced by concomitant hands-free conversation on a cellular telephone. *Am J Ophthalmol* 2004, 138:347–353
  43. FAGIOLI S, FERLAZZO F. Shifting attention across spaces while driving: Are hands-free mobile phones really safer? *Cogn Process* 2006, 7(Suppl 1):147
  44. STRAYER DL, DREWS FA. Profiles in driver distraction: Effects of cell phone conversations on younger and older drivers. *Hum Factors* 2004, 46:640–649
  45. ROSENBLOOM T. Driving performance while using cell phones: An observational study. *J Safety Res* 2006, 37:207–212
  46. POYSTI L, RAJALIN S, SUMMALA H. Factors influencing the use of cellular (mobile) phone during driving and hazards while using it. *Accid Anal Prev* 2005, 37:47–51
  47. RAKAUSKAS ME, GUGERTY LJ, WARD NJ. Effects of naturalistic cell phone conversations on driving performance. *J Safety Res* 2004, 35:453–464
  48. STRAYER DL, DREWS FA, CROUCH DJ. A comparison of the cell phone driver and the drunk driver. *Hum Factors* 2006, 48:381–391
  49. TROGLAUER T, HELS T, CHRISTENS PF. Extent and variations in mobile phone use among drivers of heavy vehicles in Denmark. *Accid Anal Prev* 2006, 38:105–111
  50. McEVOY SP, STEVENSON MR, WOODWARD M. Phone use and crashes while driving: A representative survey of drivers in two Australian states. *Med J Aust* 2006, 185:630–634
  51. MCCARTT AT, HELLINGA LA, BRATIMAN KA. Cell phones and driving: Review of research. *Traffic Inj Prev* 2006, 7:89–106
  52. McEVOY SP, STEVENSON MR, MCCARTT AT, WOODWARD M, HAWORTH C, PALAMARA P ET AL. Role of mobile phones in motor vehicle crashes resulting in hospital attendance: A case-crossover study. *Br Med J* 2005, 331:428
  53. SEO DC, TORABI MR. The impact of in-vehicle cell-phone use on accidents or near-accidents among college students. *J Am Coll Health* 2004, 53:101–107
  54. WILSON J, FANG M, WIGGINS S, COOPER P. Collision and violation involvement of drivers who use cellular telephones. *Traffic Inj Prev* 2003, 4:45–52
  55. LABERGE-NADEAU C, MAAG U, BELLAVANCE F, LAPIERRE SD, DESJARDINS D, MESSIER S ET AL. Wireless telephones and the risk of road crashes. *Accid Anal Prev* 2003, 35:649–660
  56. MUNSHI A, JALALI R. Cellular phones and their hazards: The current evidence. *Natl Med J India* 2002, 15:275–277
  57. VIOLANTI JM. Cellular phones and fatal traffic collisions. *Accid Anal Prev* 1998, 30:519–524
  58. REDELMEIER DA, TIBSHIRANI RJ. Association between cellular-telephone calls and motor vehicle collisions. *N Engl J Med* 1997, 336:453–458
  59. MABY E, JEANNES RLE B, FAUCON G. Scalp localization of human auditory cortical activity modified by GSM electromagnetic fields. *Int J Radiat Biol* 2006, 82:465–472
  60. MABY E, LE BOUQUIN JEANNES R, LIEGEOIS-CHAUVEL C, GOUREVITCH B, FAUCON G. Analysis of auditory evoked potential parameters in the presence of radiofrequency fields using a support vector machines method. *Med Biol Eng Comput* 2004, 42:562–568
  61. PAPAGEORGIOU CC, NANOU ED, TSIAFAKIS VG, KAPARELIOTIS E, KONTOANGELOS KA, CAPSALIS CN ET AL. Acute mobile phone effects on pre-attentive operation. *Neurosci Lett* 2006, 397:99–103
  62. FERRERI F, CURCIO G, PASQUALETTI P, De GENNARO L, FINI R, ROSINI PM. Mobile phone emissions and human brain excitability. *Ann Neurol* 2006, 60:188–196
  63. CURCIO G, FERRARA M, MORONI F, D'INZEO G, BERTINI M, De GENNARO L. Is the brain influenced by a phone call? An EEG study of resting wakefulness. *Neurosci Res* 2005, 53:265–270
  64. D'COSTA H, TRUEMAN G, TANG L, ABDEL-RAHMAN U, ABDEL-RAHMAN W, ONG K ET AL. Human brain wave activity during exposure to radiofrequency field emissions from mobile phones. *Australas Phys Eng Sci Med* 2003, 26:162–167
  65. VECCHIO F, BABILONI C, FERRERI F, CURCIO G, FINI R, Del PELCIO G ET AL. Mobile phone emission modulates interhemispheric functional coupling of EEG alpha rhythms. *Eur J Neurosci* 2007, 25:1908–1913
  66. CROFT RJ, HAMBLIN DL, SPONG J, WOOD AW, MCKENZIE RJ, STOUGH C. The effect of mobile phone electromagnetic fields on the alpha rhythm of human electroencephalogram. *Bioelectromagnetics* 2007 (in press)
  67. YUASA K, ARAI N, OKABE S, TARUSAWA Y, NOJIMA T, HANAJIMA R ET AL. Effects of thirty minutes mobile phone use on the human sensory cortex. *Clin Neurophysiol* 2006, 117:900–905
  68. 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, 262:839–843
  69. KRAMARENKO AV, TAN U. Effects of high-frequency electromagnetic fields on human EEG: A brain mapping study. *Int J Neurosci* 2003, 113:1007–1019
  70. SETHI PK, SETHI NK, TORGOVNICK J. Mobile phone artifact. *Clin Neurophysiol* 2006, 117:1876–1878
  71. HAARALA C, AALTO S, HAUTZEL H, JULKUNEN L, RINNE JO, LAINE M ET AL. Effects of a 902 MHz mobile phone on cerebral blood flow in humans: A PET study. *Neuroreport* 2003, 14:2019–2023
  72. AALTO S, HAARALA C, BRUCK A, SIPILA H, HAMALAINEN H, RINNE JO. Mobile phone affects cerebral blood flow in humans. *J Cereb Blood Flow Metab* 2006, 26:885–890
  73. KHIAT A, BOULANGER Y, BRETON G. Monitoring the effects of mobile phone use on the brain by proton magnetic resonance spectroscopy. *Int J Radiat Biol* 2006, 82:681–685
  74. HUBER R, TREYER V, SCHUDERER J, BERTHOLD T, BUCK A, KUSTER N ET AL. Exposure to pulse-modulated radio frequency electromagnetic fields affects regional cerebral blood flow. *Eur J Neurosci* 2005, 21:1000–1006
  75. BRAUNE S, RIEDEL A, SCHULTE-MONTING J, RACZEK J. Influence of a radiofrequency electromagnetic field on cardiovascular

- and hormonal parameters of the autonomic nervous system in healthy individuals. *Radiat Res* 2002, 158:352–356
76. ATLASZT, KELLENYI L, KOVACS P, BABAI N, THUROCY G, HEJEL L ET AL. The application of surface plethysmography for heart rate variability analysis after GSM radiofrequency exposure. *J Biochem Biophys Methods* 2006, 69:233–236
  77. PARAZZINI M, RAVAZZANI P, TOGNOLA G, THUROCY G, MOLNAR FB, SACCHETTINI A ET AL. Electromagnetic fields produced by GSM cellular phones and heart rate variability. *Bioelectromagnetics* 2007, 28:122–129
  78. MAIER R, GRETER SE, MAIER N. Effects of pulsed electromagnetic fields on cognitive processes – a pilot study on pulsed field interference with cognitive regeneration. *Acta Neurol Scand* 2004, 110:46–52
  79. HAARALA C, BJORNBERG L, EK M, LAINE M, REVONSUO A, KOIVISTO M ET AL. Effect of a 902 MHz electromagnetic field emitted by mobile phones on human cognitive function: A replication study. *Bioelectromagnetics* 2003, 24:283–288
  80. HAARALA C, BERGMAN M, LAINE M, REVONSUO A, KOIVISTO M, HAMALAINEN H. Electromagnetic field emitted by 902 MHz mobile phones shows no effects on children's cognitive function. *Bioelectromagnetics* 2005, (Suppl 7):S144–S150
  81. BESSET A, ESPA F, DAUVILLIERS Y, BILLIARD M, De SEZE R. No effect on cognitive function from daily mobile phone use. *Bioelectromagnetics* 2005, 26:102–108
  82. RUSSO R, FOX E, CINEL C, BOLDINI A, DEFEYTER MA, MIRSHKAR-SYAHKAL D ET AL. Does acute exposure to mobile phones affect human attention? *Bioelectromagnetics* 2006, 27:215–220
  83. HAARALA C, EK M, BJORNBERG L, LAINE M, REVONSUO A, KOIVISTO M ET AL. 902 MHz mobile phone does not affect short term memory in humans. *Bioelectromagnetics* 2004, 25:452–456
  84. LEBEDEVA NN, SULIMOV AV, SULIMOVA OP, KOROTKOVSKAYA TI, GAILUS T. Investigation of brain potentials in sleeping humans exposed to the electromagnetic field of mobile phones. *Crit Rev Biomed Eng* 2001, 29:125–133
  85. MANN K, ROSCHKE J. Sleep under exposure to high-frequency electromagnetic fields. *Sleep Med Rev* 2004, 8:95–107
  86. LOUGHRAN SP, WOOD AW, BARTON JM, CROFT RJ, THOMPSON B, STOUGH C. The effect of electromagnetic fields emitted by mobile phones on human sleep. *Neuroreport* 2005, 16:1973–1976
  87. FRITZER G, GÖDER R, FRIEGE L, WACHTER J, HANSEN V, HINZELCH D ET AL. Effects of short- and long-term pulsed radiofrequency electromagnetic fields on night sleep and cognitive functions in healthy subjects. *Bioelectromagnetics* 2007, 28:316–325
  88. HUNQ CS, ANDERSON C, HORNE J, McEVOY P. Mobile phone “talk-mode” signal delays EEG-determined sleep onset. *Neurosci Lett* 2007, 42:182–186
  89. SIEVERT U, EGGERT S, GOLTZ S, PAU HW. Effects of electromagnetic fields emitted by cellular phone on auditory and vestibular labyrinth. *Laryngorhinootologie* 2007, 86:264–270
  90. MORA R, CRIPPA B, MORA F, DELLEPIANE M. A study of the effects of cellular telephone microwave radiation on the auditory system in healthy men. *Ear Nose Throat J* 2006, 85:160, 162–163
  91. ULOZIENE I, ULOZA V, GRADAUSKIENE E, SAFERIS V. Assessment of potential effects of the electromagnetic fields of mobile phones on hearing. *BMC Public Health* 2005, 5:39
  92. JANSSEN T, BOEGE P, VON MIKUSCH-BUCHBERG J, RACZEK J. Investigation of potential effects of cellular phones on human auditory function by means of distortion product otoacoustic emissions. *J Acoust Soc Am* 2005, 117(3 Pt 1):1241–1247
  93. PARAZZINI M, BELL S, THUROCY G, MOLNAR F, TOGNOLA G, LUTMAN ME ET AL. Influence on the mechanisms of generation of distortion product otoacoustic emissions of mobile phone exposure. *Hear Res* 2005, 208:68–78
  94. PAU HW, SIEVERT U, EGGERT S, WILD W. Can electromagnetic fields emitted by mobile phones stimulate the vestibular organ? *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005, 132:43–49
  95. MONNERY PM, SROUJI EI, BARTLETT J. Is cochlear outer hair cell function affected by mobile telephone radiation? *Clin Otolaryngol Allied Sci* 2004, 29:747–749
  96. OKTAY MF, DASDAG S. Effects of intensive and moderate cellular phone use on hearing function. *Electromagn Biol Med* 2006, 25:13–21
  97. KEREKHANJANARONG V, SUPIYAPHUN P, NARATRICON J, LAUNG-PITACKHUMPON P. The effect of mobile phone to audiologic system. *J Med Assoc Thai* 2005, 88(Suppl 4):S231–S234
  98. GARCIA CALLEJO FJ, GARCIA CALLEJO F, PENA SANTAMARIA J, ALONSO CASTANEIRA I, SEBASTIAN GIL E. Hearing level and intensive use of mobile phones. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2005, 56:187–191
  99. ELDER JA. Ocular effects of radiofrequency energy. *Bioelectromagnetics* 2003, (Suppl 6):S148–S161
  100. BALIK HH, TURGUT-BALIK D, BALIKCI K, OZCAN IC. Some ocular symptoms and sensations experienced by long-term users of mobile phones. *Pathol Biol (Paris)* 2005, 53:88–91
  101. TAHVANAINEN K, NINO J, HALOGEN P, KUUSELA T, ALANKO T, LAITIVEN T ET AL. Effects of cellular phone use on ear canal temperature measured by NTC thermistors. *Clin Physiol Funct Imaging* 2007, 27:162–172
  102. WAINWRIGHT PR. Computational modelling of temperature rises in the eye in the near field of radiofrequency sources at 380, 900 and 1800 MHz. *Phys Med Biol* 2007, 52:3335–3350
  103. WEISBROT D, LIN H, YE L, BLANK M, GOODMAN R. Effects of mobile phone radiation on reproduction and development in *Drosophila melanogaster*. *J Cell Biochem* 2003, 89:48–55
  104. RIBEIRO EP, RHODEN EL, HORN MM, RHODEN C, LIMA LP, TONIOLO L. Effects of subchronic exposure to radio frequency from a conventional cellular telephone on testicular function in adult rats. *J Urol* 2007, 177:395–399
  105. YAN JG, AGRESTI M, BRUCET, YAN YH, GRANLUND A, MATLOUB HS. Effects of cellular phone emissions on sperm motility in rats. *Fertil Steril* 2007, 88:957–964
  106. FEJES I, ZAVACZKI Z, SZOLLOSI J, KOLOSZAR S, DARU J, KOVACS L ET AL. Is there a relationship between cell phone use and semen quality? *Arch Androl* 2005, 51:385–393
  107. EROGUL O, OZTAS E, YILDIRIM I, KIRT, 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
  108. DEEPINDER F, MAKKER K, AGARWAL A. Cell phones and male infertility: Dissecting the relationship. *Reprod Biomed Onli-*



- ne 2007, 15:266–270
109. WDOVIK A, WDOVIK L, WIKTOR H. Evaluation of the effect of using mobile phones on male fertility. *Ann Agric Environ Med* 2007, 14:169–172
  110. CHIA SE, CHIA HP, TAN JS. Health hazards of mobile phones. Prevalence of headache is increased among users in Singapore. *Br Med J* 2000, 321:1155–1156
  111. SALAMA OE, ABOU EL NAGA RM. Cellular phones: Are they detrimental? *J Egypt Public Health Assoc* 2004, 79:197–223
  112. AL-KHLAIWIT, MEO SA. Association of mobile phone radiation with fatigue, headache, dizziness, tension and sleep disturbance in Saudi population. *Saudi Med J* 2004, 25:732–736
  113. WILEN J, JOHANSSON A, KALEZIC N, LYSKOV E, SANDSTROM M. Psychophysiological tests and provocation of subjects with mobile phone related symptoms. *Bioelectromagnetics* 2006, 27:204–214
  114. RUBIN GJ, HAHN G, EVERITT BS, CLEARE AJ, WESSELY S. Are some people sensitive to mobile phone signals? Within participants double-blind randomised provocation study. *Br Med J* 2006, 332:886–891
  115. SEITZ H, STINNER D, EIKMANN T, HERR C, ROOSLI M. 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, 349:45–55
  116. HIETANEN M, HAMALAINEN AM, HUSMAN T. Hypersensitivity symptoms associated with exposure to cellular telephones: No causal link. *Bioelectromagnetics* 2002, 23:264–270
  117. KOIVISTO M, HAARALA C, KRAUSE CM, REVONSUO A, LAINE M, HAMALAINEN H. GSM phone signal does not produce subjective symptoms. *Bioelectromagnetics* 2001, 22:212–215
  118. FLODIN U, SENEY A, TEGENFELDT C. Provocation of electric hypersensitivity under everyday conditions. *Scand J Work Environ Health* 2000, 26:93–98
  119. LONNE-RAHM S, ANDERSSON B, MELIN L, SCHULTZBERG M, ARNETZ B, BERG M. Provocation with stress and electricity of patients with "sensitivity to electricity". *J Occup Environ Med* 2000, 42:512–516
  120. OFTEDAL G, STRAUME A, JOHNSON A, STOVNER LJ. Mobile phone headache: A double-blind, sham-controlled provocation study. *Cephalalgia* 2007, 27:447–455
  121. PAREDI P, KHARITONOV SA, HANAZAWA T, BARNES PJ. Local vasodilator response to mobile phones. *Laryngoscope* 2001, 111:159–162
  122. KIMATA H. Laughter counteracts enhancement of plasma neurotrophin levels and allergic skin wheal responses by mobile phone-mediated stress. *Behav Med* 2004, 29:149–152
  123. KIMATA H. Enhancement of allergic skin wheal responses in patients with atopic eczema/dermatitis syndrome by playing video games or by a frequently ringing mobile phone. *Eur J Clin Invest* 2003, 33:513–517
  124. FRANCIS J, NIEHAUS M. Interference between cellular telephones and implantable rhythm devices: A review on recent papers. *Indian Pacing Electrophysiol J* 2006, 6:226–233
  125. ELSHERSHARI H, CELIKER A, OZER S, OZME S. Influence of D-net (European GSM-standard) cellular telephones on implanted pacemakers in children. *Pacing Clin Electrophysiol* 2002, 25:1328–1330
  126. CHILADAKIS JA, DAVLOUROU P, AGELOPOULOS G, MANOLIS AS. *In vivo* testing of digital cellular telephones in patients with implantable cardioverter-defibrillators. *Eur Heart J* 2001, 22:1337–1342
  127. TRIGANO A, BLANDEAU O, DALE C, WONG MF, WIART J. Clinical testing of cellular phone ringing interference with automated external defibrillators. *Resuscitation* 2006, 71:391–394
  128. TANDOGAN I, TEMIZHAN A, YETKIN E, GURAY Y, ILERI M, DURU E ET AL. The effects of mobile phones on pacemaker function. *Int J Cardiol* 2005, 103:51–58
  129. HEKMAT K, SALEMINK B, LAUTERBACH G, SCHWINGER RH, SUDKAMP M, WEBER HJ ET AL. Interference by cellular phones with permanent implanted pacemakers: An update. *Europace* 2004, 6:363–369
  130. De SALLES AA, BULLA G, RODRIGUEZ CE. Electromagnetic absorption in the head of adults and children due to mobile phone operation close to the head. *Electromagn Biol Med* 2006, 25:349–360
  131. JOO E, SZASZ A, SZENDRO P. Metal-framed spectacles and implants and specific absorption rate among adults and children using mobile phones at 900/1800/2100 MHz. *Electromagn Biol Med* 2006, 25:103–112
  132. KESHVARI J, LANG S. Comparison of radio frequency energy absorption in ear and eye region of children and adults at 900, 1800 and 2450 MHz. *Phys Med Biol* 2005, 50:4355–4369
  133. BIT-BABIK G, GUY AW, CHOU CK, FARAONE A, KANDA M, GESSNER A ET AL. Simulation of exposure and SAR estimation for adult and child heads exposed to radiofrequency energy from portable communication devices. *Radiat Res* 2005, 163:580–590
  134. MARTINEZ-BURDALO M, MARTIN A, ANGUIANO M, VILLAR R. Comparison of FDTD-calculated specific absorption rate in adults and children when using a mobile phone at 900 and 1800 MHz. *Phys Med Biol* 2004, 49:345–354
  135. ANDERSON V. Comparisons of peak SAR levels in concentric sphere head models of children and adults for irradiation by a dipole at 900 MHz. *Phys Med Biol* 2003, 48:3263–3275
  136. KRAUSE CM, BJORNBERG CH, PESONEN M, HULTEN A, LIESIVUORI T, KOIVISTO M ET AL. Mobile phone effects on children's event-related oscillatory EEG during an auditory memory task. *Int J Radiat Biol* 2006, 82:443–450
  137. PREECE AW, GOODFELLOW S, WRIGHT MG, BUTLER SR, DUNN EJ, JOHNSON Y ET AL. Effect of 902 MHz mobile phone transmission on cognitive function in children. *Bioelectromagnetics* 2005, (Suppl 7):S138–S143
  138. MARTENS L. Electromagnetic safety of children using wireless phones: A literature review. *Bioelectromagnetics* 2005, (Suppl 7):S133–S137
  139. DIMONTE M, RICCHIUTO G. Mobile phone and young people. A survey pilot study to explore the controversial aspects of a new social phenomenon. *Minerva Pediatr* 2006, 58:357–363
  140. SCHUZ J. Mobile phone use and exposures in children. *Bioelectromagnetics* 2005, (Suppl 7):S45–S50
  141. BOHLER E, SCHUZ J. Cellular telephone use among primary school children in Germany. *Eur J Epidemiol* 2004, 19:1043–1050

142. KAMIBEPPU K, SUGIURA H. Impact of the mobile phone on junior high-school students' friendships in the Tokyo metropolitan area. *Cyberpsychol Behav* 2005, 8:121–130
143. NAM KC, KIM SW, KIM SC, KIM DW. Effects of RF exposure of teenagers and adults by CDMA cellular phones. *Bioelectromagnetics* 2006, 27:509–514
144. CELIK O, HASCALIK S. Effect of electromagnetic field emitted by cellular phones on fetal heart rate patterns. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2004, 112:55–56
145. GRIGOREV IUG. The electromagnetic fields of cellular phones and the health of children and of teenagers (the situation requiring to take an urgent measure). *Radiats Biol Radioecol* 2005, 45:442–450
146. KHEIFETS L, REPACHOLI M, SAUNDERS R, VAN DEVENTER E. The sensitivity of children to electromagnetic fields. *Pediatrics* 2005, 116:e303–e313
147. MARTENS L. Electromagnetic safety of children using wireless phones: A literature review. *Bioelectromagnetics* 2005, (Suppl 7):S133–S137
148. SIEGRIST M, EARLE TC, GUTSCHER H, KELLER C. Perception of mobile phone and base station risks. *Risk Anal* 2005, 25:1253–1264
149. HUTTER HP, MOSHAMMER H, WALLNER P, KUNDI M. Public perception of risk concerning cell towers and mobile phones. *Soz Praventivmed* 2004, 49:62–66
150. WIEDEMANN PM, SCHUTZ H. The precautionary principle and risk perception: Experimental studies in the EMF area. *Environ Health Perspect* 2005, 113:402–405
151. SCHUZ J, MANN S. A discussion of potential exposure metrics for use in epidemiological studies on human exposure to radiowaves from mobile phone base stations. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2000, 10(6 Pt 1):600–605
152. HIROSE H, SAKUMA N, KAJI N, SUHARA T, SEKIJIMA M, NOJIMA T ET AL. Phosphorylation and gene expression of p53 are not affected in human cells exposed to 2.1425 GHz band CW or W-CDMA modulated radiation allocated to mobile radio base stations. *Bioelectromagnetics* 2006, 27:494–504
153. SAKUMA N, KOMATSUBARA Y, TAKEDA H, HIROSE H, SEKIJIMA M, NOJIMA T ET AL. DNA strand breaks are not induced in human cells exposed to 2.1425 GHz band CW and W-CDMA modulated radiofrequency fields allocated to mobile radio base stations. *Bioelectromagnetics* 2006, 27:51–57
154. HIROSE H, SAKUMA N, KAJI N, NAKAYAMA K, INOUE K, SEKIJIMA M. Mobile phone base station-emitted radiation does not induce phosphorylation of Hsp27. *Bioelectromagnetics* 2007, 28:99–108
155. DASENBROCK C. Animal carcinogenicity studies on radiofrequency fields related to mobile phones and base stations. *Toxicol Appl Pharmacol* 2005, 207(Suppl 2):342–346
156. 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 (Paris)* 2002, 50:369–373
157. SANTINI R, SANTINI P, DANZE JM, LE RUZ P, SEIGNE M. Symptoms experienced by people in vicinity of base stations: II/Incidences of age, duration of exposure, location of subjects in relation to the antennas and other electromagnetic factors. *Pathol Biol (Paris)* 2003, 51:412–415
158. 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 stations. *Neurotoxicology* 2007, 28:434–440
159. HUTTER HP, MOSHAMMER H, WALLNER P, KUNDI M. Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations. *Occup Environ Med* 2006, 63:307–313
160. REGEL SJ, NEGOVETIC S, ROOSLI M, BERDINAS V, SCHUDERER J, HUSS A ET AL. UMTS base station-like exposure, well-being, and cognitive performance. *Environ Health Perspect* 2006, 114:1270–1275
161. EGER H, HAGEN KU, LUCAS B, VOGEL P, VOIT H. The influence of being physically near to a cell phone transmission mast on the incidence of cancer. *Umweltmedizinische Gesellschaft* 2004, 17:1–7
162. WOLF R, WOLF D. Increased incidence of cancer near a cell-phone transmitter station. *Int J Cancer Prev* 2004, 1:123–128
163. WOOD AW. How dangerous are mobile phones, transmission masts, and electricity pylons? *Arch Dis Child* 2006, 91:361–366
164. VALBERG PA, VAN DEVENTER E, REPACHOLI M. Workgroup report: Base stations and wireless networks – Radiofrequency (RF) exposures and health consequences. *Environ Health Perspect* 2007, 115:416–424
165. SCHUZ J, BOHLER E, SCHLEHOFER B, BERG G, SCHLAEFER K, HETTINGER I ET AL. Radiofrequency electromagnetic fields emitted from base stations of DECT cordless phones and the risk of glioma and meningioma (Interphone study group, Germany). *Radiat Res* 2006, 166(1 Pt 1):116–119
166. FRIEDMAN J, KRAUS S, HAUPTMAN Y, SCHIFF Y, SEGER R. Mechanism of short-term ERK activation by electromagnetic fields at mobile phone frequencies. *Biochem J* 2007, 405:559–568
167. ZHAO R, ZHANG S, XU Z, JU L, LU D, YAO G. Studying gene expression profile of rat neuron exposed to 1800 MHz radiofrequency electromagnetic fields with cDNA microassay. *Toxicology* 2007, 235:167–175

*Corresponding author:*

E. Petridou, Department of Hygiene, Epidemiology and Medical Statistics, Medical School, University of Athens, 75 Mikras Asias street, GR-115 27 Athens, Greece  
e-mail: epetrid@med.uoa.gr