



Στρατηγικές
Αναπτυξιακής
και Εφηβικής
Υγείας



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ
ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗΣ ΚΑΙ ΕΦΗΒΙΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ

Διευθύντρια: Αν. Καθηγήτρια Αρτεμισία Τσίτσικα

ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Συσχέτιση ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και παιδικού καρκίνου:
Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Μωραΐτου Κυριακή

A.M: 7450552100022

Εκπαιδευτικός

Επιβλέπων καθηγητής: Θεόδωρος Σεργεντάνης, Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος
Πολιτικών Δημόσιας Υγείας ΠΑΔΑ.

Αθήνα 2025



Στρατηγικές
Αναπτυξιακής
και Εφηβικής
Υγείας



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ
ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗΣ ΚΑΙ ΕΦΗΒΙΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ

Διευθύντρια: Αν. Καθηγήτρια Αρτεμισία Τσίτσικα

ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Συσχέτιση ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και παιδικού καρκίνου:
Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Μωραΐτου Κυριακή

A.M: 7450552100022

Εκπαιδευτικός

Τριμελής Επιτροπή

Θεόδωρος Σεργεντάνης, (Επιβλέπων): Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος Πολιτικών
Δημόσιας Υγείας, ΠΑΔΑ

Αρτεμισία Τσίτσικα: Αναπλ. Καθηγήτρια Παιδιατρικής-Εφηβικής Ιατρικής, Ιατρική
Σχολή ΕΚΠΑ.

Θεοδώρα Ψαλτοπούλου: Καθηγήτρια, Θεραπευτική Κλινική, Νοσοκομείο
"Αλεξάνδρα", Ιατρική Σχολή ΕΚΠΑ

Αθήνα 2025

Πίνακας Περιεχομένων

Πίνακας Περιεχομένων	3
Ευχαριστίες	5
Εισαγωγή.....	8
Γενικό Μέρος.....	9
Κεφάλαιο 1.....	10
1.1 Ηλεκτρικά πεδία και Μαγνητικά πεδία	10
1.2 Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία	12
1.3 Κατηγορίες ηλεκτρομαγνητικών πεδίων	12
1.4 Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα	14
1.5 Στατικός ηλεκτρισμός.....	15
1.6 Ραδιοσυχνότητες.....	16
1.7 Εξαιρετικά χαμηλή συχνότητα (ELF)	17
1.8 Ενδιάμεση συχνότητα (IF).....	17
1.9 Βασικές πηγές πεδίων χαμηλής, μέσης και υψηλής συχνότητας	18
Κεφάλαιο 2.....	19
2.1 Διεθνή όρια για την προστασία από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία	19
2.2 Τι ισχύει στην Ελλάδα	22
Κεφάλαιο 3	24
3.1 Οι βιολογικές επιδράσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας	24
3.1.1 Θερμικές επιδράσεις	24
3.1.2 Μη θερμικές επιδράσεις.....	24
Κεφάλαιο 4.....	26
4.1 Εννοιολογικός προσδιορισμός.....	26
4.2 Παιδικός καρκίνος.....	27
4.3 Επιβίωση από τον Παιδικό Καρκίνο	28
Ειδικό Μέρος.....	29
Κεφάλαιο 1.....	30
Μεθοδολογία Έρευνας	30
1.1 Σκοπός	30
1.2 Υλικό-Μέθοδος	31
2.1 Μελέτες σχετικά με την επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στην εμφάνιση παιδικού καρκίνου	34

2.2 Εμφάνιση λευχαιμίας και όγκων εγκεφάλου σε παιδιά σε σχέση με την έκθεση της εγκύου σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία κατά την εγκυμοσύνη.....	36
2.3 Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία- κινητή και ασύρματη τηλεφωνία	39
2.4 Έκθεση σε σταθμούς βάσης κινητών τηλεφώνων, ραδιοφώνου και τηλεόρασης	40
2.5 Οικιακή έκθεση σε ηλεκτρικά πεδία και παιδικός καρκίνος.....	42
Κεφάλαιο 3: Συζήτηση	43
3.1. Προγράμματα πρόληψης και παρέμβασης	48
Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα	48
Παράρτημα Πινάκων.....	51
Βιβλιογραφία	59
Περίληψη	65
Abstract	67

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Στρατηγικές Αναπτυξιακής και Εφηβικής Υγείας» της Ιατρικής Σχολής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Θα ήθελα απ τα βάθη της καρδιάς μου να εκφράσω τις ευχαριστίες και της ευγνωμοσύνη μου στους ανθρώπους που υπήρξαν αρωγοί στην προσπάθεια μου για την επιτυχή περάτωση της εν λόγω εργασίας.

Οφείλω αρχικά τις ειλικρινείς ευχαριστίες μου στους καθηγητές του Μεταπτυχιακού προγράμματος, που με την ανιδιοτελή μετάδοση γνώσης και την έμπρακτη συμπαράσταση τους σε όλη τη διάρκεια του, ήταν πάντα δίπλα μου στην όμορφη και διδακτική αυτή ακαδημαϊκή διαδρομή.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερος την αξιότιμη κ. Άρτεμις Τσίτσικα, διευθύντρια του εν λόγω μεταπτυχιακού προγράμματος, για την ευκαιρία που μου έδωσε να φοιτήσω στο μεταπτυχιακό αυτό, να εμπλουτίσω τον γνωστικό μου ορίζοντα, έχοντας πλέον σταθερές βάσεις για την εκπόνηση την εργασίας αυτής. Επιπλέον, της οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ καθώς μέσω του μεταπτυχιακού Προγράμματος μου ανοίχτηκαν νέοι ορίζοντες που ποτέ δεν είχα φανταστεί, αφού υπήρξε το έναυσμα για να δώσω ξανά Πανελλήνιες Εξετάσεις και να ξεκινήσω ένα νέο προπτυχιακό κύκλο σποδών στον τομέα της ψυχολογίας.

Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον εξάαιρετο καθηγητή μας, κ Θεόδωρο Σεργεντάνη, επιβλέπον καθηγητή της εν λόγω εργασίας, ο οποίος με περίσσια υπομονή και επιμονή μου μετέφερε θεμελιώδεις γνώσεις της μεθοδολογίας της έρευνας και μου έδωσε την ευκαιρία, ακόμα και αν δεν είχα προηγούμενες γνώσεις στον τομέα αυτό, να εξελιχθώ, να γνωρίσω ενδελεχώς τον μαγικό κόσμο της έρευνας και κυρίως με βοήθησε μέσα από τον τρόπο διδασκαλίας του, την αστείρευτη διάθεση του για μετάδοση γνώσης και τη συμπαράσταση του σε κάθε δυσκολία, να πιστέψω στον εαυτό μου και να κάνω πράγματα που θεωρούσα πως δεν έχω τις δυνατότητες γι αυτά.

Τέλος , θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στην κ. Παναγούλη Ελένη, Παιδίατρο και Διδάκτωρ του Πανεπιστημίου Αθηνών, η οποία παρά τον μεγάλο όγκο των υποχρεώσεων της , ήταν πάντα πρόθυμη να παρέχει οποιαδήποτε βοήθεια της ζήτησα, καθώς και πολύτιμες συμβουλές για την ομαλή και άρτια ολοκλήρωση την πτυχιακής μου εργασίας.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην επιστημονική συνεργάτιδα της Ελληνικής Επιτροπής Ατομικής Ενέργειας(ΕΕΑΕ), κ. Παντελάκη Παναγιώτα, η οποία με μεγάλη προθυμία και ενθουσιασμό με ενημέρωσε ενδελεχώς για τις δράσεις της Επιτροπής όσον αφορά την προστασία από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, μου απέστειλε με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο όλο τον έντυπο ενημερωτικό υλικό της Επιτροπής και μου έλυσε κατά τη διάρκεια της εκπόνησης την πτυχιακής μου εργασίας κάθε πιθανή απορία μου σχετικά με τις ακτινοβολίες, έτσι ώστε να μπορώ να είμαι απόλυτα ακριβής στις αναφορές μου και στις περιγραφές διαφόρων φαινομένων.

Τέλος, θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους δικούς μου ανθρώπους, που ήταν πάντα δίπλα μου , σε κάθε ανησυχία μου, σε κάθε στιγμή κόπωσης και αγωνίας για την επιτυχή εκπόνηση της εργασίας μου, θυμίζοντας μου πως το ταξίδι για την επίτευξη ενός στόχου είναι πιο ευχάριστο, όταν έχεις δίπλα σου ανθρώπου που σε πιστεύουν και σε αγαπούν.

Αφιερώνεται.....

στους συναδέλφους θυμάτων της τραγωδίας των Τεμπών

που δεν πρόφτασαν να ολοκληρώσουν τις σπουδές τους και

τα όνειρα τους...

Εισαγωγή

Η παρούσα έρευνα στοχεύει να διερευνήσει, το κατά πόσο η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μπορεί να συσχετίζεται με την εμφάνιση καρκίνου σε παιδιά παιδικής ηλικίας.

Τις τελευταίες δεκαετίες οι τεχνητές ακτινοβολίες αυξήθηκαν ραγδαία, με την πρόοδο της τεχνολογίας. Οι πιο γνωστές στο είδος της είναι η ηλεκτρομαγνητική, τα μικροκύματα και η διαβόητη ραδιενέργεια. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι μέρος της ανθρώπινης ζωής καθώς την συναντάμε και στο φυσικό περιβάλλον, αλλά και με τεχνητή μορφή. Φυσικές πηγές ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων αποτελούν για παράδειγμα το γήινο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο και το ηλιακό φως, ενώ στις τεχνητές πηγές ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων συμπεριλαμβάνονται οι οικιακές συσκευές, το ραδιόφωνο, η τηλεόραση και η πολυσυζητημένη κινητή τηλεφωνία.

Επιπλέον, η αλματώδης ανάπτυξη των τηλεπικοινωνιών και η ευρέως διαδεδομένη χρήση κινητής τηλεφωνίας και άλλων συσκευών που λειτουργούν με σύνδεση Wi Fi ακόμα και σε παιδιά μικρή ηλικίας, έχει προκαλέσει μεγάλη ανησυχία τόσο στην επιστημονική κοινότητα όσο και στους απλούς πολίτες σχετικά με τους πιθανούς κινδύνους στην υγεία και πιο συγκεκριμένα στην εμφάνιση διαφόρων τύπων παιδικού καρκίνου.

Ως καρκίνος ή νεόπλασμα ορίζεται κάθε όγκος που δημιουργείται από καινούργια μη φυσιολογική και ανεξέλεγκτη ανάπτυξη κυττάρων. Αξίζει να σημειωθεί, πως οι τύποι καρκίνων που αναπτύσσονται σε παιδιά διαφέρουν από εκείνους των ενηλίκων. Πολλές φορές, οι παιδικές νεοπλασίες πραγματοποιούνται πολύ νωρίς στη ζωή του παιδιού, όχι σπάνια και πριν από την γέννηση του. Είναι σημαντικό βέβαια, ότι η θεραπεία του παιδικού καρκίνου φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματική από αυτή των ενηλίκων, χωρίς βέβαια να σημαίνει ότι δεν υπάρχουν ανεπιθύμητες ενέργειες.

Στην συγκεκριμένη εργασία περιλαμβάνεται βιβλιογραφική έρευνα για τις επιπτώσεις που μπορεί να έχει η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στην υγεία των παιδιών όσων αφορά την εμφάνιση διαφόρων τύπων καρκίνου. Γίνεται λεπτομερής αναφορά στις διαφορετικές πηγές και στις ασφαλείς τιμές εκπομπής της, όπως έτσι ώστε να μπορούν να διεξαχθούν άρτια συμπεράσματα σχετικά με το φαινόμενο αυτό.

Γενικό Μέρος

Κεφάλαιο 1

1.1 Ηλεκτρικά πεδία και Μαγνητικά πεδία

Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία έχουν βασικό ρόλο στην καθημερινή ζωή του ανθρώπου και διακρίνονται σε ηλεκτρικά και σε μαγνητικά πεδία. Με τον όρο "ηλεκτρικό πεδίο" εννοούμε τον χώρο μέσα στον οποίο ασκούνται δυνάμεις σε ηλεκτρικά φορτία. Η δημιουργία ηλεκτρικών πεδίων είναι αποτέλεσμα διαφορών σε ηλεκτρική τάση. Αυτό σημαίνει πως όσο υψηλότερη είναι η τάση τόσο ισχυρότερο θα είναι το ηλεκτρικό πεδίο. Το ηλεκτρικό πεδίο υφίσταται ακόμα και στην περίπτωση που δεν υπάρχει ροή ρεύματος.

Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου συμβολίζεται με E και είναι το μέγεθος που δηλώνει πόσο ισχυρό είναι το ηλεκτρικό πεδίο σε ένα συγκεκριμένο σημείο του. Την ισχύ του ηλεκτρικού πεδίου τη μετράμε σε V/m .

Έχει βρεθεί επιπλέον, πως αγωγοί όπως το μέταλλο καθώς και άλλα υλικά χτισίματος και δέντρα παρέχουν προστασία από ηλεκτρικά πεδία. Για το λόγο αυτό παρατηρούμε πως οι τοίχοι, τα κτίρια και τα δέντρα μας προστατεύουν από τα υψηλά επίπεδα ηλεκτρικών πεδίων που παράγονται από ηλεκτροφόρα καλώδια έξω από το σπίτι.

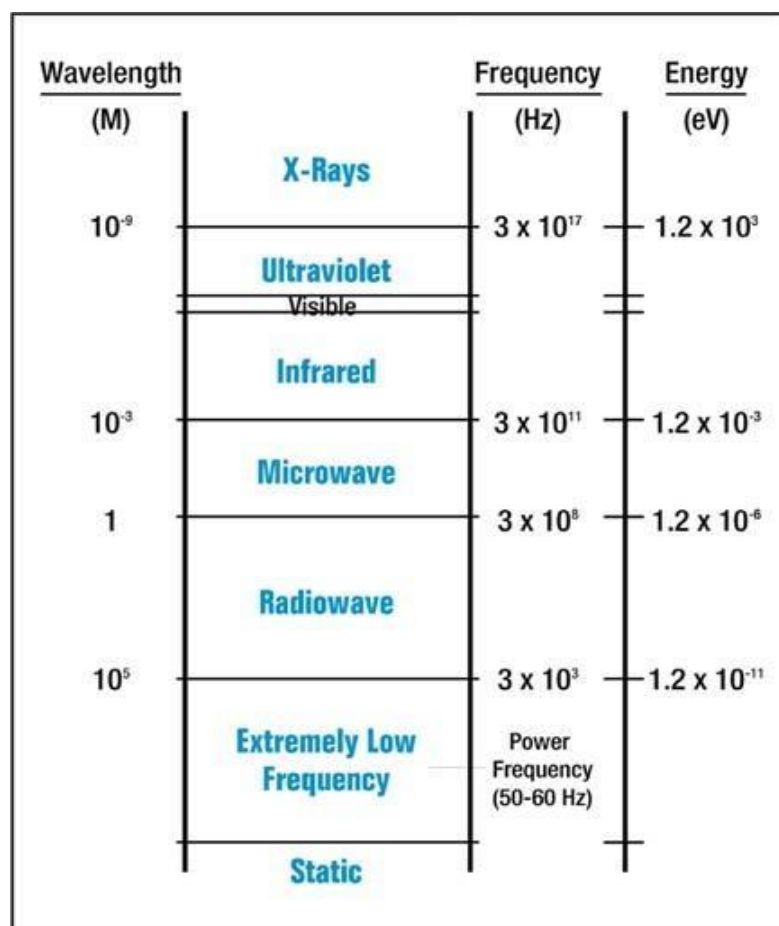
Όσον αφορά το μαγνητικό πεδίο, αυτό ορίζεται ως ο χώρος μέσα στον οποίο ασκούνται δυνάμεις σε ηλεκτρικά ρεύματα. Επομένως, όταν ρέει ηλεκτρικό ρεύμα δημιουργούνται μαγνητικά πεδία. Η ισχύς του μαγνητικού πεδίου μετράτε σε A/m .

Σε αντίθεση με τα ηλεκτρικά πεδία, τα μαγνητικά πεδία δεν μονώνονται από κοινά υλικά, όπως οι τοίχοι των κτιρίων. Τέλος, η ένταση του μαγνητικού πεδίου συμβολίζεται με B και ορίζεται ως το μέγεθος που εκφράζει πόσο ισχυρό είναι το μαγνητικό πεδίο σε ένα συγκεκριμένο σημείο του.

Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό πως τα πεδία συχνότητας ισχύος προκύπτουν κάθε φορά που ρέει εναλλασσόμενο ρεύμα σε κυκλώματα ηλεκτρικής ισχύος. Τέτοια πεδία έχουν συχνότητα κύματος από 50 έως 60 ταλαντώσεις ανά δευτερόλεπτο (50 έως 60 Hz) και σχετίζονται με μεγάλα μήκη κύματος (πάνω από 5.000 km) και χαμηλή κβαντική ενέργεια. Αυτά τα επίπεδα συχνότητας, μήκους κύματος και ενέργειας υπάρχουν κοντά στο χαμηλό άκρο του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος εντός της ζώνης εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας (ELF). Ο όρος «ηλεκτρομαγνητικό πεδίο»

χρησιμοποιείται γενικά αντί για «ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία» όταν τα μήκη κύματος υπερβαίνουν κατά πολύ τις αποστάσεις από τις πηγές έκθεσης (1).

Η ισχύς ή η ένταση των ηλεκτρικών πεδίων είναι ανάλογη της δύναμης της ροής (τάση), ενώ η ισχύς των μαγνητικών πεδίων είναι ανάλογη του ρυθμού ροής (αντοχή). Τα ηλεκτρικά πεδία μετρώνται σε βολτ ανά μέτρο και τα μαγνητικά πεδία σε αμπέρ ανά μέτρο, ή πιο συμβατικά ως μονάδες πυκνότητας μαγνητικής ροής (gauss ή tesla, 1 tesla = 10.000 gauss) (1).



Εικόνα 1.1: Κατά προσέγγιση εύρη μήκους κύματος, συχνότητας και ενέργειας για διαφορετικούς τύπους ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ή πεδίων (1)

Η ένταση τόσο των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων μειώνεται απότομα με την απόσταση από τα κυκλώματα ηλεκτρικού ρεύματος ή από τις πηγές ενέργειας. Επειδή η τάση καθορίζει την ένταση των ηλεκτρικών πεδίων, οι γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσης και οι γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας κύριας διανομής είναι οι κύριες πηγές έκθεσης στο ηλεκτρικό πεδίο τόσο σε επαγγελματικό όσο και σε οικιακό περιβάλλον.

Αντίθετα, η έκθεση στο μαγνητικό πεδίο είναι πιο έντονη όπου υπάρχουν υψηλά ρεύματα, για παράδειγμα, επαγγελματική έκθεση σε ηλεκτροσυγκόλληση ή επαγωγική θέρμανση και οικιακή έκθεση σε ηλεκτρικές συσκευές. Στην πράξη, η μέτρηση της έκθεσης σε πεδία συχνότητας ισχύος είναι πολύπλοκη λόγω των αλληλεπιδράσεων μεταξύ συνυπαρχόντων πεδίων που μπορεί να προκύψουν ταυτόχρονα από διαφορετικές πηγές, συμπεριλαμβανομένων των στατικών γεωμαγνητικών πεδίων (1).

Τα ηλεκτρικά πεδία εμποδίζονται ως επί το πλείστον από παρεμβαλλόμενα γειωμένα αντικείμενα, ενώ τα μαγνητικά πεδία κινούνται εύκολα μέσω των περισσότερων υλικών, συμπεριλαμβανομένων των ιστών. Λόγω αυτής της ικανότητας διείσδυσης στους ιστούς, τα μαγνητικά πεδία είναι το κύριο επίκεντρο για τις περισσότερες μελέτες σχετικά με την καρκινογένεση.

1.2 Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

Τα περισσότερα ηλεκτρομαγνητικά πεδία στα οποία είμαστε εκτεθειμένοι είναι φτιαγμένα από τον άνθρωπο, αλλά μερικά προκύπτουν και από την φύση. Αξίζει να σημειωθεί, πως το πιο διαδεδομένο και διαρκές φυσικό ηλεκτρομαγνητικό πεδίο είναι το μαγνητικό πεδίο της ίδιας της γης, αλλά παρόλο που είναι παντού γύρω μας, είναι πολύ χαμηλής ισχύος.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί, πως η φυσική ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία υπήρχε πάντα στη γη. Ωστόσο, με την ανάπτυξη της τεχνολογίας κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα η έκθεση των ανθρώπων σε τεχνητές πηγές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας αυξήθηκε ραγδαία, με αποτέλεσμα σε αρκετές περιπτώσεις η υπερέκθεση τους σε πλήθος ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων και σε υψηλές συχνότητες να συνδέετε πιθανόν με την εμφάνιση διαφόρων μορφών παιδικού καρκίνου (2).

Τέλος, επειδή πολύ συχνά στην καθημερινότητα ακούμε τους όρους Ηλεκτρομαγνητικά πεδία, Ηλεκτρομαγνητικά Κύματα και Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, αξίζει να σημειωθεί πως επί της ουσίας πρόκειται για τα ίδια πράγματα, τα οποία διαφοροποιούνται από τη σκοπιά της υλικής δομής, του τρόπου διάδοσης και της ενέργειας,

1.3 Κατηγορίες ηλεκτρομαγνητικών πεδίων

Τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία (EMF) είναι αόρατες περιοχές ενέργειας, που σχετίζονται με τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας και διάφορες μορφές φυσικού και

ανθρωπογενούς φωτισμού. Τα EMF ανάλογα με την ενέργεια και την επίδραση της στην ύλη συνήθως ομαδοποιούνται σε μία από τις δύο κατηγορίες ανάλογα με τη συχνότητά τους (3):

- Ιοντίζουσες ακτινοβολίες:

Οι ιοντίζουσες ακτινοβολίες είναι ηλεκτρομαγνητικά κύματα εξαιρετικά υψηλής συχνότητας (ακτίνες Χ και ακτίνες γάμμα), τα οποία έχουν αρκετή ενέργεια φωτονίων για να παράγουν ιοντισμό σπάζοντας τους ατομικούς δεσμούς που συγκρατούν τα μόρια στα κύτταρα (3). Οι γνωστότερες ιοντίζουσες ακτινοβολίες είναι οι ακτίνες Χ που χρησιμοποιούνται ευρέως στην ιατρική και οι ακτινοβολίες α,β και γ. Η πιθανότητα βλάβης της υγείας σχετίζεται άμεσα με τη δόση και το είδος της ακτινοβολίας, καθώς και με το είδος του ιστού (4).

Πίνακας 1.2 Τύποι ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

Τύπος ακτινοβολίας	Ορισμός	Μορφές Ακτινοβολίας	Παραδείγματα Πηγής
Μη ιοντίζουσα ακτινοβολία	Χαμηλής έως μέσης συχνότητας που γενικά θεωρείται αβλαβής λόγω της έλλειψης ισχύος της.	<ul style="list-style-type: none"> • Εξαιρετικά χαμηλή συχνότητα (ELF) • Ραδιοσυχνότητες (RF) • Φούρνοι μικροκυμάτων • Οπτικό Φως 	<ul style="list-style-type: none"> • Φούρνοι μικροκυμάτων • Υπολογιστές • Έξυπνοι μετρητές ενέργειας σπιτιού • Ασύρματα δίκτυα(wifi) • Κινητά τηλέφωνα • Συσκευές Bluetooth • Ηλεκτρικά καλώδια • Μαγνητικές τομογραφίες

Ιοντίζουσα ακτινοβολία	Μέσης έως υψηλής συχνότητας που μπορεί, υπό ορισμένες συνθήκες, να οδηγήσει σε κυτταρική ή βλάβη του DNA με παρατεταμένη έκθεση.	<ul style="list-style-type: none"> • Υπεριώδες (UV) • Ακτίνες X • Γάμμα 	<ul style="list-style-type: none"> • Ηλιακό φως • Ακτίνες X • Μερικές ακτίνες γάμμα
(4)			

➤ Μη ιοντίζουσα ακτινοβολία:

Μη ιοντίζουσα ακτινοβολία είναι η ακτινοβολία χαμηλού επιπέδου που γενικά θεωρείται αβλαβής για τον άνθρωπο. Μη ιοντίζουσα ακτινοβολία είναι ένας όρος για εκείνο το τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος που έχει ενέργεια φωτονίων πολύ αδύναμη για να σπάσει ατομικούς δεσμούς. Στις μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες συμπεριλαμβάνονται τα μαγνητικά πεδία, τα ραδιοκύματα και τα μικροκύματα που εκπέμπονται από κεραιές επικοινωνιών, ραδιοφωνίας και τηλεόρασης, η υπεριώδης ακτινοβολία, η ορατή και η υπέρυθρη ακτινοβολία. Οι βιολογικές επιδράσεις των μη ιοντίζουσών ακτινοβολιών διαφέρουν ουσιαστικά από αυτές της ιοντίζουσας ακτινοβολίας και εξαρτώνται κυρίως από την ένταση και τη συχνότητα τους (4).

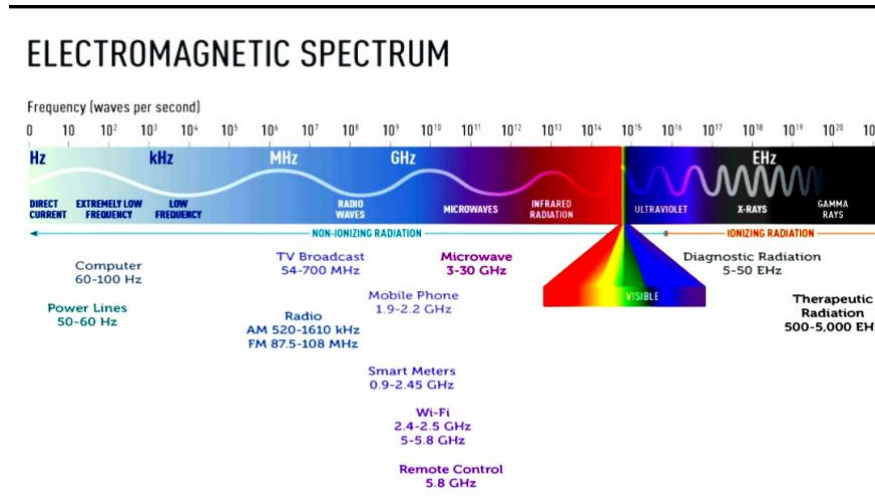
1.4 Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα

Υπάρχουν τέσσερις υποομάδες πεδίων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με συχνότητα και ένταση. Αυτό το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα ξεκινά με συχνότητα 1 Hertz (Hz), που είναι 1 κύμα ανά δευτερόλεπτο (5).

Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα αντιπροσωπεύει όλες τις πιθανές συχνότητες ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας. Κυμαίνεται από εξαιρετικά μεγάλα μήκη κύματος (εκθέσεις εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας όπως αυτές από γραμμές ηλεκτρικού ρεύματος) έως εξαιρετικά μικρά μήκη κύματος (ακτίνες X και ακτίνες γ) και περιλαμβάνει τόσο μη ιοντίζουσα όσο και ιοντίζουσα ακτινοβολία.

Με βάση κάποιες χαρακτηριστικές ιδιότητες των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα χωρίζεται σε επιμέρους ζώνες. Αυτές είναι τα ραδιοκύματα, τα μικροκύματα, η υπέρυθρη ακτινοβολία, η ορατή ακτινοβολία, οι ακτίνες X και οι ακτίνες Γ.

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζονται ενδελεχώς όλα τα παραπάνω στοιχεία.



(6)

1.5 Στατικός ηλεκτρισμός

Στατικό ηλεκτρικό φορτίο είναι αυτό που συσσωρεύεται στις επιφάνειες και τα υλικά. Τα ηλεκτρικά πεδία συνδέονται με την παρουσία ηλεκτρικού φορτίου, τα μαγνητικά πεδία προκύπτουν από τη φυσική κίνηση του ηλεκτρικού φορτίου. Το ανθρώπινο σώμα δεν μπορεί να αισθανθεί λιγότερο από 2000 volts στατικής εκφόρτισης. Τα μαγνητικά πεδία μπορούν να ασκήσουν φυσικές δυνάμεις σε ηλεκτρικά φορτία όταν τα φορτία είναι σε κίνηση. Η πυκνότητα μαγνητικής ροής που μετράτε σε teslas (T) είναι αποδεκτή ως η πιο σχετική ποσότητα για τις επιπτώσεις του μαγνητικού πεδίου (7).

Μια περίληψη των πηγών έκθεσης σε στατικά πεδία παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.3.

Πίνακας 1.3 Περίληψη των πηγών έκθεσης σε στατικά πεδία

Τύπος	Εύρος συχνότητας	Πηγή
-------	------------------	------

<i>Στατική</i>	0 Hz	<ul style="list-style-type: none"> • Φυσικό περιβάλλον • Τηλεόραση • MRI • Βιομηχανική ηλεκτρόλυση
<i>Εξαιρετικά χαμηλή συχνότητα (ELF)</i>	$0 < f \leq 300$ Hz	<ul style="list-style-type: none"> • Ηλεκτρικά καλώδια • Εγχώρια διανομή • Ηλεκτρικοί κινητήρες στα αυτοκίνητα, • τρένο και τραμ
<i>Ενδιάμεση συχνότητα (IF)</i>	$300 \text{ Hz} < f \leq 100$ kHz	<ul style="list-style-type: none"> • Οθόνες, • Αντικλεπτικές συσκευές σε καταστήματα, • Συστήματα ελέγχου πρόσβασης χωρίς χέρια, • Συσκευές ανάγνωσης καρτών • Ανιχνευτές μετάλλων
<i>Ραδιοσυχνότητα (RF)</i>	$100 \text{ kHz} < f \leq 300$ GHz	<ul style="list-style-type: none"> • Εκπομπές και τηλεόραση • κινητή τηλεφωνία • Φούρνος μικροκυμάτων • Ραντάρ • Φορητοί και σταθεροί πομποδέκτες ραδιοφώνου, • Προσωπικό κινητό ραδιόφωνο

(3)

1.6 Ραδιοσυχνότητες

Το RF περιλαμβάνει τις συχνότητες μεταξύ 100 kHz και 300 GHz του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Οι πηγές RF χρησιμοποιούνται ευρέως σε ολόκληρο τον κόσμο. Τα περισσότερα παραδείγματα είναι τα κινητά τηλέφωνα, οι εκπομπές ραδιοφωνικών και τηλεοπτικών σταθμών, οι ιατρικές και βιομηχανικές εφαρμογές. Οι πηγές RF χρησιμοποιούνται σε διαφορετικές ζώνες συχνοτήτων και υποδιαιρούνται σε διαφορετικές κατηγορίες (8).

➤ **Πηγές που λειτουργούν κοντά στο ανθρώπινο σώμα.** Κύρια παραδείγματα αυτού του τύπου είναι οι κινητοί πομποί ραδιοσυχνότητας.

➤ **Πηγές που λειτουργούν μακριά από το ανθρώπινο σώμα.** Τέτοιες πηγές είναι σταθεροί εγκατεστημένοι πομποί ραδιοσυχνότητων. Ένα παράδειγμα είναι οι κεραίες των δικτύων κινητής επικοινωνίας.

➤ **Ιατρικές εφαρμογές.** Ορισμένες ιατρικές εφαρμογές χρησιμοποιούν ηλεκτρομαγνητικά πεδία στην περιοχή των ραδιοσυχνότητων. Θεραπευτικές εφαρμογές όπως συσκευές επούλωσης μαλακών ιστών, υπερθερμία για θεραπεία καρκίνου ή διαθερμία εκθέτουν τον ασθενή πολύ πάνω από τις συνιστώμενες οριακές τιμές για να επιτευχθούν τα επιδιωκόμενα βιολογικά αποτελέσματα (8).

1.7 Εξαιρετικά χαμηλή συχνότητα (ELF)

Εξαιρετικά χαμηλή συχνότητα είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει συχνότητες ακτινοβολίας κάτω από 300 Hertz (Hz). Τα πεδία ELF είναι ταλαντευόμενα πεδία και πολύ σημαντικά για τη δημόσια υγεία λόγω της ευρείας χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας στα 50-60 Hz στις περισσότερες χώρες (5).

1.8 Ενδιάμεση συχνότητα (IF)

Η ενδιάμεση συχνότητα είναι ένας όρος που περιγράφει τη συχνότητα ακτινοβολίας μεταξύ 300 Hz και 100 kHz. Υπάρχουν πειραματικά και επιδημιολογικά δεδομένα από το εύρος IF. Επομένως, η αξιολόγηση των οξέων κινδύνων για την υγεία στο εύρος IF βασίζεται επί του παρόντος σε γνωστούς κινδύνους σε χαμηλότερες συχνότητες και υψηλότερες συχνότητες.

Η σωστή διερεύνηση και αξιολόγηση των πιθανών επιπτώσεων στην υγεία από τη μακροχρόνια έκθεση σε πεδία IF είναι σημαντική επειδή η ανθρώπινη έκθεση σε τέτοια πεδία αυξάνεται λόγω των νέων και αναδυόμενων τεχνολογιών.

Τυπικά παραδείγματα είναι: οθόνες υπολογιστών και τηλεόρασης με χρήση καθοδικών λυχνιών, συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού, καθώς και ραδιοπομποί, αντικλεπτικές συσκευές σε καταστήματα, hands free συστήματα ελέγχου πρόσβασης, συσκευές ανάγνωσης καρτών και ανιχνευτές μετάλλων. Χρησιμοποιείται επίσης στην ηλεκτροχειρουργική (5).

1.9 Βασικές πηγές πεδίων χαμηλής, μέσης και υψηλής συχνότητας

Καθημερινά ο άνθρωπος υποβάλλεται σε πηγές ηλεκτρομαγνητικών πεδίων που έχει κατασκευάσει ο ίδιος, όπως τα ραδιοκύματα, τα μικροκύματα και τον ηλεκτρισμό που έχουν ήδη αναφερθεί παραπάνω. Οι πηγές αυτές χαρακτηρίζονται ως πηγές μεγάλου μήκους κύματος και χαμηλής συχνότητας.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό τους είναι πως δεν μπορούν να προκαλέσουν ιονισμό διότι μεταφέρουν χαμηλή ενέργεια και κατά συνέπεια λίγα κβάντα. Επομένως, δεν μπορούν να σπάσουν τους χημικούς δεσμούς των μοριακών κυττάρων. Για παράδειγμα τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία που παράγονται από ηλεκτρικές συσκευές είναι εξαιρετικής χαμηλής συχνότητας πεδίων(9).

Οι συχνότητες αυτών των πεδίων είναι μέχρι 300 Hz. Υπάρχουν βέβαια άλλες τεχνολογίες που παράγουν μέσης συχνότητας πεδία μέχρι 10 MHz.

Επιπλέον, το ραδιόφωνο, η τηλεόραση, τα ραντάρ και οι κεραίες κινητών αποτελούν βασικές πηγές πεδίων ραδιοσυχνότητας. Από την άλλη τα συστήματα ασφαλείας και οι αντικλεπτικές συσκευές είναι βασικές πηγές πεδίων μέσης συχνότητας.

Όλα αυτά τα πεδία είναι ικανά να προκαλέσουν ρεύμα στο ανθρώπινο σώμα και να έχουν επιπτώσεις στην υγεία του, αλλά για να συμβεί αυτό θα πρέπει να είναι πολύ ισχυρά, θα έλεγε κανείς πολύ ισχυρότερα από αυτά που υπάρχουν στο φυσικό περιβάλλον και κάτι τέτοιο δεν είναι ιδιαίτερα συχνό φαινόμενο(9).

Κεφάλαιο 2

2.1 Διεθνή όρια για την προστασία από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

Το 1999, το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) δημοσίευσε μια Σύσταση (1999/519/ΕΚ) σχετικά με τον περιορισμό της έκθεσης του κοινού σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία (0 hertz έως 300 gigahertz). Περιέχει βασικούς περιορισμούς για τα επαγόμενα ηλεκτρικά πεδία και ρεύματα και την απορροφούμενη ισχύ από το ανθρώπινο σώμα και επίπεδα αναφοράς σχετικά με την επιτρεπόμενη ισχύ του EMF έξω από το σώμα (για τιμές σε επιλεγμένες συχνότητες, βλ. Παράρτημα Α.).

Τα όρια στη σύσταση της ΕΕ προέρχονται από τις κατευθυντήριες γραμμές του 1998 για τον περιορισμό της έκθεσης σε EMF από το τη Διεθνή Επιτροπή για την Προστασία από τη Μη-Ιονίζουσα Ακτινοβολία (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection-ICNIRP) (10).

Το ICNIRP είχε εκδώσει αναθεωρημένες κατευθυντήριες γραμμές για EMF με συχνότητες μεταξύ 1 hertz και 100 kilohertz το 2010 και για συχνότητες μεταξύ 0 και 1 hertz το 2014, αλλά αυτές δεν οδήγησαν σε καμία αλλαγή στη σύσταση της ΕΕ. Το 2013, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο της ΕΕ εξέδωσαν μια οδηγία (2013/35/ΕΕ) σχετικά με τις ελάχιστες απαιτήσεις υγείας και ασφάλειας αναφορικά με την έκθεση των εργαζομένων στους κινδύνους που προέρχονται από φυσικούς παράγοντες (EMF)(βλ. Πίνακας Α) (10).

Τα όρια για στατικά πεδία και πεδία χαμηλών συχνοτήτων στην οδηγία της ΕΕ προέρχονται από τις κατευθυντήριες γραμμές του ICNIRP του 2009 και του 2010 για τον περιορισμό της έκθεσης σε στατικά και χρονικά μεταβαλλόμενα EMF χαμηλής συχνότητας. Τα όρια για τα πεδία ραδιοσυχνοτήτων προέρχονται από τις κατευθυντήριες γραμμές ICNIRP του 1998. Το ICNIRP επιβεβαίωσε την εγκυρότητα των κατευθυντήριων γραμμών του 1998 για EMF με συχνότητες μεταξύ 100 kilohertz και 300 gigahertz σε μια δήλωση του 2009 (10).

Basic restrictions

Parameter	Frequency range	ΔT	Spatial averaging	Temporal averaging	Health effect level	Reduction factor	Workers	Reduction factor	General public
Core ΔT	100 kHz-300 GHz	1°C	WBA*	30 min	4 W/kg	10	0.4 W/kg	50	0.08 W/kg
Local ΔT (Head & Torso)	100 kHz-6 GHz	2°C	10 g	6 min	20 W/kg	2	10 W/kg	10	2 W/kg
Local ΔT (Limbs)	100 kHz-6 GHz	5°C	10 g	6 min	40 W/kg	2	20 W/kg	10	4 W/kg
Local ΔT (Head & Torso, Limbs)	>6-300 GHz 30-300 GHz	5°C	4 cm ² 1 cm ²	6 min 6 min	200 W/m ² 400 W/m ²	2	100 W/m ² 200 W/m ²	10	20 W/m ² 40 W/m ²

Διεθνή όρια για την προστασία από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία βάση των οδηγιών του ICNIRP (10)

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο της ΕΕ έχουν επίσης εκδώσει οδηγίες για την εμπορία ηλεκτρικού εξοπλισμού χαμηλής τάσης (2014/35/ΕΕ) (2014/53/ΕΕ), οι οποίες απαιτούν ο εξοπλισμός αυτός να μην θέτει σε κίνδυνο την υγεία ή την ασφάλεια των προσώπων (11).

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης (CENELEC), σε συνεργασία με το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων (ETSI), έχει αναπτύξει εναρμονισμένα πρότυπα για τη μέτρηση και τον υπολογισμό της έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αποδειχθεί ότι πληρούνται όλες οι απαιτήσεις (11).

Οι επιδράσεις του EMF στα συστήματα του σώματος μπορεί να εξαρτώνται από τη συχνότητα, την ένταση και την ισχύ της ακτινοβολίας, επομένως οι παράμετροι του EMF αποτελούν πρόκληση για έρευνα. Ο ρυθμός ειδικής απορρόφησης (SAR) μετρά τον ρυθμό της ενέργειας που απορροφάτε από το ανθρώπινο σώμα όταν εκτίθεται σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία μεταξύ 100 kHz και 10 GHz. Με τη μονάδα watt ανά χιλιόγραμμο (W/kg), το SAR αντανακλά την απορροφούμενη ισχύ ανά μάζα ιστού. Η τιμή SAR εξαρτάται από τη συχνότητα, την κατεύθυνση της πόλωσης και τη δομή των διαφορετικών ιστών. Μέχρι στιγμής, οι τιμές SAR κυμαίνονται από 10^{-4} έως 35 W/kg

σε αυτές τις μελέτες που αναφέρθηκαν σχετικά με τις βιοεπιδράσεις της ακτινοβολίας (12).

	SAR (μέση τιμή για όλο το σώμα και για διάστημα μέτρησης 6min)	SAR (μέση τιμή για 10gr ιστού διαφορετικού από τα άκρα (χέρια, πόδια) και για διάστημα μέτρησης 6 min)	SAR (μέση τιμή για 10gr ιστού στα άκρα και για διάστημα μέτρησης 6 min)
Γενικός πληθυσμός	0.08 W/kg	2 W/kg	4 W/kg
Εργαζόμενοι	0.4 W/kg	10 W/kg	20 W/kg

Πίνακας: Ρυθμός Ειδικής Απορρόφησης (SAR) - Όρια επιτρεπτής έκθεσης (ICNIRP) για την περιοχή συχνοτήτων 100 KHz -10 GHz

Ρυθμός Ειδικής Απορρόφησης (SAR) – όρια επιτρεπτής έκθεσης (ICNIRP) για την περιοχή συχνοτήτων 100 KHz-10 GHz(10).

Εκτός από το ICNIRP, έχουν επίσης δημοσιευθεί σημαντικές κατευθυντήριες γραμμές για την προστασία από τους κινδύνους της έκθεσης σε EMF από το Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (IEEE), τόσο για την έκθεση του κοινού όσο και για τα ελεγχόμενα περιβάλλοντα (επαγγελματική έκθεση) (National Institute for Public Health and the Environment, RIVM). Για τα πεδία συχνότητας ισχύος, οι βασικοί περιορισμοί IEEE για τα επαγόμενα ηλεκτρικά πεδία είναι παρόμοιοι με εκείνους του ICNIRP και της ΕΕ για την έκθεση του εγκεφάλου, αλλά λιγότερο αυστηροί από το ICNIRP για την έκθεση του υπόλοιπου σώματος.

Για τα πεδία ραδιοσυχνοτήτων, οι βασικοί περιορισμοί IEEE είναι οι ίδιοι με εκείνους του ICNIRP και της ΕΕ (National Institute for Public Health and the Environment, RIVM , 2018). Τα επίπεδα αναφοράς του IEEE είναι λιγότερο αυστηρά από εκείνα του

10-400MHz	23,4	0,0611	1,4	21,7	0,0565	1,2	Τηλεόραση
600MHz	28,2	0,0758	2,1	26,1	0,0702	1,8	Τηλεόραση
800MHz	32,5	0,0876	2,8	30,1	0,0811	2,4	Κινητή τηλεφωνία
900MHz	34,5	0,0929	3,1	31,9	0,0860	2,7	Κινητή τηλεφωνία
1800MHz	48,8	0,1313	6,3	45,2	0,1216	5,4	Κινητή τηλεφωνία
2-300GHz	51	0,1339	7	47,2	0,1239	6	Δορυφορικές επικοινωνίες

(9)

Κεφάλαιο 3

3.1 Οι βιολογικές επιδράσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

Τα ηλεκτρικά ρεύματα είναι αναπόσπαστο κομμάτι του ανθρώπινου σώματος, καθώς είναι απαραίτητα για τις φυσιολογικές του λειτουργίες. Το νευρικό σύστημα και διάφορες βιοχημικές αντιδράσεις, όπως εκείνες που σχετίζονται με την πέψη περιλαμβάνουν ηλεκτρικές διεργασίες. Η συχνότητα και η ένταση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων είναι δύο βασικοί παράγοντες που καθορίζουν τα αποτελέσματα της έκθεσης των κυττάρων του ανθρώπινου σώματος σε εξωτερικά πεδία και ηλεκτρομαγνητικά πεδία ραδιοσυχνότητας. Όσον αφορά τις ραδιοσυχνότητες, η ακτινοβολία απορροφάται μερικώς και μόνο ένα μικρό μέρος της διεισδύει μέσα στο σώμα. Η μικρή αυτή ποσότητα ηλεκτρομαγνητικών πεδίων που απορροφάται είναι σημαντική καθώς προκαλεί την κίνηση των μορίων και κατά συνέπεια την αύξηση της θερμοκρασίας.

3.1.1 Θερμικές επιδράσεις

Ο οργανισμός αδυνατεί μέσω των θερμορυθμιστικών μηχανισμών του να ρυθμίσει τη θερμοκρασία των ιστών με αποτέλεσμα να δημιουργούνται βλάβες. Το σώμα μας συνήθως απορροφά ένα μέρος μόνο της ενέργειας αυτής και μάλιστα όχι ομοιόμορφα. Σε φυσιολογικά πλαίσια οι θερμορυθμιστικοί μηχανισμοί κρατούν την θερμοκρασία σταθερή στους 36-37° C. Όταν η θερμοκρασία υπερβεί τους 37°C, γεγονός που σημαίνει πως ο οργανισμός έχει εκτεθεί σε ραδιοσυχνότητες μεταξύ 1MHz και 1 GHz, οι επιπτώσεις για την υγεία μπορεί να είναι δυσμενείς (11).

3.1.2 Μη θερμικές επιδράσεις

Οι μη θερμικές επιδράσεις προκαλούνται από μικρές πυκνότητες ισχύος ώστε να μην παρατηρείται αύξηση των ιστών. Οι επιδράσεις που χαρακτηρίζονται ως μη θερμικές συμβαίνουν συνήθως σε συχνότητες πεδίων κάτω των 10MHz. Οι έως τώρα έρευνες δεν έχουν σαφές αποτέλεσμα ως προς τον τρόπο με τον οποίο οι μη θερμικές επιδράσεις αποτελούν κίνδυνο για την υγεία. Υπάρχει έντονη αμφισβήτηση σχετικά με τις βιολογικές επιπτώσεις της ακτινοβολίας μεσαίου και χαμηλού επιπέδου. Τίθεται έντονο το ερώτημα εάν η ακτινοβολία ραδιοσυχνότητας σε τέτοια πεδία μπορεί να προκαλέσει επιβλαβείς επιπτώσεις, απουσία προφανών θερμικών επιδράσεων. Ένα

άλλο ερώτημα που απαιτεί περαιτέρω έρευνα καθώς ακόμα δεν μπορεί να απαντηθεί είναι εάν οι επιπτώσεις που προκαλεί η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μπορούν να προκληθούν όταν η θερμορύθμιση διατηρεί την θερμοκρασία του σώματος σε φυσιολογικό επίπεδο παρά την εναπόθεση ενέργειας ραδιοσυχνότητας ή όταν η θερμορύθμιση δεν προκαλείται και δεν υπάρχει αλλαγή θερμοκρασίας (11).

Κεφάλαιο 4

4.1 Εννοιολογικός προσδιορισμός

Η νόσος του καρκίνου αποτελεί γενετική ασθένεια, η οποία προκαλείται από αλλαγές στα γονίδια που ελέγχουν την λειτουργία των κυττάρων μας και πιο συγκεκριμένα την ανάπτυξη και τη διαίρεση τους. Η δημιουργία μάζας που προκαλείται από την κυτταρική διαίρεση εισβάλλει στους γειτονικούς ιστούς και μπορεί να μεταφερθεί και σε πιο μακρινές θέσεις προκαλώντας την γνωστή σε όλους μας μετάσταση.

Η νεοπλασματική νόσος μπορεί να ξεκινήσει από οποιοδήποτε μέρος του ανθρώπινου σώματος και η ανάπτυξη της μπορεί να είναι ταχεία, καθώς τα καρκινικά κύτταρα πολλαπλασιάζονται γρηγορότερα από τα υγιή. Με τον τρόπο αυτό τα κύτταρα του οργανισμού σταδιακά λόγω βλάβης που προσκαλείται στο DNA μετατρέπονται σε καρκινικά(13).

Ως προς τις μορφές των κακοήθων νοσημάτων βασικές είναι τα σαρκώματα, που εμφανίζονται κυρίως στον μεσεγχυματικό ιστό, τα καρκινώματα, που εμφανίζονται στον επιθηλιακό ιστό, οι αιμοποιητικές και οι λεμφοειδής κακοήθειες.

Από την στιγμή της εμφάνισης της νόσου έως και την μετάσταση της υπάρχει μια σταδιοποίηση. Στο 1^ο στάδιο της νόσου ο όγκος περιορίζεται στο όργανο από το οποίο προέρχεται και μπορεί να αφαιρεθεί ολοκληρωτικά. Στο 2^ο στάδιο ο όγκος είναι εντοπισμένος, αλλά δεν είναι εφικτή η πλήρης αφαίρεση του. Στο 3^ο στάδιο παρατηρείται παρουσία εκτεταμένης νόσου και καθίσταται αδύνατη η πλήρης αφαίρεση του. Τέλος, στο 4^ο στάδιο υπάρχει μεταστατική νόσος(14).

4.2 Παιδικός καρκίνος

Ο καρκίνος είναι γνωστός από την αρχαιότητα, με πρώτες αναφορές στην Αίγυπτο. Ο Ιπποκράτης τον συνέδεσε με ανισορροπία στους χυμούς του σώματος. Σημαντική πρόοδος έγινε τον 15ο αιώνα με την έναρξη των αυτοψιών και τη χειρουργική αφαίρεση όγκων. Αργότερα, θεωρήθηκε μεταδοτική ασθένεια, ενώ τον 19ο αιώνα αποδείχθηκε πως προέρχεται από φυσιολογικά κύτταρα χάρη στη μικροσκοπική μελέτη [1].

Από τις αρχές του 20ού αιώνα έως σήμερα, η επιστήμη έχει κάνει τεράστια πρόοδο στην κατανόηση και θεραπεία του καρκίνου. Η ιδέα ότι είναι πάντα θανατηφόρος έχει καταρριφθεί, καθώς πολλές μορφές του πλέον θεραπεύονται πλήρως με σωστή αγωγή [13]. Ο καρκίνος θεωρείται γενετική νόσος που προκαλείται από μεταλλάξεις στο DNA και μπορεί να ξεκινήσει από οποιοδήποτε σημείο του σώματος, με τα καρκινικά κύτταρα να πολλαπλασιάζονται ανεξέλεγκτα.

Οι συχνότεροι τύποι παιδικού καρκίνου είναι η λευχαιμία, οι όγκοι εγκεφάλου και το νευροβλάστωμα [16]. Η λευχαιμία διακρίνεται σε οξεία και χρόνια, με την οξεία λεμφοβλαστική να είναι πιο συχνή. Οι όγκοι εγκεφάλου προκαλούν ποικίλα νευρολογικά συμπτώματα, ενώ ο όγκος Wilms είναι ο πιο κοινός καρκίνος των νεφρών στα παιδιά [17]. Το νευροβλάστωμα είναι ο δεύτερος πιο συχνός παιδικός όγκος και εμφανίζεται κυρίως σε βρέφη κάτω των 5 ετών. Συνοδεύεται από συμπτώματα όπως απώλεια βάρους, ηπατομεγαλία και μάζα στην κοιλιά [15]. Τα λεμφώματα χωρίζονται σε Hodgkin και non-Hodgkin, με συχνά συμπτώματα τον πυρετό, την απώλεια βάρους και τη νυχτερινή εφίδρωση [18].

Το ραβδομυοσάρκωμα και οι όγκοι οστών είναι σπάνιοι παιδικοί καρκίνοι που εμφανίζονται κυρίως σε αγόρια και προκαλούν πόνο ή μάζες στα άκρα [19]. Το ρετινοβλάστωμα είναι ο πιο συχνός ενδοφθάλμιος καρκίνος στα παιδιά, με κύρια ένδειξη την λευκή αντανάκλαση στην κόρη του ματιού. Αν διαγνωστεί νωρίς, η πρόγνωση είναι πολύ καλή και στόχος είναι η διατήρηση της όρασης. Οι όγκοι ήπατος είναι σπάνιοι στα παιδιά, με πιο συχνούς το ηπατοβλάστωμα και το ηπατοκυτταρικό καρκίνωμα [20]. Το παιδικό καρκίνο εμφανίζεται κυρίως σε χώρες χαμηλού εισοδήματος, όπου πολλά παιδιά μένουν χωρίς διάγνωση ή θεραπεία. Κάθε χρόνο καταγράφονται περίπου 400.000 νέα παιδικά περιστατικά παγκοσμίως.

4.3 Επιβίωση από τον Παιδικό Καρκίνο

Το ποσοστό επιβίωσης στις οικονομικά εύπορες χώρες ανέρχεται σε 94%, ενώ σε χώρες χαμηλού ή μεσαίου εισοδήματος η θνησιμότητα των νοσούντων ανέρχεται σε 80%. Η μη έγκαιρη διάγνωση ή ακόμα και η απουσία της, η έλλειψη εξειδικευμένου ιατρονοσηλευτικού προσωπικού, η έλλειψη ενημέρωσης σχετικά με την ίαση της νόσου και βασικών μέσων θεραπείας της συμβάλουν καθοριστικά στο ποσοστό αυτό τη στιγμή που υπό άλλες συνθήκες η νόσος των παιδιών αυτών θα είχε πλήρη ίαση(21).

Πιο συγκεκριμένα σύμφωνα με το παρακάτω γράφημα του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας σχετικά με την επιβίωση από τον παιδικό καρκίνο σε παγκόσμιο επίπεδο τα στοιχεία έχουν ως εξής. Στις περιοχές Βορειοδυτικά των Η.Π.Α, στην Ευρώπη και πιο συγκεκριμένα στην Ευρωπαϊκή Ένωση, την Τουρκία και την Πρώην Σοβιετική Ένωση καθώς και στον Δυτικό Ειρηνικό στις περιοχές της Κίνας, της Ιαπωνίας, της Κορέας, στις Φιλιππίνες και στη Νέα Ζηλανδία το ποσοστό ίασης του παιδικού καρκίνου ανέρχεται σε 75-100%. Στην Ανατολική Μεσόγειο το αντίστοιχο ποσοστό ανέρχεται σε 25-75%, στην Αφρική 0-25% και τέλος στη Νότια και Ανατολική Ασία το ποσοστό κυμαίνεται από 25 έως 50%. Τέλος, στην Ελλάδα το ποσοστό επιβίωσης από τον Παιδικό Καρκίνο ξεπερνά το 85%.(22).

Ειδικό Μέρος

Κεφάλαιο 1

Μεθοδολογία Έρευνας

1.1 Σκοπός

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο να διερευνήσει τη σχέση μεταξύ της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και της εμφάνισης παιδικού καρκίνου, εστιάζοντας στις πιθανές επιπτώσεις που μπορεί να έχει η συνεχώς αυξανόμενη έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία στην υγεία των παιδιών. Η τεχνολογική ανάπτυξη και η ραγδαία εξάπλωση των ασύρματων επικοινωνιών, όπως τα κινητά τηλέφωνα, οι κεραιές κινητής τηλεφωνίας, τα δίκτυα Wi-Fi και άλλες ηλεκτρονικές συσκευές, έχουν οδηγήσει σε σημαντική αύξηση της καθημερινής έκθεσης του ανθρώπου στην ακτινοβολία. Ωστόσο, η μακροχρόνια επίδραση αυτής της έκθεσης στην ανθρώπινη υγεία, και ειδικότερα στην ανάπτυξη του παιδικού οργανισμού, εξακολουθεί να αποτελεί αντικείμενο ενδεδειγμένης επιστημονικής έρευνας και συζήτησης.

Η ευαισθησία των παιδιών στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι αυξημένη λόγω των βιολογικών χαρακτηριστικών τους. Ο παιδικός οργανισμός βρίσκεται σε συνεχή ανάπτυξη, με τα κύτταρά του να πολλαπλασιάζονται με ταχύτερους ρυθμούς σε σχέση με αυτά των ενηλίκων. Παράλληλα, οι ιστοί των παιδιών είναι πιο αγωγιμοί, ενώ το μικρότερο πάχος του κρανίου τους καθιστά την απορρόφηση της ακτινοβολίας στον εγκέφαλο πιο έντονη. Επιπλέον, η ύπαρξη μεγάλου αριθμού ανώριμων και αδιαφοροποίητων κυττάρων, όπως τα αιμοποιητικά και βλαστοκύτταρα, δημιουργεί συνθήκες αυξημένης ευαισθησίας στις μεταλλάξεις και τις κυτταρικές βλάβες που μπορεί να οδηγήσουν σε καρκινογένεση. Το γεγονός αυτό έχει εγείρει σοβαρές ανησυχίες σχετικά με το κατά πόσο η έκθεση στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου στην παιδική ηλικία.

Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα εργασία επιδιώκει να συγκεντρώσει και να αναλύσει τα διαθέσιμα επιστημονικά δεδομένα σχετικά με τη σχέση μεταξύ ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και παιδικού καρκίνου, εξετάζοντας παράλληλα τους παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την επικινδυνότητα της έκθεσης. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην πιθανότητα αυξημένου κινδύνου για παιδιά που διαμένουν κοντά σε κεραιές κινητής τηλεφωνίας, καθώς και στις πιθανές επιπτώσεις της ακτινοβολίας που προέρχεται από

διαγνωστικές ιατρικές εξετάσεις κατά την κύηση. Επιπλέον, διερευνάται αν η ακτινοθεραπεία μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη παιδικού καρκίνου, καθώς και αν η συχνή έκθεση σε ηλεκτρονικές συσκευές, όπως τα κινητά τηλέφωνα και τα ασύρματα δίκτυα, μπορεί να έχει μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στην υγεία των παιδιών.

Η εργασία αυτή βασίζεται σε βιβλιογραφική ανασκόπηση και αποσκοπεί στην ανάδειξη των επιστημονικών δεδομένων που υπάρχουν μέχρι σήμερα, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση μιας σαφέστερης εικόνας για τους πιθανούς κινδύνους. Παράλληλα, μέσα από τη μελέτη των ερευνητικών ευρημάτων, επιχειρείται η αποτίμηση του πραγματικού κινδύνου της έκθεσης στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και η ανάδειξη πιθανών μέτρων πρόληψης, ώστε να διασφαλιστεί η υγεία των παιδιών και των εφήβων σε έναν κόσμο όπου η τεχνολογία είναι αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής ζωής.

1.2 Υλικό-Μέθοδος

Η εργασία αυτή βασίζεται σε βιβλιογραφική ανασκόπηση και αποσκοπεί στην ανάδειξη των επιστημονικών δεδομένων που υπάρχουν μέχρι σήμερα, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση μιας σαφέστερης εικόνας για τους πιθανούς κινδύνους. Παράλληλα, μέσα από τη μελέτη των ερευνητικών ευρημάτων, επιχειρείται η αποτίμηση του πραγματικού κινδύνου της έκθεσης στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και η ανάδειξη πιθανών μέτρων πρόληψης, ώστε να διασφαλιστεί η υγεία των παιδιών και των εφήβων σε έναν κόσμο όπου η τεχνολογία είναι αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής ζωής.

Κατά τη διεξαγωγή της έρευνας πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση των υφιστάμενων επιστημονικών άρθρων, με σκοπό τη συγκέντρωση και αξιολόγηση δεδομένων που αφορούν τη σχέση μεταξύ ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και παιδικού καρκίνου. Η επιλογή των μελετών βασίστηκε σε συγκεκριμένα κριτήρια, ώστε να εξασφαλιστεί η εγκυρότητα και η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Συμπεριλήφθηκαν αποκλειστικά συστηματικές ανασκοπήσεις, μετα-αναλύσεις και μελέτες ασθενών-μαρτύρων, προοπτικές μελέτες.

Ένα βασικό κριτήριο για την επιλογή των άρθρων ήταν το μέγεθος του δείγματος, το οποίο έπρεπε να είναι επαρκώς μεγάλο (τουλάχιστον 20 συμμετέχοντες), ώστε τα

αποτελέσματα να έχουν στατιστική σημασία και να μπορούν να συγκριθούν με αντίστοιχες μελέτες. Επιπλέον, λήφθηκε υπόψη η ηλικιακή ομάδα των συμμετεχόντων, η οποία περιορίστηκε σε παιδιά και νέους ηλικίας 0-26 ετών, προκειμένου να διερευνηθούν οι πιθανές επιπτώσεις της ακτινοβολίας στη διάρκεια της ανάπτυξης.

Η έρευνα επικεντρώθηκε τόσο στη μακροχρόνια όσο και στη βραχυχρόνια έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία, προκειμένου να εξεταστεί αν υπάρχει διαφοροποίηση στον κίνδυνο εμφάνισης παιδικού καρκίνου ανάλογα με τη διάρκεια και την ένταση της έκθεσης. Τα άρθρα που συμπεριλήφθηκαν στην ανασκόπηση ήταν γραμμένα στην ελληνική ή την αγγλική γλώσσα, ενώ λήφθηκαν υπόψη και μεταφρασμένα άρθρα από αναγνωρισμένες επιστημονικές πηγές. Για την εξασφάλιση της εγκυρότητας των δεδομένων, η ανασκόπηση περιέλαβε μελέτες που δημοσιεύθηκαν σε αναγνωρισμένα επιστημονικά περιοδικά, τα οποία υπόκεινται σε διαδικασία αξιολόγησης από ομότιμους κριτές (peer review). Οι ημερομηνίες δημοσίευσης των άρθρων κάλυπταν την περίοδο 2013-2023, με στόχο να συμπεριληφθούν οι πιο πρόσφατες έρευνες και τα νεότερα επιστημονικά ευρήματα.

Η αναζήτηση των μελετών πραγματοποιήθηκε στις ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων **PubMed**, **Embase** και **Google Scholar** κατά την περίοδο Οκτωβρίου – Νοεμβρίου 2023. Η διαδικασία αναζήτησης βασίστηκε στη χρήση συνδυασμών λέξεων-κλειδιών, όπως “electromagnetic radiation and childhood cancer”, “radiofrequency exposure and pediatric health”, “mobile phone radiation and carcinogenesis” και “non-ionizing radiation and cancer risk”. Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε χωρίς γλωσσικούς περιορισμούς, προκειμένου να εντοπιστούν όλες οι πιθανές σχετικές μελέτες.

Τέλος, καταβλήθηκε προσπάθεια να αποτυπωθεί ο συγχρονισμός της παρούσας έρευνας με τις νεότερες επιστημονικές ανακαλύψεις και να συμπεριληφθούν τα πιο πρόσφατα ερευνητικά δεδομένα, προκειμένου να προκύψουν ασφαλή και επικαιροποιημένα συμπεράσματα σχετικά με τις επιπτώσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην παιδική υγεία.

Κεφάλαιο 2

Αποτελέσματα της έρευνας

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι τύποι των μελετών που περιλαμβάνονται στην παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση είναι κατά κύριο λόγο συστηματικές ανασκοπήσεις, μετα-αναλύσεις και μελέτες ασθενών-μαρτύρων, προοπτικές μελέτες.

Για την πιο αποτελεσματική καταγραφή και παρουσίαση των ευρυμάτων της έρευνας έγινε ο παρακάτω διαχωρισμός σχετικά με την επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε διάφορα πεδία της καθημερινής ζωής και κατά πόσο υπάρχει συσχέτιση μεταξύ αυτής και της εμφάνισης παιδικού καρκίνου.

- **Ηλεκτρομαγνητικά πεδία και παιδικός καρκίνος**
- **Εμφάνιση λευχαιμίας και όγκων εγκεφάλου σε παιδιά σε σχέση με**
- **την έκθεση της εγκύου σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία κατά την εγκυμοσύνη.**
- **Ακτινοθεραπεία και επίδραση στον παιδικό καρκίνο**
- **Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία- κινητή και ασύρματη τηλεφωνία**
- **Έκθεση σε σταθμούς βάσης κινητών τηλεφώνων, ραδιοφώνου και τηλεόρασης**
- **Οικιακή έκθεση σε ηλεκτρικά πεδία και παιδικός καρκίνος**

2.1 Μελέτες σχετικά με την επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στην εμφάνιση παιδικού καρκίνου

Το θέμα αυτό απασχόλησε πολύ έντονα την επιστημονική και ιατρική κοινότητα όπως επίσης τους εμπλεκόμενους φορείς σε διεθνές και εθνικά επίπεδα. Η παρουσία παντού ΗΜΠ υψηλής έντασης (π.χ. πυλώνες, υποσταθμοί) και χαμηλής έντασης (μέσα στις κατοικίες, ηλεκτρικές συσκευές) είναι αναπόσπαστο μέρος του σύγχρονου τρόπου ζωής.

Πιο συγκεκριμένα, η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας ανέδειξε, ότι σε μετρήσεις 24 ωρης έκθεσης παιδιών και εφήβων σε μαγνητικών πεδίων παρουσιάστηκε μια πιθανή επίδραση της οικιακής έκθεσης σε αυτά και στην παιδική λευχαιμία.

Επιπλέον, υπάρχουν αρκετά στοιχεία για να συμπεράνουμε ότι είναι αδικαιολόγητη η απόρριψη των ανησυχιών σχετικά με τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία οικιακής χρήσης και την παιδική λευχαιμία. Αυτό τουλάχιστον διαφαίνεται από την μετα-ανάλυση των Angelillo, et al., το 1999, στην οποία συμπεριλήφθησαν 14 μελέτες ασθενών μαρτύρων και μία μελέτη κοόρτης. Η μετα-ανάλυση έδωσε μια συγκεντρωτική εκτίμηση σχετικού κινδύνου 1,46 (95% διάστημα εμπιστοσύνης (CI) = 1,05-2,04, P = 0,024) και για έκθεση σε μετρήσεις 24 ωρών μαγνητικών πεδίων, 1,59 (95% CI = 1,14-2,22, P = 0,006), υποδηλώνοντας μια πιθανή επίδραση της οικιακής έκθεσης σε EMF στην παιδική λευχαιμία(23). (Πίνακας 1)

Σε μια άλλη μετα-ανάλυση των L Kheifets, et al., το 2007, τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν προηγούμενες μετά- αναλύσεις που δείχνουν συσχέτιση μεταξύ μαγνητικών πεδίων και παιδικής λευχαιμίας. ο κίνδυνος αυξήθηκε με την αύξηση της έκθεσης, αλλά οι εκτιμήσεις ήταν ανακριβείς, με τιμές 0,1-0,2 μT, 0,2-0,3 μT και $\geq 0,3$ μT, σε σύγκριση με $<0,1$ μT, ήταν 1,07 (95% CI 0,81-1,41), 1,16 (0,69-1,93) και 3,81.), αντίστοιχα. Συνολικά, η συσχέτιση είναι ασθενέστερη στις πιο πρόσφατες μελέτες, αλλά αυτές οι μελέτες είναι μικρές και στερούνται μεθοδολογικών βελτιώσεων που απαιτούνται για την επίλυση της φαινομενικής συσχέτισης.

Συμπεραίνουμε ότι πρόσφατες μελέτες για τα μαγνητικά πεδία και την παιδική λευχαιμία δεν αλλάζουν την προηγούμενη εκτίμηση ότι τα μαγνητικά πεδία είναι πιθανώς καρκινογόνα (24). (Πίνακας 1).

Επιπλέον, σύμφωνα με μια τρίτη έρευνα, μετα ανάλυση των Pelissari, et al., το 2004, από τα 152 άρθρα που παρακολουθούνται σε διαφορετικές βάσεις δεδομένων, δέκα μελέτες από τη Βόρεια Αμερική, την Ασία και την Ευρώπη πληρούσαν τα καθορισμένα κριτήρια επιλογής, με ασθενείς που διαγνώστηκαν από το 1960 έως το 2004.

Παρατηρήθηκαν μεθοδολογικοί περιορισμοί σε αυτά τα άρθρα, συμπεριλαμβανομένων δυσκολιών με τις διαδικασίες αξιολόγησης της έκθεσης. Μπορεί να υπάρξει συσχέτιση μεταξύ της έκθεσης σε μαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας και της οξείας λεμφοβλαστικής λευχαιμίας στα παιδιά (OR 2,83,95% CI 0.83-9.62), αλλά αυτή η συσχέτιση είναι ασθενής, εμποδίζοντας την παρατήρηση της συνέπειας στα ευρήματα (25). (Πίνακας 1).

Στη συνέχεια εξετάστηκε μια μελέτη ασθενών μαρτύρων. Στη μελέτη αυτή των Michinori, et al, Αναλύθηκαν 312 περιπτώσεις παιδιών (0-15 ετών) που είχαν πρόσφατα διαγνωσθεί με οξεία λεμφοβλαστική λευχαιμία (ALL) ή οξεία μυελοκυτταρική λευχαιμία (AML) το 1999-2001 και 603 μάρτυρες που ταιριάστηκαν για το φύλο, την ηλικία και την περιοχή κατοικίας. Το εβδομαδιαίο μέσο επίπεδο MF προσδιορίστηκε στην κρεβατοκάμαρα του παιδιού. Οι αναλογίες πιθανοτήτων για τα παιδιά των οποίων τα υπνοδωμάτια είχαν επίπεδα MF 0,4 microT ή υψηλότερα σε σύγκριση με την κατηγορία αναφοράς (επίπεδα MF κάτω από 0,1 microT) ήταν 2,6 (95% CI=0,76-8,6) για AML+ALL και 4,7 (1,15-19,0) για ΟΛΑ μόνο. Ο έλεγχος ορισμένων πιθανών παραγόντων σύγχυσης δεν άλλαξε σημαντικά τα αποτελέσματα. Τα αποτελέσματά μας παρείχαν πρόσθετες ενδείξεις ότι η υψηλή έκθεση σε MF συσχετίστηκε με υψηλότερο κίνδυνο παιδικής λευχαιμίας (26). (Πίνακας 2).

Ακολούθησε η μελέτη μια μετα-ανάλυσης των A Ahlbom1, et al, το 1996. Συμπεριλήφθηκαν μελέτες με μετρήσεις μαγνητικού πεδίου 24/48 ωρών ή υπολογισμένα μαγνητικά πεδία. Για τα 3203 παιδιά με λευχαιμία και τα 10 338 παιδιά ελέγχου με εκτιμώμενα επίπεδα έκθεσης σε οικιακό μαγνητικό πεδίο < 0,4 microT, παρατηρήθηκαν εκτιμήσεις κινδύνου κοντά στο επίπεδο μη επίδρασης, ενώ για τα 44 παιδιά με λευχαιμία και τα 62 παιδιά ελέγχου με εκτιμώμενη έκθεση σε οικιακό μαγνητικό πεδίο > /= 0,4 microT ο εκτιμώμενος συνοπτικός σχετικός κίνδυνος ήταν

2,00 (1,27-3,13), τιμή $P = 0,002$). Για τα άτομα της Βόρειας Αμερικής των οποίων οι κατοικίες ήταν στην υψηλότερη κατηγορία καλωδίου, ο εκτιμώμενος σχετικός κίνδυνος ήταν 1,24 (0,82-1,87). Συνοπτικά, το 99,2% των παιδιών που διαμένουν σε σπίτια με επίπεδα έκθεσης $< 0,4$ είχαν εκτιμήσεις συμβατές με μη αυξημένο κίνδυνο, ενώ το 0,8% των παιδιών με έκθεση $\geq 0,4$ είχε εκτίμηση σχετικού κινδύνου περίπου 2, κάτι που είναι απίθανο να οφείλεται σε τυχαία μεταβλητότητα. Η εξήγηση για τον αυξημένο κίνδυνο είναι άγνωστη, αλλά η μεροληψία επιλογής μπορεί να ευθύνεται για ένα μέρος της αύξησης (27). (Πίνακας 2).

Τέλος, όσον αφορά τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία και την συσχέτιση τους με την εμφάνιση παιδικού καρκίνου, μελετήθηκε μια ακόμα μετα-ανάλυση των Schuz1, et al. το 1996.

Στην ανάλυση συμπεριλήφθηκαν δεδομένα από τέσσερις χώρες (Καναδάς, Γερμανία, Ηνωμένο Βασίλειο και Ηνωμένες Πολιτείες), που περιελάμβανε 1.842 παιδιά με διάγνωση λευχαιμία και 3.099 άτομα ελέγχου (οι ημερομηνίες διάγνωσης κυμαίνονταν από το 1988 έως το 1996). Οι αναλογίες πιθανοτήτων για νυχτερινή έκθεση ELF EMF για κατηγορίες 0,1- $<0,2$ microT, 0,2- $<0,4$ microT και $\geq 0,4$ microT σε σύγκριση με $<0,1$ microT ήταν 1,11 (95% διάστημα εμπιστοσύνης (CI): 0,91, 1,36), 1,37 (95% CI: 0,99, 1,90) και 1,93 (95% CI: 1,11, 3,35), αντίστοιχα.

Το γεγονός ότι αυτές οι εκτιμήσεις ήταν παρόμοιες με εκείνες που προέκυψαν χρησιμοποιώντας γεωμετρικές μέσες τιμές 24/48 ωρών (λόγοι πιθανοτήτων 1,09, 1,20 και 1,98, αντίστοιχα) υποδηλώνει ότι η νυχτερινή συνιστώσα δεν μπορεί, από μόνη της, να εξηγήσει το μοτίβο που παρατηρήθηκε. Αυτά τα αποτελέσματα δεν υποστηρίζουν τις υποθέσεις ότι τα νυχτερινά μέτρα είναι καταλληλότερα. Ως εκ τούτου, η παρατηρούμενη συσχέτιση μεταξύ του ELF EMF και της παιδικής λευχαιμίας εξακολουθεί να στερείται μιας εύλογης εξήγησης(27). (Πίνακας 2).

2.2 Εμφάνιση λευχαιμίας και όγκων εγκεφάλου σε παιδιά σε σχέση με την έκθεση της εγκύου σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία κατά την εγκυμοσύνη.

Στις ακτινολογικές διαγνωστικές εξετάσεις (ακτινογραφία, αξονική τομογραφία, μαστογραφία, ακτινοσκόπηση κλπ.) και τις επεμβατικές διαδικασίες (αγγειογραφία, στεφανιογραφία, κλπ.) χρησιμοποιούνται ακτίνες X για την απεικόνιση ανατομικών περιοχών του ανθρώπινου σώματος. Από

την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας εξετάστηκε τόσο η έκθεση της μητέρας σε ακτινοβολία εξαιτίας διαφόρων διαγνωστικών εξετάσεων αλλά και η έκθεση της στην ακτινοβολία βάσεων κινητής τηλεφωνίας λόγω εγγύτητας του τόπου κατοικίας της με τον σταθμό(28).

Πιο συγκεκριμένα, σε μια μελέτη ασθενών-μαρτύρων των Rajaraman, et al.,2011 εξετάστηκαν οι κίνδυνοι καρκίνου στην παιδική ηλικία που σχετίζονται με την έκθεση σε διαγνωστική ακτινοβολία και υπερηχογράφημα στη μήτρα και στην πρώιμη βρεφική ηλικία (ηλικία 0-100 ημερών).

Τα μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης που εξαρτώνται από παράγοντες αντιστοίχισης, με προσαρμογή για την ηλικία της μητέρας και το βάρος γέννησης του παιδιού, δεν έδειξαν στοιχεία αυξημένου κινδύνου παιδικού καρκίνου με έκθεση στη μήτρα σε υπερηχογράφημα. Υπήρχε κάποια ένδειξη για ελαφρά αύξηση του κινδύνου μετά από έκθεση σε ακτίνες X για όλους τους καρκίνους (αναλογία πιθανοτήτων 1,14, 95% διάστημα εμπιστοσύνης 0,90 έως 1,45) και λευχαιμία (1,36, 0,91 έως 2,02), αλλά αυτό δεν ήταν στατιστικά σημαντικό . Η έκθεση σε διαγνωστικές ακτίνες X στην πρώιμη βρεφική ηλικία (0-100 ημέρες) συσχετίστηκε με μικρούς, μη σημαντικούς κινδύνους για όλους τους καρκίνους και τη λευχαιμία, καθώς και με αυξημένο κίνδυνο λεμφώματος (29).(Πίνακας 3)

Σε μια άλλη προοπτική μελέτη των Ray, et al.,(2010), η συσχέτιση μεταξύ της έκθεσης του εμβρύου σε σημαντικές ακτινοδιαγνωστικές εξετάσεις στην αξονική τομογραφία εγκυμοσύνης (CT) και την απεικόνιση ραδιοουκλειδίων-και του κινδύνου παιδικού καρκίνου δεν έχει τεκμηριωθεί. Ολοκληρώθηκε μια πληθυσμιακή μελέτη 1,8 εκατομμυρίων ζευγών μητέρας-παιδιού στην επαρχία του Οντάριο, από το 1991 έως το 2008. Υπήρχαν 5.590 μητέρες που εκτέθηκαν σε σημαντικές ακτινοδιαγνωστικές εξετάσεις κατά την εγκυμοσύνη (3,0 ανά 1.000) και 1.829.927 μητέρες που δεν εκτέθηκαν. Το ποσοστό των ακτινοδιαγνωστικών εξετάσεων αυξήθηκε από 1,1 σε 6,3 ανά 1.000 εγκυμοσύνες κατά την περίοδο της μελέτης. περίπου το 73% των εξετάσεων ήταν αξονικές τομογραφίες. Μετά από διάμεση διάρκεια παρακολούθησης 8,9 ετών, εμφανίστηκαν τέσσερις παιδικοί καρκίνοι στην ομάδα που εκτέθηκε (1,13 ανά 10.000 ανθρωπο-έτη) και 2.539 καρκίνοι στην ομάδα που δεν εκτέθηκε (1,56 ανά 10.000 ανθρωπο-έτη), μια αναλογία κινδύνου 0,69 (95% διάστημα εμπιστοσύνης 0,26-1,82) (30).(Πίνακας 3)

Τέλος, σε μια μελέτη ασθενών-μαρτύρων των Elliott P, et al., το 1999-2008, διερευνήθηκε ο κίνδυνος πρώιμων παιδικών καρκίνων που σχετίζονται με την έκθεση της μητέρας σε ραδιοσυχνότητες από και την εγγύτητα σε σταθμούς βάσης κινητών τηλεφώνων μακροκυττάρων (ιστοί) κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης. Συμμετείχαν 1397 περιπτώσεις καρκίνου σε παιδιά ηλικίας 0-4 ετών από το εθνικό μητρώο καρκίνου 1999-2001 και 5588 έλεγχοι γεννήσεων από το εθνικό μητρώο γεννήσεων, ατομικά αντιστοιχισμένοι ανά φύλο και ημερομηνία γέννησης (τέσσερις έλεγχοι ανά περίπτωση).

Οι αναλογίες πιθανοτήτων ήταν 1,01 (95% διάστημα εμπιστοσύνης 0,87 έως 1,18) στο ενδιάμεσο και 1,02 (0,88 έως 1,20) στην υψηλότερη κατηγορία έκθεσης για όλους τους καρκίνους ($P=0,79$ για την τάση), 0,97 (0,69 έως 1,37) και 0,76 (0,51 έως 1,12), αντίστοιχα, για καρκίνους του εγκεφάλου και του κεντρικού νευρικού συστήματος ($P=0,33$ για την τάση), και 1,16 (0,90 έως 1,48) και 1,03 (0,79 έως 1,34) για λευχαιμία και μη Hodgkin λέμφωμα ($P=0,51$) (31). (Πίνακας 3)

Σε μια προοπτική μελέτη των Armstrong, et al., (2010), σε ένα δείγμα 14.00 περιπτώσεων, η ακτινοθεραπεία σχετίζεται σημαντικά με αυξημένο κίνδυνο όψιμης θνησιμότητας. Τα πολυμεταβλητά μοντέλα παλινδρόμησης, ελέγχοντας το φύλο, την ηλικία κατά τη διάγνωση, τον χρόνο από τη διάγνωση και τη χημειοθεραπεία, αλλά όχι την αρχική διάγνωση ή το στάδιο, εντόπισαν ότι οι ασθενείς που έλαβαν οποιαδήποτε έκθεση σε ακτινοβολία είχαν αυξημένο κίνδυνο [σχετικός κίνδυνος (RR) 2,9, 95% διάστημα εμπιστοσύνης (CI) 2,1–4,2] για θάνατο σε σύγκριση με τον μη εκτεθειμένο πληθυσμό. Οι επιζώντες που έλαβαν ακτινοθεραπεία στο στήθος ή τη σπονδυλική στήλη ή έλαβαν ακτινοβολία ολικού σώματος (TBI) είχαν τριπλάσιο κίνδυνο καρδιακού θανάτου (RR = 3,3, 95% CI 2,0–5,5) και οι συμμετέχοντες που έλαβαν στήθος ή TBI είχαν αυξημένο αλλά όχι στατιστικά σημαντικό κίνδυνο για πνευμονικό θάνατο (RR = 1,4, 95% CI 0,7–2,9)(32). (Πίνακας 4),

Σε μία ακόμα προοπτική μελέτη των Bhatti, et al., (2010), ποσοτικοποιήθηκε ο μακροπρόθεσμος κίνδυνος καρκίνου του θυρεοειδούς που σχετίζεται με τη θεραπεία με ακτινοβολία μεταξύ 12.547 5 ετών επιζώντων ενός παιδικού καρκίνου (λευχαιμία, λέμφωμα Hodgkin και λέμφωμα non-Hodgkin, καρκίνος του κεντρικού νευρικού συστήματος, σάρκωμα μαλακών ιστών, καρκίνος νεφρού, καρκίνος των οστών,

νευροβλάστωμα) που διαγνώστηκε μεταξύ 1970 και 1986 στον παιδικό καρκίνο έως το 2005.

Υπήρξαν 119 επόμενες παθολογικά επιβεβαιωμένες περιπτώσεις καρκίνου του θυρεοειδούς και υπολογίστηκαν μεμονωμένες δόσεις ακτινοβολίας στον θυρεοειδή αδένα για ολόκληρη την κοόρτη. Ο κίνδυνος καρκίνου του θυρεοειδούς αυξήθηκε γραμμικά με δόση ακτινοβολίας έως περίπου 20 Gy, όπου ο σχετικός κίνδυνος κορυφώθηκε στο 14,6 φορές (95% CI, 6,8-31,5)(33). (Πίνακας 4)

2.3 Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία- κινητή και ασύρματη τηλεφωνία

Σε μια μελέτη που έγινε σε Δανία, Σουηδία, Νορβηγία και Ελβετία, εξετάστηκαν παιδιά και έφηβοι 7–19 ετών που είχαν διαγνωστεί με όγκο στον εγκέφαλο μεταξύ 2004 και 2008. Συνολικά συμμετείχαν 352 ασθενείς και 646 άτομα ως ομάδα ελέγχου, μαζί με τους γονείς τους. Διαπιστώθηκε πως όσοι χρησιμοποιούσαν τακτικά κινητό τηλέφωνο δεν είχαν σημαντικά αυξημένες πιθανότητες εμφάνισης όγκου σε σχέση με όσους δεν το χρησιμοποιούσαν (OR = 1,36, 95% CI = 0,92–2,02). Επίσης, παιδιά που είχαν αρχίσει να χρησιμοποιούν κινητό τουλάχιστον 5 χρόνια πριν, δεν παρουσίαζαν υψηλότερο κίνδυνο συγκριτικά με εκείνα που δεν είχαν χρησιμοποιήσει ποτέ (OR=1,26,95%CI=0,70–2,28)(34). (πίνακας 5).

Σε μία ακόμα έρευνα ασθενών-μαρτύρων των Hardel ,et al., που πραγματοποιήθηκε στη Σουηδία την περίοδο 2007-2009 σε εφήβους 15-20 χρόνων πήραν μέρος 593 ασθενείς και 1368 μάρτυρες. Για την χρήση κινητών τηλεφώνων και ασύρματων τηλεφώνων αξιολογήθηκαν με αυτοχορηγούμενο ερωτηματολόγιο. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση λογιστικής παλινδρόμησης άνευ όρων, με προσαρμογή για την ηλικία, το φύλο, το έτος διάγνωσης και τον κοινωνικοοικονομικό δείκτη χρησιμοποιώντας ολόκληρο το δείγμα ελέγχου.

Από τις περιπτώσεις με κακοήγη όγκο στον εγκέφαλο, το 87% (n=593) συμμετείχε και το 85% (n=1.368) των μαρτύρων σε ολόκληρη τη μελέτη και απάντησε στο ερωτηματολόγιο. Ο λόγος πιθανοτήτων (OR) για χρήση κινητού τηλεφώνου αναλογικού τύπου ήταν 1,8, διάστημα εμπιστοσύνης 95% (CI)=1,04-3,3, αυξανόμενος με >25 χρόνια λανθάνουσας περιόδου (χρόνος από την πρώτη έκθεση) σε OR=3,3, 95% CI=1,6-6,9. Η χρήση ψηφιακών κινητών τηλεφώνων 2G απέδωσε OR=1,6, 95% CI=0,996-2,7, αυξάνοντας με καθυστέρηση >15-20 χρόνια σε OR=2,1, 95% CI=1,2-

3,6. Τα αποτελέσματα για τη χρήση ασύρματου τηλεφώνου ήταν $OR=1,7$, $95\% CI=1,1-2,9$ και, για καθυστέρηση 15-20 ετών, το $OR=2,1$, $95\% CI=1,2-3,8$.

Όσον αφορά τη μακροχρόνια χρήση κινητών τηλεφώνων και τη συσχέτιση με όγκους του εγκεφάλου, δεν ήταν δυνατό να μελετηθούν μεγαλύτερες περιόδους λανθάνουσας κατάστασης από >10 χρόνια προηγουμένως, καθώς η τεχνολογία ήταν πολύ πρόσφατη.

Αυτή η μελέτη επιβεβαίωσε προηγούμενα αποτελέσματα συσχέτισης μεταξύ της χρήσης κινητών και ασύρματων τηλεφώνων και κακοήθων όγκων του εγκεφάλου. Ο κίνδυνος ήταν υψηλότερος για την ομόπλευρη χρήση και τους όγκους στον κροταφικό λοβό(35). (πίνακας 5)

Τέλος σε μια ακόμα μελέτη ασθενών μαρτύρων των Vinyals , et al., που πραγματοποιήθηκε σε άτομα 10-24 ετών, πήραν μέρος 890 ασθενείς και 1910 μάρτυρες. Τα ποσοστά συμμετοχής ήταν 72% για τις περιπτώσεις και 54% για τους ελέγχους. Η μέση ηλικία των κρουσμάτων και των ελέγχων ήταν 16,5 και 16,6 έτη, αντίστοιχα. Το 57% ήταν άνδρες. Η συντριπτική πλειονότητα των συμμετεχόντων στη μελέτη ήταν χρήστες ασύρματων τηλεφώνων, ακόμη και στη μικρότερη ηλικιακή ομάδα, και η μελέτη περιελάμβανε σημαντικό αριθμό μακροχρόνιων (άνω των 10 ετών) χρηστών: 22% συνολικά, 51% στις ηλικίες 20-24 ετών .

Οι περισσότεροι όγκοι ήταν νευροεπιθηλιακού τύπου (NBT, $n = 671$), κυρίως γλοίωμα. Οι αναλογίες πιθανοτήτων (OR) του NBT φάνηκε να μειώνονται με την αύξηση του χρόνου από την έναρξη χρήσης των ασύρματων τηλεφώνων, του αθροιστικού αριθμού κλήσεων και του αθροιστικού χρόνου κλήσεων, ιδιαίτερα στην ηλικιακή ομάδα 15-19 ετών. Συνολικά, η μελέτη μας δεν παρέχει στοιχεία αιτιολογικής συσχέτισης μεταξύ της χρήσης ασύρματου τηλεφώνου και των όγκων του εγκεφάλου σε νέους ανθρώπους (36).(Πίνακας 5)

2.4 Έκθεση σε σταθμούς βάσης κινητών τηλεφώνων, ραδιοφώνου και τηλεόρασης

Μεγάλη ανησυχία στην επιστημονική κοινότητα προκαλεί η εκπομπή ακτινοβολίας σε σταθμούς βάσης κινητών τηλεφώνων, ραδιοφώνου και τηλεόρασης και η εμφάνιση καρκίνου σε παιδιά και εφήβους που διαμένουν σε σχετικά κοντινή απόσταση από τους σταθμούς αυτούς.

Πιο συγκεκριμένα, σε μια έρευνα ασθενών-μαρτύρων των Ha, et al., την περίοδο 1993-1999 στη Νότια Κορέα, βρέθηκε σημαντικά υψηλότερος κίνδυνος όλων των τύπων λευχαιμίας ήταν μεταξύ των παιδιών που διέμεναν σε απόσταση 2 km από τον πλησιέστερο ραδιοπομπό AM που είχε εγκατασταθεί πριν από το έτος διάγνωσης, σε σύγκριση με παιδιά που διέμεναν σε απόσταση μεγαλύτερη από 20 km από αυτόν.

Στην έρευνα αυτή, η αναλογία πιθανοτήτων για όλους τους τύπους λευχαιμίας ήταν 2,15 (95% διάστημα εμπιστοσύνης (CI): 1,00, 4,67) μεταξύ των παιδιών που διέμεναν σε απόσταση 2 km από τον πλησιέστερο ραδιοπομπό AM σε σύγκριση με εκείνα που διέμεναν σε απόσταση μεγαλύτερη από 20 km από αυτόν(37). (πίνακας 6)

Σε μία ακόμα έρευνα ασθενών- μαρτύρων των Merzenich, et al., στη Δ.Γερμανία, στην οποία πήραν μέρος 1959 ασθενείς και 5848 μάρτυρες, η περιοχή μελέτης περιελάμβανε δήμους κοντά σε πύργους ραδιοφωνικών και τηλεοπτικών εκπομπών υψηλής ισχύος.

Η αναλογία πιθανοτήτων για όλους τους τύπους λευχαιμίας ήταν 1,04 (διάστημα εμπιστοσύνης 95%: 0,65, 1,67) μεταξύ των παιδιών που ζούσαν σε απόσταση 2 km από τον πλησιέστερο πομπό εκπομπής σε σύγκριση με εκείνα που ζούσαν σε απόσταση 10-<15 km.

Ωστόσο, μελέτη δεν έδειξε καμία σημαντική αύξηση του κινδύνου που σχετίζεται με την έκθεση σε RF-EMF που εκπέμπονται από πύργους εκπομπής και λευχαιμία στα παιδιά(38). (Πίνακας 6).

Τέλος, στην έρευνα ασθενών-μαρτύρων των Elliott, et al., που πραγματοποιήθηκε από το 1999-2003 και πήραν μέρος 1397 ασθενείς και 5588 μάρτυρες, δεν βρέθηκε καμία συσχέτιση μεταξύ του κινδύνου καρκίνου σε μικρά παιδιά και της εκτιμώμενης έκθεσης σε ραδιοσυχνότητες από σταθμούς βάσης κινητών τηλεφώνων.

Η εστίασή στους καρκίνους της πρώιμης παιδικής ηλικίας σήμαινε ότι δεν συμπεριλάβαμε μακροπρόθεσμες ή άλλες πιθανές επιπτώσεις στην υγεία που έχουν συσχετιστεί με την κινητή τηλεφωνία.

Οι αναφορές για μεγαλύτερο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου κοντά σε σταθμούς βάσης κινητών τηλεφώνων βασίστηκαν σε μικρό ποσοστό ατόμων που ζούσαν πολύ κοντά.

Οι προσαρμοσμένες αναλογίες πιθανοτήτων ήταν 1,01 (95% διάστημα εμπιστοσύνης 0,87 έως 1,18) στο ενδιάμεσο και 1,02 (0,88 έως 1,20) στην υψηλότερη κατηγορία

έκθεσης για όλους τους καρκίνους ($P=0,79$ για την τάση), 0,97 (0,69 έως 1,37) και 0,76 (0,51 έως 1,12), αντίστοιχα, για καρκίνους του εγκεφάλου και του κεντρικού νευρικού συστήματος ($P=0,33$ για την τάση), και 1,16 (0,90 έως 1,48) και 1,03 (0,79 έως 1,34) για λευχαιμία και μη Hodgkin λέμφωμα ($P=0,51$ για τάση) (39).

(Πίνακας 6)

2.5 Οικιακή έκθεση σε ηλεκτρικά πεδία και παιδικός καρκίνος

Εκτός από την ακτινοβολία που εκπέμπουν τα κινητά τηλέφωνα και οι σταθμοί βάσεις, υπάρχουν πολλές συσκευές εντός των οικιακών χώρων που εκπέμπουν ακτινοβολία και αθροιστικά μπορεί να υπερβαίνουν το επιτρεπτό όριο.

Επιλέχθηκαν για να εξεταστεί αυτός ο παράγοντας 3 μελέτες ασθενών- μαρτύρων. Στην πρώτη, των Skinner, et. al ,2002, δεν βρέθηκε καμία συσχέτιση μεταξύ της έκθεσης στην ακτινοβολία που αξιολογήθηκε μέσω μετρήσεων στα δωμάτια του εκάστοτε νοικοκυριού και του παιδικού καρκίνου.

Για την ΟΛΛ, για την ολική λευχαιμία και για τους καρκίνους του ΚΝΣ, οι αναλογίες πιθανοτήτων δεν διέφεραν σημαντικά από τη μονάδα και υπήρχε μικρή ένδειξη δόσης-απόκρισης. Για κακοήθειες εκτός από τη λευχαιμία ή τους καρκίνους του ΚΝΣ, αν και η έκθεση συσχετίστηκε με σημαντικά αυξημένη αναλογία πιθανοτήτων $OR=1,84$, η αναλογία πιθανοτήτων για υψηλότερη έκθεση δεν διέφερε σημαντικά από τη μονάδα.

Η παρούσα μελέτη δεν υποστηρίζει την υπόθεση ότι η οικιακή έκθεση σε ηλεκτρικά πεδία σχετίζεται με τον παιδικό καρκίνο είτε κατά κατηγορία ασθένειας είτε συνολικά. Η μελέτη μπορεί να αποκλείσει την έκθεση σε ηλεκτρικό πεδίο ως αιτία σημαντικού ποσοστού λευχαιμίας ή άλλων κακοηθειών παιδικής ηλικίας στη Μ.Β. Οι προσπάθειες για την αποκάλυψη των αιτιών της παιδικής κακοήθειας φαίνονται καλύτερα στοχευμένες προς άλλες κατευθύνσεις (40). (Πίνακας 7).

Έπειτα, στην μελέτη του UK Childhood Cancer Study Investigators το 2002 Οι γονείς 3838 παιδιών με καρκίνο και 7629 παιδιών χωρίς καρκίνο ερωτήθηκαν, που αντιπροσωπεύουν το 87% των επιλέξιμων περιπτώσεων και το 64% των επιλέξιμων μαρτύρων. Μετά από συνέντευξη, ελήφθησαν μετρήσεις από το σπίτι σε διάγνωση 2165 περιπτώσεων και 5086 μαρτύρων.

Σχεδόν όλες (97%) οι εκτιμήσεις βασίστηκαν σε μετρήσεις που ελήφθησαν τόσο από την κρεβατοκάμαρα όσο και από το σαλόνι. Κατά την περίοδο της μελέτης, όλα τα

παιδιά με κακοήθη νεοπλάσματα ηλικίας κάτω των 15 ετών στην Αγγλία, την Ουαλία και τη Σκωτία καταγράφηκαν μέσω διασύνδεσης με ογκολόγους και παιδίατρους.

Η μελέτη άρχισε να συγκεντρώνει υποθέσεις το 1991 για τη Σκωτία και το 1992 για την Αγγλία και την Ουαλία. Η Σκωτία τερμάτισε την εγγραφή κρουσμάτων στα τέλη του 1994. Στην Αγγλία και την Ουαλία, η καταγραφή των συμπαγών όγκων τερματίστηκε στα τέλη του 1994, του λεμφώματος non-Hodgkin το 1995 και των λευχαιμιών το 1996. Όλες οι νεοπλασματικές διαγνώσεις υποβλήθηκαν για κεντρική παθολογική εξέταση. Όλες οι περιπτώσεις λευχαιμίας επιβεβαιώθηκαν με κατάλληλη ιστοπαθολογική ανασκόπηση(41). (Πίνακας 7).

Τέλος, στην έρευνα των Green, et al., 1999, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ της λευχαιμίας και του μέσου όρου μαγνητικών πεδίων στο δεύτερο και τέταρτο τεταρτημόριο έκθεσης. Η πλειοψηφία (84,1%) ήταν οξεία λεμφοβλαστική λευχαιμία και (4,5%) ήταν οξεία μυελογενής λευχαιμία. Οι εκτιμήσεις κινδύνου που περιορίζονται στην οξεία λεμφοβλαστική λευχαιμία υπολογίστηκαν για να διευκολυνθεί η σύγκριση με τη μελέτη των Linet et al. (1997). Τα πρότυπα κινδύνου και το επίπεδο στατιστικής σημασίας ήταν παρόμοια με εκείνα για όλες τις λευχαιμίες, αλλά πιο έντονα σε μέγεθος για όλες τις μετρήσεις σημείου & χρόνου(42). (Πίνακας 7).

Κεφάλαιο 3: Συζήτηση

Η επίπτωση της λευχαιμίας στα παιδιά έχει αυξηθεί παγκοσμίως τις τελευταίες δεκαετίες, ιδιαίτερα λόγω της αύξησης της οξείας λεμφοβλαστικής λευχαιμίας. Μελέτες έχουν συσχετίσει την έκθεση σε μη ιοντίζουσα ακτινοβολία που παράγεται από μαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας με παιδική λευχαιμία. Μπορεί να υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της έκθεσης σε μαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας και της οξείας

λεμφοβλαστικής λευχαιμίας στα παιδιά, αλλά αυτή η συσχέτιση είναι ασθενής, εμποδίζοντας την παρατήρηση της συνέπειας στα ευρήματα. Μελλοντικές μελέτες από ένα ευρύτερο φάσμα γεωγραφικών περιοχών θα πρέπει να επικεντρωθούν στην ανάλυση της οξείας λεμφοβλαστικής λευχαιμίας, η οποία είναι ο τύπος με τη μεγαλύτερη επίδραση στην αυξανόμενη συνολική επίπτωση της παιδικής λευχαιμίας (43-47).

Επίσης, αν σε μεμονωμένες επιδημιολογικές έρευνες έχουν σημειώσει συσχετίσεις μεταξύ της οικιακής έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία (EMF) και της παιδικής λευχαιμίας, συνολικά τα ευρήματα ήταν ασαφή. Αρκετές από αυτές τις μελέτες, ωστόσο, προσφέρονται για την εφαρμογή της τεχνικής της μετα-ανάλυσης. Έως τώρα έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μετα-αναλύσεις με βάση την εκτιμώμενη έκθεση EMF (κωδικοί διαμόρφωσης καλωδίωσης, απόσταση από τον εξοπλισμό διανομής ισχύος, μετρήσεις σημείου και 24 ωρών της έντασης του μαγνητικού πεδίου (πυκνότητα μαγνητικής ροής) και υπολογισμένο μαγνητικό πεδίο)(23-25).

Επιπλέον, οι επιδημιολογικές μελέτες σχετικά με την επίδραση της έκθεσης σε μη ιοντίζουσα ακτινοβολία από μαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας στην παιδική λευχαιμία είναι δύσκολο να σχεδιαστούν, να διεξαχθούν και να ερμηνευτούν. Η κύρια δυσκολία είναι η μέτρηση της έκθεσης σε μαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας, καθώς πολλές πηγές δημιουργούν τέτοια πεδία, με διακυμάνσεις στην απόσταση και το χρόνο. Επιπλέον, δεδομένου ότι η νόσος είναι σπάνια, οι επιδημιολογικές μελέτες σχεδιάζονται γενικά με αναδρομική προσέγγιση και επομένως η έκθεση μετράται μακριά από τον πραγματικό χρόνο στον οποίο συνέβη η δυνητικά επιβλαβής έκθεση.

Τα αποτελέσματα αυτών των επιδημιολογικών μελετών οδηγούν τον ερευνητή να εξετάσει την πιθανή ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ της έκθεσης σε μη ιοντίζουσα ακτινοβολία από μαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας και της οξείας λεμφοβλαστικής λευχαιμίας στα παιδιά, αλλά η συσχέτιση είναι ασθενής, αποτρέποντας έτσι την παρατήρηση συνέπειας στα αποτελέσματα. Με βάση αυτά τα ευρήματα, δεν θα μπορούσαμε να δεχθούμε την υπόθεση ότι η αυξανόμενη συχνότητα της οξείας λεμφοβλαστικής λευχαιμίας σε διάφορες περιοχές του κόσμου μπορεί να εξηγηθεί από την αυξανόμενη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας και την αυξανόμενη έκθεση των παιδιών σε μη ιοντίζουσα ακτινοβολία που παράγεται από χαμηλή μαγνητικά πεδία συχνότητας.

Μελλοντικές μελέτες από ένα ευρύτερο φάσμα γεωγραφικών περιοχών θα πρέπει να επικεντρωθούν στην ανάλυση της οξείας λεμφοβλαστικής λευχαιμίας, η οποία είναι ο τύπος με τη μεγαλύτερη επίδραση στην αυξανόμενη συνολική επίπτωση της παιδικής λευχαιμίας. Ωστόσο, η περιορισμένη γνώση σχετικά με τα αίτια της λευχαιμίας στα παιδιά και ο μεγάλος αριθμός συγχυτικών παραγόντων αποτελούν ανασταλτικούς παράγοντες από ένα ασφαλές συμπέρασμα(25-27).

Σημαντικό στοιχείο επίσης αποτελεί το γεγονός ότι ήδη απ το 1970, τα οικιακά μαγνητικά πεδία συχνότητας ισχύος (MF) επισημάνθηκαν ως πιθανό καρκινογόνο για τον άνθρωπο από την επιτροπή του Διεθνούς Οργανισμού Έρευνας για τον Καρκίνο. Ως απάντηση στη μεγάλη ανησυχία του κοινού, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας προέτρεψε να διεξαχθούν περαιτέρω επιδημιολογικές μελέτες σε περιοχές υψηλής έκθεσης όπως αρχικά η Ιαπωνία(40-42).

Όσον αφορά τη συσχέτιση έκθεσης της μητέρας σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και την πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου στο έμβρυο, η έκθεση σε διαγνωστικές ακτίνες X στην πρώιμη βρεφική ηλικία συσχετίστηκε με μη σημαντικούς κινδύνους για όλους τους καρκίνους και τη λευχαιμία, καθώς και με αυξημένο κίνδυνο λεμφώματος. Πιθανοί κίνδυνοι από ακτινοβολία εμφανίστηκαν σε δόσεις χαμηλότερες από αυτές που σχετίζονται με κοινώς χρησιμοποιούμενες διαδικασίες όπως η αξονική τομογραφία, υποδηλώνοντας την ανάγκη για προσεκτική χρήση διαδικασιών διαγνωστικής ακτινογραφίας στην κοιλιά/λεκάνη της μητέρας κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης και σε παιδιά σε πολύ μικρές ηλικίες.

Δεδομένου ότι το ανώτερο όριο εμπιστοσύνης του σχετικού κινδύνου κακοήθειας μπορεί να είναι έως και 1,8 φορές μεγαλύτερο από αυτό μιας εγκυμοσύνης χωρίς έκθεση, δεν μπορούμε να αποκλείσουμε την πιθανότητα η έκθεση του εμβρύου σε αξονική τομογραφία ή απεικόνιση ραδιονουκλεϊδίων να είναι καρκινογόνος.

Επιπλέον, δεν βρέθηκε κάποια σύνδεση ανάμεσα στη χρήση κινητού και στην εμφάνιση παιδικού καρκίνου. Επίσης, δεν διαπιστώθηκε κίνδυνος από την ακτινοβολία κατά την εγκυμοσύνη της μητέρας τους. (29-31).

Σε σχέση με την ακτινοθεραπεία και την πιθανότητα εμφάνισης παιδικού καρκίνου, Η Childhood Cancer Survivor Study (CCSS), μια αναδρομική ομάδα περισσότερων από 14.000 επιζώντων από καρκίνο παιδικής ηλικίας που διαγνώστηκε μεταξύ 1970 και 1986, ήταν μια σημαντική πηγή για την ποσοτικοποίηση των συσχετίσεων μεταξύ

ακτινοθεραπείας και κινδύνου μακροπρόθεσμων δυσμενών αποτελεσμάτων για την υγεία και την ποιότητα ζωής.

Η ακτινοθεραπεία έχει συσχετιστεί με αυξημένο κίνδυνο για όψιμη θνησιμότητα, ανάπτυξη δεύτερων νεοπλασμάτων, παχυσαρκία και πνευμονική, καρδιακή και θυρεοειδική δυσλειτουργία καθώς και με αυξημένο συνολικό κίνδυνο για χρόνιες παθήσεις υγείας.

Είναι σημαντικό ότι το CCSS έχει παράσχει πιο ακριβείς εκτιμήσεις για έναν αριθμό σχέσεων δόσης-απόκρισης, συμπεριλαμβανομένων εκείνων για την ακτινοθεραπεία και την ανάπτυξη επακόλουθων κακοήθων νεοπλασμάτων του κεντρικού νευρικού συστήματος, του θυρεοειδούς και του μαστού. Απαιτείται συνεχής μελέτη των επιζώντων από καρκίνο της παιδικής ηλικίας για τον προσδιορισμό των μακροπρόθεσμων κινδύνων και την αξιολόγηση του αντίκτυπου νεότερων τεχνικών όπως η σύμμορφη ακτινοθεραπεία ή η θεραπεία με δέσμες πρωτονίων.

Επίσης, αξίζει να σημειωθεί, ότι το φύλο, η ηλικία κατά την έκθεση και ο χρόνος από την έκθεση βρέθηκαν να είναι σημαντικοί τροποποιητές του κινδύνου καρκίνου του θυρεοειδούς που σχετίζεται με την ακτινοβολία και ως εκ τούτου είναι σημαντικοί παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την κλινική παρακολούθηση και την εκτίμηση του κινδύνου καρκίνου του θυρεοειδούς μεταξύ των επιζώντων από καρκίνο της παιδικής ηλικίας. Ο σχετικός με την ακτινοβολία κίνδυνος καρκίνου του θυρεοειδούς έχει επίσης αποδειχθεί σταθερά ότι μειώνεται με την αύξηση της ηλικίας στην έκθεση. Κατά την εξέταση του χρόνου από την έκθεση, μια συγκεντρωτική ανάλυση επτά μελετών για τον καρκίνο του θυρεοειδούς, κυρίως μεταξύ εκείνων που εκτέθηκαν σε ακτινοβολία ως παιδιά, βρήκε σημαντική ετερογένεια με αύξηση έως περίπου 30 χρόνια, μετά την οποία ο κίνδυνος άρχισε να μειώνεται .

Αυτό το μοτίβο ήταν επίσης εμφανές σε μια επικαιροποιημένη ανάλυση μιας μελέτης για τον κίνδυνο καρκίνου του θυρεοειδούς μετά από θεραπεία στην παιδική ηλικία με ακτινοβολία, η οποία αρχικά συνέβαλε στη συγκεντρωτική ανάλυση. Ωστόσο, μια πρόσφατη μελέτη περιπτώσεων ελέγχου παιδιών στη Λευκορωσία που εκτέθηκαν σε ακτινοβολία από το ατύχημα του Τσερνομπίλ δεν βρήκε σημαντική ετερογένεια στον κίνδυνο που σχετίζεται με την ακτινοβολία με βάση το χρόνο μετά το ατύχημα (32,33).

Σχετικά με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και την κινητή και ασύρματη τηλεφωνία, οι μελέτες έχουν δείξει μια σταθερή συσχέτιση μεταξύ της μακροχρόνιας

χρήσης κινητών και ασύρματων τηλεφώνων και εμφάνιση βλαβών ακουστικού νευρώματος, αλλά όχι για εμφάνιση καρκίνου. Όταν χρησιμοποιούνται αυτά τα τηλέφωνα εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητικά πεδία ραδιοσυχνοτήτων (RF-EMF) και ο εγκέφαλος είναι το κύριο όργανο-στόχος για το τηλέφωνο χειρός. Ο Διεθνής Οργανισμός Έρευνας για τον Καρκίνο (IARC) ταξινόμησε τον Μάιο του 2011 το RF-EMF ως ομάδα 2B, δηλαδή ως «πιθανό» καρκινογόνο για τον άνθρωπο. Ο στόχος των νέων μελετών είναι να διερευνηθεί περαιτέρω η σχέση μεταξύ της ιδιαίτερα μακροχρόνιας (>10 ετών) χρήσης κινητών και ασύρματων τηλεφώνων και της ανάπτυξης κακοήθων όγκων του εγκεφάλου(34-36).

Όσον αφορά το Wi-Fi, με βάση τις τρέχουσες επιστημονικές πληροφορίες, οι εκθέσεις από εξοπλισμό Wi-Fi πληρούν τις διεθνείς οδηγίες. Δεν υπάρχουν σταθερές ενδείξεις επιπτώσεων στην υγεία από την έκθεση σε ραδιοσυχνότητες κάτω από τα κατευθυντήρια επίπεδα και δεν υπάρχει λόγος για τον οποίο τα σχολεία και άλλοι χώροι που φιλοξενούν παιδιά και εφήβους δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούν εξοπλισμό Wi-Fi.

Σε σχέση με τους σταθμούς βάσεις κινητών, ραδιοφώνου και τηλεόρασης στις μελέτες υπήρχε αυξημένος κίνδυνος λεμφοκυτταρικής λευχαιμίας σε παιδιά με υψηλότερα επίπεδα έκθεσης σε ακτινοβολία στα παιδιά που διέμεναν σε κοντινή απόσταση από τους σταθμούς αυτούς, σε σχέση με παιδιά με χαμηλότερα επίπεδα έκθεσης. Θα χρειαστούν περισσότερες μελέτες για να επιβεβαιωθεί αυτό το εύρημα, καθώς θα πρέπει να αποσαφηνιστούν πιθανοί βιολογικοί μηχανισμοί.

Τέλος, σε σχέση με την οικιακή έκθεση σε ηλεκτρικά πεδία, η αύξηση της μετρούμενης έκθεσης των νοικοκυριών με την αύξηση του δείκτη στέρησης(τι σημαίνει ο όρος?) κατέστησε αναγκαία την προσαρμογή για κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες, αλλά αυτό δεν κάνει σημαντική διαφορά στα αποτελέσματα.

Με εξαίρεση τον υψηλότερο μετρούμενο ρυθμό δόσης ακτινών γάμμα και τη συγκέντρωση ραδονίου, δεν υπήρξε καμία ένδειξη συσχέτισης μεταξύ της ακτίνας γάμμα και των αποτελεσμάτων της ανάλυσης ραδονίου. Ο αριθμός των νοικοκυριών για τα οποία καταγράφηκαν τα υψηλότερα επίπεδα και των δύο ήταν, ωστόσο, πολύ μικρός. Συμπερασματικά, σύμφωνα με τις τυπικές εκτιμήσεις κινδύνου, τα ευρήματα των μελετών είναι σε γενικές γραμμές καθησυχαστικά(37-39).

3.1. Προγράμματα πρόληψης και παρέμβασης

Η Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ) είναι υπεύθυνη για την εποπτεία της πυρηνικής ενέργειας και της ακτινοπροστασίας στη χώρα. Ελέγχει εργαστήρια και κεραίες, πραγματοποιεί δειγματοληψίες και διατηρεί αρχείο δόσεων από ακτινοβολίες. Συμμετέχει επίσης σε εθνικά και ευρωπαϊκά ερευνητικά προγράμματα [4].

Επιπλέον, το πρόγραμμα ΑΥΡΑ στόχευσε στη συνολική αξιολόγηση της ακτινοπροστασίας και στην ενημέρωση του κοινού για τις ακτινοβολίες, μέσω δράσεων εκπαίδευσης. Ολοκληρώθηκε το 2021 και περιλάμβανε πανελλαδική έρευνα για τις σχετικές αντιλήψεις. Παράλληλα, η ΕΕΤΤ εποπτεύει και ελέγχει τους παρόχους επικοινωνιών και συνεργάζεται με διεθνείς φορείς [2].

Τέλος, ο οργανισμός ICNIRP προστατεύει από τις βλαβερές συνέπειες της μη ιονίζουσας ακτινοβολίας και συνεργάζεται με τον ΠΟΥ και τη ΔΟΕ. Οι οδηγίες του εφαρμόζονται σε πολλές χώρες, αποτελώντας και βάση της ελληνικής νομοθεσίας [10]. Το 2018, ο ΠΟΥ ξεκίνησε την πρωτοβουλία CureAll για να αυξηθεί το ποσοστό επιβίωσης των παιδιών με καρκίνο στο 60% μέχρι το 2030 [43].

Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα

Πολυάριθμες επιδημιολογικές μελέτες και εκτενείς ανασκοπήσεις της επιστημονικής βιβλιογραφίας έχουν αξιολογήσει πιθανές συσχετίσεις μεταξύ της έκθεσης σε μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες και του παιδικού καρκίνου. Το μεγαλύτερο μέρος των ερευνών επικεντρώνεται στη λευχαιμία και στους όγκους του εγκεφάλου, τους δύο πιο συνηθισμένους καρκίνους στα παιδιά(27,28,43,47-48).

Μελέτες έχουν εξετάσει τις συσχετίσεις αυτών των καρκίνων με την παρουσία κοντά σε ηλεκτροφόρα καλώδια, με μαγνητικά πεδία στο σπίτι και με την έκθεση των γονέων σε υψηλά επίπεδα μαγνητικών πεδίων στο χώρο εργασίας. Δεν έχουν βρεθεί σταθερά στοιχεία για συσχέτιση μεταξύ οποιασδήποτε πηγής μη ιοντίζουσας ακτινοβολίας και του παιδικού καρκίνου.

Αν και μια μελέτη το 1979 έδειξε μια πιθανή συσχέτιση μεταξύ της ακτινοβολίας κοντά σε ηλεκτρικές γραμμές και της παιδικής λευχαιμίας, πιο πρόσφατες μελέτες είχαν

μικτά ευρήματα . Οι περισσότερες από αυτές τις μελέτες δεν βρήκαν συσχέτιση ή βρήκαν μία μόνο για εκείνα τα παιδιά που ζούσαν σε σπίτια με πολύ υψηλά επίπεδα μαγνητικών πεδίων, τα οποία υπάρχουν σε λίγες κατοικίες(23,31,49,50).

Αρκετές μελέτες έχουν αναλύσει τα συνδυασμένα δεδομένα από πολλαπλές μελέτες έκθεσης ηλεκτρικού ρεύματος και παιδικής λευχαιμίας:

Μια συγκεντρωτική ανάλυση εννέα μελετών ανέφερε διπλή αύξηση του κινδύνου παιδικής λευχαιμίας σε παιδιά με έκθεση 0,4 μT (microtesla) ή μεγαλύτερη. Λιγότερο από το 1% των παιδιών στις μελέτες παρουσίασαν αυτό το επίπεδο έκθεσης . Μια μετα-ανάλυση 15 μελετών παρατήρησε 1,7 φορές αύξηση της παιδικής λευχαιμίας σε παιδιά με έκθεση 0,3 μT ή μεγαλύτερη. Λίγο περισσότερο από το 3% των παιδιών στις μελέτες παρουσίασαν αυτό το επίπεδο έκθεσης. Πιο πρόσφατα, μια συγκεντρωτική ανάλυση επτά μελετών που δημοσιεύθηκαν μετά το 2000 ανέφερε αύξηση 1,4 φορές στην παιδική λευχαιμία σε παιδιά με έκθεση 0,3 μT ή μεγαλύτερη. Ωστόσο, λιγότερο από το μισό του 1% των παιδιών στις μελέτες παρουσίασαν αυτό το επίπεδο έκθεσης). Για τις δύο συγκεντρωτικές μελέτες και τη μετα-ανάλυση, ο αριθμός των παιδιών με υψηλή έκθεση ήταν πολύ μικρός για να παρέχει σταθερές εκτιμήσεις της σχέσης δόσης-απόκρισης(51-53).

Ένας άλλος τρόπος με τον οποίο τα παιδιά μπορούν να εκτεθούν σε μαγνητικά πεδία είναι από τις οικιακές ηλεκτρικές συσκευές. Αν και τα μαγνητικά πεδία κοντά σε πολλές ηλεκτρικές συσκευές είναι υψηλότερα από εκείνα κοντά σε καλώδια ηλεκτρικού ρεύματος, οι συσκευές συμβάλλουν λιγότερο στη συνολική έκθεση ενός ατόμου στα μαγνητικά πεδία, επειδή οι περισσότερες συσκευές χρησιμοποιούνται μόνο για σύντομες χρονικές περιόδους. Και η μετακίνηση ακόμη και σε μικρή απόσταση από τις περισσότερες ηλεκτρικές συσκευές μειώνει δραματικά την έκθεση. Και πάλι, οι μελέτες δεν έχουν βρει σταθερά στοιχεία για συσχέτιση μεταξύ της χρήσης οικιακών ηλεκτρικών συσκευών και του κινδύνου παιδικής λευχαιμίας(54).

Λόγω της ευρείας χρήσης του Wi-Fi στα σχολεία, η Υπηρεσία Προστασίας Υγείας του Ηνωμένου Βασιλείου, διεξήγαγε τις μεγαλύτερες και πιο ολοκληρωμένες μελέτες μετρήσεων για την αξιολόγηση της έκθεσης των παιδιών σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία ραδιοσυχνότητας από ασύρματα δίκτυα υπολογιστών . Αυτός ο οργανισμός κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι εκθέσεις σε ραδιοσυχνότητες ήταν πολύ κάτω από τα συνιστώμενα μέγιστα επίπεδα και ότι «δεν υπήρχε λόγος για τον οποίο το Wi-Fi δεν

θα έπρεπε να συνεχίσει να χρησιμοποιείται σε σχολεία και σε άλλα μέρη» . Μια μάλιστα ανασκόπηση της δημοσιευμένης βιβλιογραφίας κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι λίγες μελέτες υψηλής ποιότητας μέχρι σήμερα δεν παρέχουν στοιχεία βιολογικών επιπτώσεων από την έκθεση σε Wi-Fi (56-59).

Λίγες μελέτες έχουν εξετάσει τον κίνδυνο καρκίνου σε παιδιά που ζουν κοντά σε σταθμούς βάσης κινητών τηλεφώνων ή πομπούς ραδιοφώνου ή τηλεόρασης. Καμία από τις μελέτες που υπολόγισαν τις εκθέσεις σε ατομικό επίπεδο δεν βρήκε αυξημένο κίνδυνο παιδιατρικών όγκων (60,61).

Τέλος, αρκετές μελέτες έχουν εξετάσει πιθανές συσχετίσεις μεταξύ της έκθεσης της μητέρας ή του πατέρα σε υψηλά επίπεδα μαγνητικών πεδίων πριν από τη σύλληψη ή/και κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης και του κινδύνου καρκίνου στα μελλοντικά παιδιά τους. Τα μέχρι σήμερα αποτελέσματα ήταν ασαφή. Αυτή η ερώτηση απαιτεί περαιτέρω αξιολόγηση (62,63).

Παράρτημα Πινάκων

Πίνακας 1

Είδος μελέτης	Συγγραφείς	Μελέτες που χρησιμοποιήθηκαν	Χρονική περίοδος	Μέθοδος	OR	CI(95%)
Μετα-ανάλυση	Angelillo, et al.	15 μελέτες (14 ασθενών – μαρτύρων 1 κοόρτης)	1966-1998	24 ωρη παρακολούθηση	1,46	(95%CI 1,05-2,04, P = 0,024)
Μετα-ανάλυση	Kheifets, et al.	7 μελέτες ασθενών – μαρτύρων (10.865 ασθενείς 12.853 μάρτυρες)	1997-2007	24 ωρη παρακολούθηση	1,07	(95% CI 0,81-1,41)
Συστηματική ανασκόπηση	Daniele Maria Pelissari , et al.	7 μελέτες ασθενών	1960-2004		2.83	(95% CI 0.83-9.62)

Πίνακας 2

Είδος μελέτης	συγγραφείς	Ηλικία δείγματος	Χρονική περίοδος	OR	CI(95%)
Ασθενών-Μαρτύρων (312 ασθενείς-603 μάρτυρες)	Michinori Kabuto1, et al.	0-15 ετών	1999-2001	2.6	(95% CI=0.76-8.6)
Μετα-ανάλυση	A Ahlbom1, et al		1990-1996	2,0	(95% CI=27-3,13)
Μετα-ανάλυση	Joach. Schuz1, et al.	0-16	1988-1996	1. 11	(95%CI= 0,91, 1,36)

Πίνακας 3

Είδος Μελέτης	Συγγραφείς	Θέμα μελέτης	Χώρα	Χρονική περίοδος	Μέγεθος δείγματος	Ηλικία δείγματος	OR	CI
Ασθενών - Μαρτύρων	Paul Elliot, , et. al]	Radiofrequency, exposure, pregnancy, childhood cancer	Μ. Βρετανία	1999 – 2001	6.985 παιδιά (1937 ασθενείς - 5588 μάρτυρες)	0-4	Καρκίνος εγκεφάλου & Κ.Ν.Σ OR=0,97 Λευχαιμία OR=1,16 Μη Hodgkin λέμφωμα OR=1,03	(95% CI 0,69 έως 1,37) (95% CI 0,90 έως 1,48) (95% CI 0,79 έως 1,34)
Ασθενών - Μαρτύρων	Preetha Rajaraman, , et. al.	Ultrasound scans, leukemia, lymphoma, central nervous system tumors	Μ. Βρετανία Ουαλία	1976 – 1996	7.818 παιδιά (2.960 ασθενείς - 4.858 μάρτυρες)	0-100 ημερών	Όλα τα είδη καρκίνου OR=1,14 Λευχαιμία OR=1,36 Λέμφωμα OR=5,14	(95% CI 0,90 έως 1,45) (95% CI 0,91 έως 2,02) (95% CI 1,27 έως 20,78)
Προοπτική - Μελέτη Κοόρτης	Joel G. Ray , et. al.]	Computed pregnancy tomography, radionuclide imaging, childhood cancer	Οντάριο – Καναδάς	1991 - 2008	5.590 mothers exposed 1830 mothers not exposed		4 παιδικοί καρκίνοι εμφανίστηκαν στην ομάδα που εκτέθηκε (1,13 ανά 10.000 ανθρωποέτη) και 2.539 καρκίνοι στην ομάδα που δεν εκτέθηκε (1,56 ανά 10.000 ανθρωποέτη)	HR =0,69 (95% CI 0,26–1,82)

Πίνακας 4

Είδος Μελέτης	Συγγραφείς	Θέμα Μελέτης	Χώρα	Χρονική Περίοδος	Μέγεθος δείγματος	RR	CI
Προοπτική	Gregory T. Armstrong, M, et al	radiation therapy, radiation exposure, survivors, long – term effects	Η.Π.Α & Καναδάς	1970 - 1986	> 14.000	Καρδιακός Θάνατος RR=3,3 Πνευμονικός Θάνατος RR=1,4	(95% CI 2,0 - 5,5) (95% CI 0,7 - 2,9)
Προοπτική	Parveen Bhatti, et. al.	radiotherapy, thyroid cancer, childhood cancer survivor	Η.Π.Α & Καναδάς	1970 - 1986	12.547	Καρκίνος Θυρεοειδούς RR=14,6	(95% CI 6.8 –31.5)

Πίνακας 5

Είδος μελέτης	Συγγραφείς	χώρα	Χρονική περίοδο	Μέγεθος δείγματος	Ηλικία δείγματος	OR	CI
Ασθενών - μαρτύρων	Denis Aydin, et al.	Δανία, Σουηδία, Νορβηγία, Ελβετία	2004-2008	352 ασθενείς 646 μάρτυρες	7-19 ετών	1,36	(95% CI 0,92-2,02)
Ασθενών - μαρτύρων	Lennart Hardel , et al	Σουηδία	2007-2009	593 ασθενείς 1368 μάρτυρες	15-20 ετών	1,8	(95% CI 1,04-3,3)
Ασθενών - μαρτύρων	G. Castano-Vinyals , et al.	Αυστραλία, Αυστρία, Καναδάς, Γαλλία, Γερμανία, Ελλάδα, Ινδία, Ισραήλ, Ιταλία, Ιαπωνία, Κορέα, Ολλανδία, Νέα Ζηλανδία, Ισπανία	2010-2015	899 ασθενείς 1910 μάρτυρες	10-24 ετών	0.85	(95% CI 0.62–1.18).

Πίνακας 6

Είδος μελέτης	Συγγραφείς	Θέμα μελέτης	Χώρα	Χρονική περίοδος	Μέγεθος δείγματος	Ηλικία δείγματος	OR	CI
Ασθενών-μαρτύρων	Mina Ha, et.al	Radio-frequency radiation exposure, AM radio transmitters childhood leukemia and brain cancer	Νότια Κορέα	1993-1999	1.928 ασθενείς 3.082 μάρτυρες	0-15 ετών	1,39	(95% CI 1,04-1,86)
Ασθενών μαρτύρων	Hiltrud Merzenich, et al	Childhood Leukemia , Radio Frequency Electromagnetic Fields in the Vicinity of TV and Radio Broadcast Transmitters	Δ. Γερμανία	1984-2003	1.959 ασθενείς 5.848 μάρτυρες	0-14	1.04	(95% CI 0.65-1.67)
Ασθενών μαρτύρων	Paul Elliott, et.al	Mobile phone base stations and early childhood cancers	Μ. Βρετάνια	1999-2003	1.397 ασθενείς 5.588 μάρτυρες	0-4	1.01	(95% CI 0.87 - 1.18)

Πίνακας 7

Είδος μελέτης	Συγγραφείς	Θέμα μελέτης	Χώρα	Χρονική περίοδος	Μέγεθος δείγματος	Ηλικία δείγματος	OR	CI
Ασθενών - Μαρτύρων	J Skinner, , et. al.	electric fields, childhood cancer, leukaemia	M. Βρετανία	1992 - 1996	926 παιδιά (473 ασθενείς – 453 μάρτυρες)	0-14	ΟΛΛ OR=1,31 Λευχαιμία OR=1,32 Κ.Ν.Σ OR= 2,12 Κακοήθειες (συνολικά) OR=1,26	(95% CI 0,68–2,54) (95% CI 0,73–2,39) (95% CI 0,78–5,78) (95% CI 0,77–2,07)
Ασθενών - Μαρτύρων	UK Childhood Cancer Study Investigators	Childhood cancer, gamma dose rate, radon interactions, acute lymphoblastic leukaemia, non-Hodgkin's lymphoma, central nervous system tumours	M. Βρετανία	1991 - 1994	11.467 παιδιά (3.838 ασθενείς - 7.629 μάρτυρες)	0 - 15	Όλοι οι τύποι καρκίνου OR=1,10	(95% CI 0.90 – 1.35)
Ασθενών - Μαρτύρων	Lois M. Green, Anthony, et. al.	childhood leukemia and residential exposure to magnetic fields	Καναδάς Southern Ontario	1985 - 1993	607 παιδιά (201 ασθενείς – 406 μάρτυρες)	0-14	Λευχαιμία OR= 3, 45	(95% CI = 1,14–10,45)

Βιβλιογραφία

1. **Habash RWY**. Electromagnetic Fields and Radiation: Human Bioeffects and Safety. 1st ed. Boca Raton: CRC Press; 2018.
2. **EETT**. Hellenic Communications and Post Commission. Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields [Internet]. [cited 2022 Apr 4]. Available from: https://www.eett.gr/opencms/opencms/EETT/Electronic_Communications/Antennas_EMR/health/Policies/InterLimits/index.html
3. **Karacam V, Onen A, Sanli A, Gurel D, Kargi A, Karapolat S, Ozdemir N**. Prevention of pleural adhesions using a membrane containing polyethylene glycol in rats. *Int J Med Sci*. 2011;8(5):380-386.
4. **EEAE**. Greek Atomic Energy Commission. Radiation all around us [Internet]. [cited 2022 Apr 4]. Available from: <https://eeae.gr/en/info-point/radiation/radiation-all-around-us>
5. **Ahlbom A, Day N, Feychting M, Roman E, Skinner J, Dockerty J, et al**. A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia. *Br J Cancer*. 2000;83(5):692-8.
6. **Nave R**. Electromagnetic spectrum. *HyperPhysics*, Georgia State University [Internet]. [cited 2023 Feb 4]. Available from: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/emwave.html>
7. **Juutilainen J, Höytö A, Kumlin T, Naarala J**. Review of possible modulation-dependent biological effects of radiofrequency fields. *Bioelectromagnetics*. 2011;32(7):511-534.
8. **Hauri DD, Huss A, Zimmermann F, Kuehni CE, Rösli M**. A prediction model for assessing residential radon concentration in Switzerland. *J Environ Radioact*. 2013;122:26-35.
9. **EETT**. Hellenic Communications and Post Commission. Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία και Κινητή Τηλεφωνία [Internet]. [cited 2022 Apr 4]. Available from: https://www.eett.gr/opencms/export/sites/default/admin/downloads/Informative_Documentation/hlktromagnitikh_Entypo_3.pdf
10. **International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection**. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and

- electromagnetic fields [Internet]. [cited 2022 Apr 6]. Available from: <https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf>
11. **National Institute of Environmental Health Sciences**. Electric & Magnetic Fields [Internet]. Durham (NC): NIEHS; 2022 Oct [cited 2023 Mar 9]. Available from: <https://niehs.nih.gov/health/top>
 12. **Hu C, et al**. Effects of radiofrequency electromagnetic radiation on neurotransmitters in the brain. *Front Public Health* [Internet]. 2021 [cited 2025 Mar 9]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>
 13. **BeStrong.org.gr**. Η ιστορία του καρκίνου. [BeStrong.org.gr](https://bestrong.org.gr); [cited 2023 Mar 9]. Available from: <https://bestrong.org.gr/el/cance>
 14. **National Cancer Institute (NCI)**. Electromagnetic Fields and Cancer [Internet]. [cited 2022 Apr 1]. Available from: <https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk/radiation/electromagnetic-fields-fact-sheet>
 15. **Lissauer T, Clayden G**. *Paediatrics*. Χρούσος Γ., Μετάφραση, 2η Έκδοση. Αθήνα: Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης; 2012.
 16. **Colby-Graham MF, Chordas C**. The childhood leukemias. *J Pediatr Nurs*. 2003;18(2):87-95.
 17. **Μοσχόβη Μ**. Σημειώσεις στο μάθημα: Προληπτική ιατρική σε κακοήθη νοσήματα της παιδικής ηλικίας. Εκδόσεις: Ιδίας; 2015.
 18. **Γομπάκης Ν**. *Κακοήθη Νοσήματα*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις University Studio Press; 1999.
 19. **Τζορτζάτου-Σταθοπούλου Φ**. *Παιδιατρική Ογκολογία*. 1η έκδ. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης; 1997.
 20. **Ματσανιώτης Ν, Καρπάθιος Θ, Νικολαΐδου-Καρπαθίου Π**. *Επίτομη Παιδιατρική*. Εκδόσεις Λίτσας; 2010.
 21. **World Health Organization, International Agency for Research on Cancer**. Non-ionizing radiation, Part 1: Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. *IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum*. 2002;80:1-395.
 22. **Σύλλογος Φλόγα – Γονείς παιδιών με νεοπλασματική ασθένεια**. Ο καρκίνος της παιδικής ηλικίας [Internet]. Available from: <https://floga.org.gr/enhmerwno>. Πρόσβαση στις 08 Μαρτίου 2022.
 23. **Angelillo IF, Villari P**. Residential exposure to electromagnetic fields and childhood leukaemia: a meta-analysis. *Br J Cancer*. 1999;77(11):906-15.

24. **Kheifets L, Ahlbom A, Crespi CM, Draper G, Hagihara J, Lowenthal R, et al.** Pooled analysis of recent studies on magnetic fields and childhood leukaemia. *Br J Cancer*. 2010 Sep 28;103(7):1128-35.
25. **Pelissari DM, Barbieri LE, Wünsch Filho V.** Magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children: a systematic review of case-control studies. *Rev Bras Epidemiol*. 2009;25 Suppl 3:S441-52.
26. **Kabuto M, Nitta H, Yamamoto S, Yamaguchi N, Akiba S, Honda Y, et al.** Childhood leukemia and magnetic fields in Japan: a case-control study of childhood leukemia and residential power-frequency magnetic fields in Japan. *Int J Cancer*. 2006 Aug 1;119(3):643-50.
27. **Ahlbom A, Day N, Feychting M, Roman E, Skinner J, Dockerty J, et al.** A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia. *Br J Cancer*. 2000 Sep;83(5):692-8.
28. **Schüz J, Svendsen AL, Linet MS, McBride ML, Roman E, Feychting M, et al.** Nighttime exposure to electromagnetic fields and childhood leukemia: an extended pooled analysis. *Am J Epidemiol*. 2007 Aug 1;166(3):263-9.
29. **Rajaraman P, Simpson J, Neta G, de Gonzalez AB, Ansell P, Linet MS, et al.** Early life exposure to diagnostic radiation and ultrasound scans and risk of childhood cancer: case-control study. *BMJ*. 2011;342:d472.
30. **Ray JG, Schull MJ, Urquia ML, You JJ, Guttmann A, Vermeulen MJ.** Major radiodiagnostic imaging in pregnancy and the risk of childhood malignancy: a population-based cohort study in Ontario. *PLoS Med*. 2010;7(9):e1000337.
31. **Elliott P, Toledano MB, Bennett J, et al.** Mobile phone base stations and early childhood cancers: case-control study. *BMJ*. 2010;340:c3077. doi: 10.1136/bmj.c3077.
32. **Armstrong GT, Stovall M, Robison LL.** Long-term effects of radiation exposure among adult survivors of childhood cancer: results from the childhood cancer survivor study. *Radiat Res*. 2010;174(6b):840-50.
33. **Bhatti P, Veiga LH, Ronckers CM, Sigurdson AJ, Stovall M, Smith SA, et al.** Risk of second primary thyroid cancer after radiotherapy for a childhood

- cancer in a large cohort study: an update from the childhood cancer survivor study. *Radiat Res.* 2010;174(6a):741-52.
34. **Aydin D, Feychting M, Schüz J, Tynes T, Andersen TV, Schmidt LS, et al.** Mobile phone use and brain tumors in children and adolescents: A multicenter case-control study. *Br J Cancer.* 2011 Aug 17;103(16):1264-76.
 35. **Hardell L, Carberg M, Söderqvist F, Hansson Mild K.** Case-control study of the association between malignant brain tumours diagnosed between 2007 and 2009 and mobile and cordless phone use. *Int J Oncol.* 2013 Dec;43(6):1833-45.
 36. **Castano-Vinyals G, Sadetzki S, Vermeulen R, Momoli F, Kundi M, Merletti F, et al.** Wireless phone use in childhood and adolescence and neuroepithelial brain tumours: Results from the international MOBI-Kids study. *Environ Int.* 2022 Feb;160:107069.
 37. **Ha M, Im H, Lee M, et al.** Radio-frequency radiation exposure from AM radio transmitters and childhood leukemia and brain cancer. *Am J Epidemiol.* 2007;166:Merzenich H, Schmiedel S, Bennack S, et al. Childhood leukemia in relation to radio frequency electromagnetic fields in the vicinity of TV and radio broadcast transmitters. *Am J Epidemiol.* 2008;168(10):1169-78.
 38. **Merzenich H, Schmiedel S, Bennack S, Brüggemeyer H, Philipp J, Blettner M, et al.** Childhood leukemia in relation to radio frequency electromagnetic fields in the vicinity of TV and radio broadcast transmitters. *Am J Epidemiol.* 2008 Jul;168(10):1169-78.
 39. **Elliott P, Toledano MB, Bennett J, et al.** Mobile phone base stations and early childhood cancers: case-control study. *BMJ.* 2010;340:c3077. doi: 10.1136/bmj.c3077.
 40. **Skinner J, Mee TJ, Blackwell RP, et al.** Exposure to power frequency electric fields and the risk of childhood cancer in the UK. *Br J Cancer.* 2002;87(11):1257-66.
 41. **UK Childhood Cancer Study Investigators.** The United Kingdom Childhood Cancer Study of exposure to domestic sources of ionizing radiation: 2. Gamma radiation. *Br J Cancer.* 2002;86(11):1727.
 42. **Green LM, Miller AB, Villeneuve PJ, Agnew DA, Greenberg ML, Li J, et al.** A case-control study of childhood leukemia in southern Ontario, Canada,

- and exposure to magnetic fields in residences. *Int J Cancer*. 1999;82(2):161-70.
43. **World Health Organization, International Agency for Research on Cancer.** Non-ionizing radiation, Part 1: Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. *IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum*. 2002;80:1-395
44. American Cancer Society. Types of Cancer that Develop in Children. [accessed 7 April 2022]. Available: <https://www.cancer.org/cancer/cancer-in-children/types-of-childhood-cancers.html>.
45. Ron E, Lubin JH, Shore RE, Mabuchi K, Modan B, Pottern LM, Schneider AB, Tucker MA, Boice JD Jr. Thyroid cancer after exposure to external radiation: a pooled analysis of seven studies. *Radiat Res*. 1995;141:259–277.
46. Sadetzki S, Chetrit A, Lubina A, Stovall M, Novikov I. Risk of thyroid cancer after childhood exposure to ionizing radiation for tinea capitis. *J Clin Endocrinol Metab*. 2006;91:4798–4804.
47. Wertheimer N, Leeper E. Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am J Epidemiol*. 1979;109(3):273-284.
48. Kleinerman RA, Kaune WT, Hatch EE, et al. Are children living near high-voltage power lines at increased risk of acute lymphoblastic leukemia? *Am J Epidemiol*. 2000;151(5):512-515.
49. Kroll ME, Swanson J, Vincent TJ, Draper GJ. Childhood cancer and magnetic fields from high-voltage power lines in England and Wales: A case–control study. *Br J Cancer*. 2010;103(7):1122-1127.
50. Mezei G, Gadallah M, Kheifets L. Residential magnetic field exposure and childhood brain cancer: A meta-analysis. *Epidemiology*. 2008;19(3):424-430.
51. Does M, Scélo G, Metayer C, et al. Exposure to electrical contact currents and the risk of childhood leukemia. *Radiat Res*. 2011;175(3):390-396.
52. Greenland S, Sheppard AR, Kaune WT, Poole C, Kelsh MA. A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia. *Epidemiology*. 2000;11(6):624-634.
53. Hatch EE, Linet MS, Kleinerman RA, et al. Association between childhood acute lymphoblastic leukemia and use of electrical appliances during pregnancy and childhood. *Epidemiology*. 1998;9(3):234-245.

54. Findlay RP, Dimbylow PJ. SAR in a child voxel phantom from exposure to wireless computer networks (Wi-Fi). *Phys Med Biol*. 2010;55(15):N405-11.
55. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. [Internet]. [accessed 12 April 2022]. Available from: <https://www.icnirp.org/en/about-icnirp/aim-status-history/index.html>
56. Peyman A, Khalid M, Calderon C, et al. Assessment of exposure to electromagnetic fields from wireless computer networks (Wi-Fi) in schools; results of laboratory measurements. *Health Phys*. 2011;100(6):594-612.
57. Public Health England. Wireless networks (Wi-Fi): radio waves and health. Guidance. Published November 1, 2013. Available from: <https://www.gov.uk/government/publications/wireless-networks-wi-fi-radio-waves-and-health/wi-fi-radio-waves-and-health>. (Accessed March 4, 2016).
58. Foster KR, Moulder JE. Wi-Fi and health: review of current status of research. *Health Phys*. 2013;105(6):561-75.
59. Infante-Rivard C, Deadman JE. Maternal occupational exposure to extremely low frequency magnetic fields during pregnancy and childhood leukemia. *Epidemiology*. 2003;14(4):437-441.
60. Hug K, Grize L, Seidler A, Kaatsch P, Schüz J. Parental occupational exposure to extremely low frequency magnetic fields and childhood cancer: A German case-control study. *Am J Epidemiol*. 2010;171(1):27-35.
61. Svendsen AL, Weikhopf T, Kaatsch P, Schüz J. Exposure to magnetic fields and survival after diagnosis of childhood leukemia: A German cohort study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2007;16(6):1167-1171.

62. Foliart DE, Pollock BH, Mezei G, et al. Magnetic field exposure and long-term survival among children with leukaemia. *Br J Cancer*. 2006;94(1):161-164.
63. Watt DG, McSorley ST, Park JH, Horgan PG, McMillan DC. A postoperative systemic inflammation score predicts short- and long-term outcomes in patients undergoing surgery for colorectal cancer. *Ann Surg Oncol*. 2017;24(4):1100-1109.

Περίληψη

Δεδομένης της σημαντικής αύξησης του αριθμού των παιδιών που διαγιγνώσκονται με διάφορες μορφές καρκίνου τα τελευταία χρόνια και η συσχέτιση αυτού με την εκπομπή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην καθημερινότητα του σύγχρονου ανθρώπου, παρουσιάζεται ένα αυξημένο ερευνητικό ενδιαφέρον σε αυτόν τον τομέα, ο οποίος χρησιμεύει ως βάση για αυτή τη μελέτη.

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται το ζήτημα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και του παιδικού καρκίνου.

Σαφώς, η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής δραστηριότητας των ανθρώπων και συναντάται τόσο σε ιατρικές υπηρεσίες όπως κάποιες διαγνωστικές εξετάσεις και η ακτινοθεραπεία, όσο και σε συσκευές που διευκολύνουν την ζωή των ανθρώπων, όπως το κινητό τηλέφωνο και άλλες οικιακές ηλεκτρικές συσκευές.

Πιο συγκεκριμένα, στην εν λόγω μελέτη της βιβλιογραφίας αναλύονται αρχικά οι διάφορες μορφές ακτινοβολίας, οι επιτρεπόμενες τιμές εκπομπής και οι επιπτώσεις της στον ανθρώπινο οργανισμό. Συγχρόνως, αξιοποιώντας την ανασκόπηση σύγχρονων βιβλιογραφικών πηγών από την διεθνή κυρίως επιστημονική κοινότητα, εξετάζεται η συσχέτιση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που εκπέμπεται στις εγκύους κατά τη διάρκεια των διαγνωστικών εξετάσεων, στην ακτινοθεραπεία, κατά τη χρήση κινητών και ασύρματων συσκευών, άλλων οικιακών συσκευών και στους σταθμούς βάσης κινητής και την εμφάνιση κάποιας μορφής παιδικού καρκίνου.

Η πρωτοτυπία της συγκεκριμένης μελέτης, έγκειται στο γεγονός, ότι σκοπεύει να αναδείξει και να καλύψει ορισμένα ερευνητικά κενά σχετικά κυρίως με την χρήση συσκευών που εκπέμπουν ακτινοβολία, όπως το κινητό τηλέφωνο, από παιδιά και από εφήβους, τα οποία αναδύονται μέσα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Συνοψίζοντας, θα ήταν πολύ ενδιαφέρον σε επόμενη έρευνα να μελετηθεί η επίπτωση την εκπομπής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας αθροιστικά, όταν δηλαδή γίνεται ταυτόχρονη χρήση πολλών συσκευών μαζί σε οικιακό περιβάλλον. Αντίστοιχα, χρήσιμη θα ήταν η περεταίρω διερεύνηση της επίπτωσης του ραδονίου στην υγεία των παιδιών και των εφήβων, καθώς πρόκειται για μια φυσική εκπομπή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που βρίσκεται στο υπέδαφος και διοχετεύεται εντός της οικίας μέσω των διαφόρων οικοδομικών υλικών.

Abstract

Due to the significant increase in the number of children diagnosed with various forms of cancer in recent years and the correlation of this with the emission of electromagnetic radiation in the daily life of modern people, there is an increased research interest in this area, which serves as the basis for this study.

This paper deals with the issue of electromagnetic radiation and childhood cancer.

Clearly, electromagnetic radiation is an integral part of people's daily activities. It is found both in medical services such as some diagnostic tests and radiation therapy, and in devices such as mobile phones and other household electrical appliances that make people's lives easier.

More specifically, in this particular study, the different forms of radiation, the permitted emission values and its effects on the human body are first analyzed. At the same time, using the review of modern literature sources from the international mainly scientific community, the correlation of the electromagnetic radiation emitted to pregnant women during diagnostic tests, in radiation therapy, during the use of mobile and wireless devices, other household devices and in base stations is examined, as well as the appearance of some form of childhood cancer.

The originality of this particular study lies in the fact that it intends to highlight and cover certain research gaps mainly related to the use of devices that emit radiation, such as mobile phones, by children and adolescents, which emerge through the literature review.

In summary, it would be very interesting in the next research to study the cumulative effect of the emission of electromagnetic radiation, when several devices are used simultaneously in a domestic environment. Accordingly, it would be useful to further investigate the impact of radon on the health of children and adolescents, as it is a natural emission of electromagnetic radiation.