



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ-ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΨΥΧΙΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΨΥΧΙΑΤΡΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ-ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΠΟΝΟΥ»
ΕΠΙΣΤ. ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ: Δ. ΔΑΜΙΓΟΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Η επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στον πόνο: Συστηματική ανασκόπηση

Σπουδάστρια:

Κανέλλου Βασιλική, Φυσικοθεραπεύτρια (Α.Μ. 66)

Επιβλέπων καθηγητής:

Δημολιάτης Ιωάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής Ιατρικής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Τριμελής Επιτροπή Αξιολόγησης:

Δαμίγος Δημήτριος, Επίκουρος Καθηγητής Ιατρικής Ψυχολογίας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Ευαγγέλου Άγγελος, Ομότιμος Καθηγητής Φυσιολογίας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Καλφακάκου Βασιλική, Καθηγήτρια Φυσιολογίας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Ιωάννινα, 2008

Ευχαριστίες

Μετά την περάτωση της παρούσας εργασίας, μου δίνεται η ευκαιρία να τονίσω, ότι είναι ιδιαίτερα επίπονο και κοπιαστικό για κάποιον, που στερείται χρόνου, λόγω υποχρεώσεων και έχει ελάχιστες γνώσεις περί στατιστικής και έρευνας, να διεκπεραιώσει και να ολοκληρώσει ένα έργο, τέτοιου επιπέδου και απαιτήσεων.

Για τον παραπάνω λόγο, οφείλω ένα θερμό ευχαριστώ στον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Ιωάννη Δημολιάτη, που στήριξε την προσπάθεια μου σε δύσκολες στιγμές, με καθοδήγησε με πολύ υπομονή και όρεξη και μου αφιέρωσε πολύ από τον πολύτιμό του χρόνο, προκειμένου να ολοκληρωθεί επιτυχώς η εργασία μου.

Παράλληλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους με βοήθησαν άμεσα ή έμμεσα για τη διεκπεραίωση αυτής, και ιδιαίτερα τον Δημήτριο Καλπαξή για την ανεξάντλητη υπομονή του και για την ψυχολογική του υποστήριξη, όποτε την είχα ανάγκη.

Τέλος ευχαριστώ την οικογένεια μου για την συμπαράσταση, την κατανόηση και την υπομονή της κατά την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μου. Είμαι ιδιαίτερα ευγνώμων για την προσφορά των γονιών μου, όλα αυτά τα χρόνια και για τις θυσίες που έχουν κάνει, ώστε να μου δώσουν την δυνατότητα να ασχοληθώ απερίσπαστα με την αναζήτηση της γνώσης.

Ιωάννινα, 2008

Βασιλική Κανέλλου

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	3
Μαγνητικά πεδία.....	4
Μεσαιωνικές Έρευνες: Ιατρικός Μαγνητισμός.....	5
Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία σε σχέση με τον καρκίνο	6
Βασικά χαρακτηριστικά και λειτουργίες των μαγνητών και της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στη θεραπεία.....	8
Μηχανισμοί δράσης των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων	10
Αλληλεπίδραση του ηλεκτρολυτικού συστήματος με τα μαγνητικά πεδία	11
Hall Effect	12
Σκοπός της μελέτης	15
Διατύπωση υποθέσεων	15
Διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων.....	16
Μεθοδολογία.....	17
Medline - Pubmed (www.pubmed.com).	17
Heal - Link.....	18
google scholar (http://www.google/scholar.gr)	19
Κριτήρια αποδοχής και αποκλεισμού	19
Κριτήρια αποδοχής.....	19
Κριτήρια αποκλεισμού.....	20
Συλλογή δεδομένων	20
Αξιολόγηση ποιότητας.....	21
Εξαγωγή δεδομένων.....	21
Περιγραφή μελετών.....	21
Τυχαιοποιημένη, διπλά τυφλή μελέτη, για την ανακούφιση του οξέως πόνου	21
Τυχαιοποιημένες μελέτες, για το μυοσκελετικό πόνο	22
Τυχαιοποιημένες, διπλά τυφλές μελέτες, για την οστεοαρθρίτιδα στο γόνατο	25
Τυχαιοποιημένη, διπλά τυφλή μελέτη, για την οστεοαρθρίτιδα στην Α.Μ.Σ.Σ.	27
Τυχαιοποιημένη, διπλά τυφλή μελέτη, για την αντιμετώπιση της οσφυαλγίας.....	28
Τυχαιοποιημένες, διπλά τυφλές μελέτες, για την αντιμετώπιση πόνων νευρολογικής φύσης	29
Παρενέργειες	31
Αποτελέσματα.....	32
Συζήτηση	39
Συμπέρασμα	44
Αναφορές.....	45
Παράρτημα	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

Εισαγωγή

Αν και τα βιολογικά αποτελέσματα της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας χαμηλής συχνότητας έχουν μελετηθεί από την εποχή του Παράκελσου, δεν υπάρχει ακόμα ομοφωνία για τον αν αυτά είναι σημαντικά για τη φυσιολογία του ανθρώπινου οργανισμού (*Macklis R M, 1993*).

Εντούτοις, τις τελευταίες δεκαετίες περισσότερο από το 40% των Αμερικανών χρησιμοποιεί την εναλλακτική θεραπεία (*Eisenberg DM et al., 1998*), αφού ποσοστό μεγαλύτερο από το 25% του πληθυσμού, στις βιομηχανικές χώρες της Ευρώπης και της Βόρειας Αμερικής, παρουσιάζει αλλεργικές αντιδράσεις (*Niederberger V et al., 2004*). Επομένως, θεωρείται ιδανικό να θεραπεύονται όλες οι οργανικές δυσλειτουργίες με μεθόδους, που στερούνται παρενεργειών και που δεν απαιτούν την εισαγωγή χημικών ουσιών ή ακτινοβολίας οποιουδήποτε είδους στον οργανισμό. Είναι γεγονός πως η κατάλληλη χρήση όλων των τύπων των φαρμάκων θα μείωνε αισθητά τον απαράδεκτο αριθμό των θανάτων στην ιατρική (που αναφέρονται να είναι περισσότεροι από 18.000 στα αυστραλιανά νοσοκομεία το 1992) (*Hart GK, 1999*), και των σοβαρών βλαβών σε μεγάλη μερίδα του πληθυσμού. Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία καθώς και οι υπόλοιπες φυσικές θεραπείες, τουλάχιστον δεν ευθύνονται για κανένα θάνατο (*Naessens G, 1991*). Κατά συνέπεια, πρόσφορο έδαφος σε αυτή την προσπάθεια βρήκε η χρήση των μαγνητών και της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας, δεδομένου ότι αποτελούν μη επεμβατική και αποτελεσματική, σε κάποιες περιπτώσεις, μέθοδο.

Για περισσότερο από 2000 χρόνια, εντυπωσίαζε η ιδιότητα του μαγνήτη να έλκει το σίδηρο. Οι αρχαίοι Έλληνες (2000 πΧ), χρησιμοποιούσαν το μαγνήτη ως καθαρτικό στη θεραπευτική διαδικασία (*Pastakia, 1978*). Αργότερα, βέβαια, ερευνούνταν και συζητιόνταν τα αποτελέσματα των μαγνητών και των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων χαμηλής συχνότητας στις βιολογικές διαδικασίες (*Michaelson SM, 1987; Mourino MR, 1991*).

Σύμφωνα με ένα θρύλο, που γεννήθηκε στη Mount Ida, (σήμερα περιοχή στην Τουρκία) το 1000 πΧ, ο όρος ‘μαγνήτης’ πιθανότατα προέρχεται από τον Μάγνη, ποιμένας, στην περιοχή αυτή. Σύμφωνα με το θρύλο, καθώς ο Μάγνης περπατούσε στην Τρόοδο της Μυσίας, περιοχή στη Mount Ida (σημερινή Τουρκία) η γη τον τράβηξε δυνατά προς τα κάτω από τις πρόκες των σανδαλιών του. Τότε έσκαψε στη γη προκειμένου να εξακριβώσει την προέλευση της μυστηριώδους έλξης, που δέχτηκε και τελικά ανακάλυψε τον μαγνητίτη (μαγνητικό οξείδιο του σιδήρου, Fe_3O_4) (*Mourino*

MR,1991). Στους αρχαίους ήταν γνωστά ως ‘Πέτρες του Ηρακλή’ (stone of Hercules), lodestones (‘μαγνητικοί βράχοι’), πέτρες που ζουν (lapis vivus), ‘μαγνητικός λίθος’.

Ο Πλάτων ισχυρίστηκε πως ο Ευριπίδης (480-406πΧ), ήταν ο πρώτος, που έπλασε τον όρο ‘μαγνήτης’ και που απέδωσε τη μαγνητική δύναμη σε ένα είδος μεταλλικής ψυχής μέσα στις πέτρες (Quinan JR, 1885). Ο Πλίνιος, κατέγραψε μερικά παραδείγματα της χρήσης του μαγνητίτη, όπως το σχέδιο του Μακεδόνα αρχιτέκτονα Δεινοκράτους, για το χτίσιμο ενός μεγάλου αγάλματος του Πτολεμαίου II της Αιγύπτου (Mourino MR., 1991).

Τα έργα των Chaucer, Bacon, και Shakespeare αναφέρουν τους μαγνήτες ως ‘adamants’ ή ‘adamaunds’, από το λατινικό ‘adamare’, που σημαίνει ‘να έλκομαι προς κάτι διαμέσου ενστικτώδους έλξης και αγάπης’ (Quinan JR., 1885).

Μαγνητικά πεδία

Οι μαγνήτες αποτελούν υλικά, που παράγουν ένα είδος ενέργειας το αποκαλούμενο μαγνητικό πεδίο. Η μαγνητική ενέργεια αφορά το πεδίο δύναμης ή την ενέργεια που παράγεται κοντά σε ένα μαγνήτη (Coghill R, 2000; Null G, 1998). Όλοι οι μαγνήτες διαθέτουν ως ιδιότητα την πολικότητα, δηλαδή την ελκτική μαγνητική δύναμη, που εμφανίζεται ισχυρότερη στα αντίθετα άκρα του μαγνήτη, τα οποία ονομάζονται βόρειος και νότιος πόλος. Ο βόρειος και ο νότιος πόλος προσελκύουν ο ένας τον άλλον, ενώ ο βόρειος με τον βόρειο και ο νότιος με τον νότιο πόλο απωθούνται. Αναντίρρητα, όλοι οι μαγνήτες προσελκύουν τον σίδηρο. Οι μαγνήτες είναι ποικίλοι και πιθανό να ασκούν διαφορετικές δυνάμεις ο καθένας, οι οποίες μετριοούνται συχνότερα σε μονάδες Gauss (G). Για λόγους σύγκρισης, η γη έχει ένα μαγνητικό πεδίο περίπου 0,5 G, οι μαγνήτες ψυγείων κυμαίνονται από 35 έως 200 G, οι μαγνήτες που πωλούνται για την αντιμετώπιση του πόνου είναι συνήθως 300 έως 5.000 G και οι MRIs (μηχανές απεικόνισης μαγνητικής αντήχησης – μαγνητικοί τομογράφοι) παράγουν μέχρι 200.000 G. (Ratterman R et al., 2002).

Η μαγνητοθεραπεία αποτελεί κομμάτι της σημερινής βιοηλεκτρικής τεχνολογίας και για να την προσεγγίσουμε είναι απαραίτητες κάποιες βασικές γνώσεις φυσικής, εμβιομηχανικής, βιολογίας και ιατρικής.

Πιο συγκεκριμένα, τα μαγνητικά πεδία ταξινομούνται αδρά σε δύο κατηγορίες (Baermann H. M., 1994):

- α) Τα ηλεκτρικά εναλλασσόμενα μαγνητικά πεδία (ηλεκτρομαγνητικά πεδία) και
- β) Τα στατικά μαγνητικά πεδία.

Ο όρος “ηλεκτρομαγνητικά πεδία (EMF)” αναφέρεται αόριστα όσον αφορά την ποικιλία των διάφορων ηλεκτρομαγνητικών πηγών ενέργειας (*RJ Grace, 2004; N Wertheimer & E Leeper, 1982*)

Στη φυσικοθεραπεία, τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία χρησιμοποιούνται κυρίως σε συχνότητες που δεν υπερβαίνουν 60 Hz, συνήθως, μεταξύ 1 και 10 Hz. Τα πεδία, αυτών των συχνοτήτων καλούνται χαμηλής συχνότητας ηλεκτρομαγνητικά πεδία και δημιουργούνται από τη συμβολή ενός μαγνητικού και ενός ηλεκτρικού πεδίου, που είναι κάθετα μεταξύ τους. Οι μορφές των μαγνητικών τους γραμμών είναι διαφορετικές, - καμπυλόγραμμες, ευθύγραμμες και κυκλικές (σχηματίζουν ομόκεντρους κύκλους)- (*Oersted, 1820*). Λόγω της δομής τους, η έκθεση του σώματος σε αυτά, στη μονάδα του χρόνου καθώς επίσης και στη δύναμη του μαγνητικού στοιχείου τους, είναι περιορισμένη (*Baermann H. M., 1994*).

Τα στατικά μαγνητικά πεδία υποδιαιρούνται στις ακόλουθες τέσσερις ομάδες:

- α) 0,45 - 10 Gauss
- β) 10 - 500 Gauss
- γ) 500 - 1000 Gauss
- δ) 1000 Gauss και περισσότερο

Τα στατικά μαγνητικά πεδία της ομάδας (α) είναι της τάξεως του φυσικού γεωμαγνητικού πεδίου και έχουν τόση ένταση, ώστε να επιδρούν στη φυσιολογία του ζώντα οργανισμού. Η ομάδα (β), περιλαμβάνει μαγνητικά πεδία από 10 Gauss μέχρι περίπου 500 Gauss, μεγέθη που χρησιμοποιούνται συνήθως για θεραπευτική επεξεργασία. Η εφαρμογή των στατικών μαγνητικών πεδίων με 500 Gauss και πάνω (ομάδα (γ)) δεν πρέπει να συστηθεί γενικά για φυσιοθεραπευτικές εφαρμογές στην κεφαλή. Υπάρχουν ιατρικά ιστορικά που αναφέρουν ότι τα άκρα των ασθενών τρέμουν μετά από λίγα λεπτά υποβολής των εγκεφάλων τους σε αυτά (*Baermann H. M., 1994*).

Μεσαιωνικές Έρευνες: Ιατρικός Μαγνητισμός

Ο Peter Peregrinus, το 1289, έγραψε το πρώτο μετακλασικό επιστημονικό έργο για το μαγνητισμό, περιγράφοντας με μεγάλη λεπτομέρεια τις αρχές της χρήσης της μαγνητικής πυξίδας (*Peregrinus P et al, 1289*). Οι μεσαιωνικοί συγγραφείς πίστευαν ότι οι μαγνήτες ήταν ικανοί να σύρουν ‘την καρδιά ενός άνδρα έξω από το σώμα του, χωρίς να προσβάλουν κάποιο άλλο τμήμα του’ και οι επιστήμονες πίστευαν ότι οι μαγνήτες ήταν τα αίτια και η θεραπεία για τη μελαγχολία (*Quinan JR., 1885*)

Οι μαγνητικές ‘θεραπείες’ για τις ασθένειες όπως η ουρική αρθρίτιδα, η αρθρίτιδα, η δηλητηρίαση και η φαλάκρα έχουν αναφερθεί σε πολλές μεσαιωνικές εργασίες (*Mourino MR., 1991*). Αρκετές σημαντικές έρευνες διεξήχθησαν το 16^ο και 17^ο αιώνα. Ο Σουηδός ιατρός, φιλόσοφος και αλχημιστής Παράκελσος (1493-1542) πίστευε ότι οι μαγνήτες έχουν ιατρικές ιδιότητες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη θεραπεία ασθενειών όπως η επιληψία, η διάρροια και αιμορραγία (*Armstrong D. et al, 1991; Mourino MR., 1991*).

Ο William Gilbert (1544-1603), ιατρός της βασίλισσας Ελισάβετ I, έγραψε το κλασικό κείμενο ‘De Magnete’ το 1600 (*Butterfield J., 1991*), περιγράφοντας τα εκατοντάδες λεπτομερή πειράματα στον ηλεκτρισμό και στο γήινο μαγνητισμό και απομυθοποιώντας πολλές ανώφελες ιατρικές χρήσεις του μαγνήτη. Ο Thomas Browne (1605-1682) συνέχισε αυτή την περιγραφή σε δημοφιλείς μαγνητικές θεραπείες, αναφέροντας ότι η υποτιθέμενη θεραπευτική τους δύναμη οφειλόταν σε βότανα και μεταλλικά στοιχεία (*Mourino MR., 1991*).

Το 17^ο αιώνα ο ιατρός Kirches (1602-1680) ανέπτυξε μια μαγνητική θεραπεία για τη ‘περισφυγμένη’ κήλη, στην οποία ο ασθενής πρώτα ταΐζόταν με ρινίσματα σιδήρου και έπειτα μέσω της εξωτερικής εφαρμογής ισχυρών μαγνητών το περισφυγμένο έντερο, απελευθερωνόταν από την περιβάλλουσα μυϊκή περιτονία (*Quinan JR., 1885*). Με ένα παρόμοιο τρόπο, οι μαγνήτες χρησιμοποιούνταν από τους αρχικούς οφθαλμίατρους, με σκοπό την αφαίρεση των σιδερένιων θραυσμάτων από τα μάτια των σιδηρουργών.

Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία σε σχέση με τον καρκίνο

Το ενδιαφέρον για τις επιδράσεις στην υγεία, των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων χαμηλής συχνότητας, αναζωπυρώθηκε από μια σειρά επιδημιολογικών μελετών, που εκπονήθηκαν κατά το τέλος της δεκαετίας του 70 και στις αρχές της δεκαετίας του 80 (*Jauchem JR, Merritt JH., 1991*). Ο Milham μελέτησε τη σχέση θανάτων από καρκίνο και επάγγελμα σε 438 000 ενήλικες λευκούς άνδρες, στην πολιτεία της Washington, την χρονική περίοδο 1950 μέχρι 1979 (*Milham S. 1982*). Από τις 11 επαγγελματικές ομάδες, που εκτέθηκαν σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία, περισσότερο από το μέσο όρο, οι 10 παρουσίασαν στατιστικά σημαντική σχέση όσον αφορά τη θνησιμότητα από τη λευχαιμία. Όμοια, η ομάδα των McDowall, Wright και των συνεργατών τους, απέδειξαν μικρή αλλά στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ της έκθεσης σε επαγγελματικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία και της λευχαιμογένεσης. Ωστόσο, η παραπάνω συσχέτιση δεν

επαληθεύτηκε σε πλήθος άλλων επιδημιολογικών ερευνών, που εξετάστηκαν (*Foster KR., 1992*).

Άλλες μελέτες σε ενήλικες, αναφέρουν τον αυξημένο κίνδυνο, που προκύπτει από την έκθεσή τους σε μαγνητικά πεδία στον επαγγελματικό τους χώρο, όσον αφορά τον καρκίνο του μαστού στους άνδρες, τις μη φυσιολογικές εγκυμοσύνες, τις χρωμοσωμικές ανωμαλίες, τις εκ γενετής παραμορφώσεις και αρκετούς άλλους κινδύνους για την υγεία (*Michaelson SM, 1987*). Ωστόσο, πολλές από αυτές τις μελέτες, που αφορούν τη σχέση της καρκινογένεσης και της έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο στον επαγγελματικό χώρο, έχουν κριθεί όσον αφορά τη βάση της μεθοδολογίας τους ή έχει αμφισβητηθεί η στατιστική σημαντικότητα τους. Πρέπει να ειπωθεί πως η ουσιαστική αύξηση των κινδύνων, που υπονομεύουν την υγεία και συνδυάζονται με την έκθεση των ενηλίκων, σε υψηλής συχνότητας ηλεκτρομαγνητικά πεδία, στον επαγγελματικό τους χώρο, ακόμα και αν επαληθεύεται, πιθανό να είναι ασήμαντη συγκρινόμενη με άλλους κινδύνους, που αφορούν την υγεία και που επικρατούν στη βιομηχανική κοινωνία (*Michaelson S, 1987; Florig H, 1992*).

Αντίθετα, οι μελέτες και τα δεδομένα για τις βιοεπιδράσεις των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στην παιδική ηλικία (όσον αφορά την καρκινογένεση) δεν απορρίπτονται τόσο εύκολα (*Shore RE. 1988*). Τα παιδιά, υποτίθεται πως εκτίθενται καθημερινά σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο στον οικιακό τους χώρο καθώς ένας αριθμός σημαντικών μελετών έχει καταγράψει μικρή αλλά κλινικά σημαντική στατιστικά σχέση μεταξύ του κινδύνου λευχαιμογένεσης και της καλωδιακής διαμόρφωσης του σπιτιού, που μεγαλώνει το παιδί (*Pool R, 1990*). Οι Wertheimer και Leeper (1979) σε μια μελέτη τους, απέδειξαν ότι τα παιδιά, που μεγαλώνουν σε σπίτια με υψηλή έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο, είχαν 2 με 3 φορές μεγαλύτερες πιθανότητες, να αναπτύξουν καρκίνο (κυρίως λευχαιμία, λέμφωμα και όγκους στον εγκέφαλο) σε σχέση με τα παιδιά, που ζουν σε σπίτια, που εκτίθονταν σε χαμηλής ακτινοβολίας ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Ωστόσο, η μελέτη αυτή κρίθηκε, όσον αφορά τη βάση του σχεδιασμού της, ο οποίος δεν ήταν τυφλός (unblinded). Ο Savitz και οι συνάδελφοί του (1988) διεξήγαν μία πιο αυστηρή case-control μελέτη, η οποία διαπραγματευόταν την έκθεση των παιδιών σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο και την ανάπτυξη καρκίνου σε αυτά, στην περιοχή του Denver από το 1976 μέχρι 1983. Ανέφεραν μικρότερη αλλά σημαντική στατιστικά αναλογία κινδύνου γύρω στο 1,5 για περιβάλλοντα, που εκτίθενται σε υψηλή ακτινοβολία ηλεκτρομαγνητικού πεδίου.

Άλλες μελέτες, επίσης, έχουν συμπεράνει ότι η έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο, υψηλής συχνότητας, στον οικιακό χώρο αυξάνει τις πιθανότητες, κατά 1,2 με 2 φορές επιπλέον, για την ανάπτυξη της παιδικής λευχαιμίας,. Βέβαια, στις περισσότερες μελέτες, τα διαστήματα εμπιστοσύνης προκύπτουν πολύ ευρέα, με αποτέλεσμα να μην επιτρέπουν την εξαγωγή συμπερασμάτων, για την παιδική λευχαιμογένεση (Foster KR, 1992). Όπως έχει σημειώσει ο Florig (1992), ακόμα και αν αυτός ο αυξημένος κίνδυνος της καρκινογένεσης είναι αληθινός, η θνησιμότητα από καρκίνο, που συσχετίζεται με την υψηλή έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο (υπολογίζεται σε 5 θανάτους ανά 100 000 πληθυσμό κάθε χρόνο) θα ήταν παρόμοια με άλλους γνωστούς καρκινογόνους κινδύνους, συμπεριλαμβανομένης και της ενδομήτριας έκθεσης σε διαγνωστικές ακτινογραφίες.

Ο Foster (1992) σχολίασε, ότι σε αντίθεση με τους περισσότερους γνωστούς παράγοντες κινδύνου, που προκαλούν καρκίνο (οι οποίοι είναι γνωστό ότι προκαλούν καταστροφή του DNA των κυττάρων), οι βιοεπιδράσεις των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων δεν είναι ακόμα επιστημονικώς τεκμηριωμένες, ώστε να θέσουν τη σαφή υπόθεση, που αφορά τη μοριακή καταστροφή και τη μεταγωγή του DNA των κυτταρικών μηχανισμών, από τα μαγνητικά πεδία. Η ανάλυση του κινδύνου των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων είναι ακόμα συνδεδεμένη περισσότερο με το επίπεδο των φαινομένων παρά με τη μοριακή ανάλυση. Ωστόσο, το γεγονός αυτό, δεν οφείλεται στο ότι δεν έχουν μελετηθεί οι βιοχημικές επιδράσεις, που προκαλεί η επίδραση των μαγνητικών πεδίων στους μηχανισμούς του κυττάρου. Οι γνωστοί μηχανισμοί κυτταρικού ελέγχου όπως είναι το σήμα από κύτταρο σε κύτταρο (Luben RA et al, 1982), η κυτταρική επικοινωνία μέσω πρωτεΐνης (Goodman R, Henderson AS, 1988), η ομοιόσταση ασβεστίου (Walleczek J, Liburdy RP, 1990), η λειτουργία αντιφλεγμονώδους και ανοσοποιητικού συστήματος (Mizushima Y et al, 1975) και η σύνθεση DNA (Liboff AR et al, 1984) επηρεάζονται σύμφωνα με τις αναφερθείσες μελέτες όταν εκτίθενται σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Όμως, οι περισσότερες από αυτές τις μελέτες βρίσκονται σε αρχικό στάδιο και δεν έχουν ακόμα επιβεβαιωθεί.

Βασικά χαρακτηριστικά και λειτουργίες των μαγνητών και της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στη θεραπεία

Οι βασικές αρχές της μαγνητικής ενέργειας διέπουν ακόμα και τα έμβια όντα και είναι απαραίτητες στην κλασική φυσική. Τα μαγνητικά πεδία καλύπτουν ευρύ φάσμα της ενέργειας, στην οποία ζούμε και υπάρχουμε, από το φως του ήλιου μέχρι τα χαμηλής έντασης γεωμαγνητικά πεδία, από και γύρω από τη γη (Zeydel EE, 1980; Marino AA,

1988; Coghill R, 2000). Η γη αποτελεί γιγαντιαίο μαγνήτη, με πόλους της το Βορρά και το Νότο και έχει πυκνότητα ροής 0.5 Gauss, σε 9.6Hz (R Coghill, 2000; Becker RO, 1985; Persinger MA, 1988; Grace RJ, 1992; Grace RJ, 1996).

Το ζωντανό σώμα αποτελεί σύνθεση τρισεκατομμυρίων κυττάρων. Τα κύτταρα είναι πολύπλοκες δομές, αποτελούμενες από διαφορετικά μόρια. Τα μόρια αυτά αποτελούνται με τη σειρά τους, από άτομα, τα οποία στη συνέχεια αποτελούνται και αυτά, από υποατομικές δομές γνωστές ως πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια. Τα θετικά φορτισμένα πρωτόνια και τα νετρόνια διαμορφώνουν τον πυρήνα γύρω από τον οποίο περιστρέφονται τα αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια. Τα ηλεκτρόνια έχουν περιγραφεί ως μικροσκοπικοί περιστρεφόμενοι μαγνήτες. (Pethig R, 1988; Charman RA, 1990).

Ο μαγνήτης αποτελείται από υλικό, που περιέχει μονήρη ηλεκτρόνια, τα οποία περιστρέφονται όλα στην ίδια κατεύθυνση και στον ίδιο άξονα. Τα τυχαία περιστρεφόμενα ηλεκτρόνια σε οποιοδήποτε αγωγίμο υλικό (είτε αυτό είναι ο σίδηρος είτε τα αγωγά νεύρα είτε το αίμα είτε τα υγρά στο σώμα μας), που μπαίνουν στο πεδίο της δύναμης κοντά και γύρω από ένα μαγνήτη, επηρεάζονται, περιστρέφονται ομώνυμα και στην ίδια κατεύθυνση με εκείνη των μαγνητικών γραμμών του μαγνήτη.

Στην περίπτωση των σωματικών κυττάρων, τα ηλεκτρόνια γύρω από τον πυρήνα των ατόμων και γενικότερα τα μόρια, επηρεάζονται, με αποτέλεσμα να επηρεάζεται και ολόκληρη η κυτταρική δομή, γεγονός που επιφέρει τον προσανατολισμό και την ευθυγράμμιση των μορίων από τη μαγνητική επαγωγή. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η βελτίωση της απορρόφησης του οξυγόνου από τους ιστούς, και κατ' επέκταση η μείωση του οιδήματος, της φλεγμονής, και του πόνου (Coghill R, 2000; Becker, 1988 Washnis & RZ Hricak, 1993).

Για τον πόνο συγκεκριμένα ισχύουν τα εξής: Έχει αποδειχθεί πως όταν ένα νεύρο διεγείρεται, μετατρέπεται σε δίπολο, που σημαίνει ότι τα θετικά φορτισμένα ιόντα στην εξωτερική στοιβάδα της κυτταρικής μεμβράνης του νευρώνα αλλάζουν θέση με τα αρνητικά φορτισμένα ιόντα εσωτερικά. Έτσι, η μεταφορά του πόνου επιτυγχάνεται με αυτή την ανταλλαγή των αρνητικών με τα θετικά ιόντα κατά μήκος του κεντρικού νευρικού συστήματος. Η τοποθέτηση ενός αρνητικά φορτισμένου μαγνητικού πεδίου κοντά στο νεύρο, που διεγείρεται, εμποδίζει την εσωτερική μετακίνηση των θετικών ιόντων, τα οποία με τη σειρά τους εμποδίζουν την ανταλλαγή τους με τα αρνητικά φορτισμένα ιόντα, με αποτέλεσμα το νευρικό κύτταρο να μην εκπολώνεται και συνεπώς να μειώνεται ή ακόμα και να σταματά η μεταφορά του επώδυνου μηνύματος (A1 Magnet Therapy, 1999).

Μηχανισμοί δράσης των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων

Είναι γεγονός πως έχουν διατυπωθεί αρκετές θεωρίες, που εξηγούν το πώς τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία προάγουν την ίαση και ανακουφίζουν τον πόνο. Κάποιες από αυτές παρατίθενται παρακάτω:

- “... η ηλεκτρομαγνητική ενέργεια ‘κατευθύνει’ τα ιόντα, τα μόρια, τις κυτταρικές μεμβράνες και πιθανόν και τα κύτταρα, με αποτέλεσμα να επιταχύνεται η φαγοκύτωση, η ενζυματική δραστηριότητα και η μεταφορά μακρομορίων και ιόντων κατά μήκος της κυτταρικής μεμβράνης” (Low J & Reed A, 1994)
- “η μερική μετατροπή της κυτταρικής μεμβράνης σε δίπολο, συχνά συνδυάζεται με την κυτταρική δυσλειτουργία και με τα ηλεκτρικά δυναμικά, που αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης της δυσλειτουργίας αυτής. Επίσης, το δυναμικό της μεμβράνης ‘εμπλέκεται’ στον έλεγχο της κυτταρικής διαίρεσης και επομένως στον έλεγχο της παραγωγής, της ανάπτυξης και της αποκατάστασης του κυττάρου. Έχει προταθεί πως το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο μπορεί να επηρεάσει τη ροή των ιόντων διαμέσου της κυτταρικής μεμβράνης και κατά συνέπεια να αποκαταστήσει το φυσιολογικό κυτταρικό δυναμικό σε κάποια κατεστραμμένα κύτταρα” (Low J & Reed A, 1994)
- “... τα κύτταρα μπορούν να απορροφούν ενέργεια από ταλαντωμένα ηλεκτρικά πεδία συγκεκριμένων συχνοτήτων και εύρους, με αποτέλεσμα να μετατρέπουν την ενέργεια αυτή σε χημική” (Low J & Reed A, 1994)
- “μια ακόμη ωφέλιμη επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων αποτελεί και η ήπια αύξηση της θερμοκρασίας των ιστών... Σε επίπεδο μικροσκοπίου η αύξηση αυτή της θερμοκρασίας μεταφράζεται ως κινητική ενέργεια των μικρών μορίων και πιθανόν να διαφέρει από σημείο σε σημείο. Έτσι το άθροισμα των μικρών ποσοτήτων ενέργειας στους ιστούς μπορεί να αυξήσει την τοπική μοριακή κίνηση” (Low J & Reed A, 1994)
- η θεραπεία με παλμικό, ηλεκτρομαγνητικό πεδίο “αποτελεί μορφή θεραπείας, που αφορά την καθοδήγηση των παλμικών μαγνητικών γραμμών στον τραυματισμένο ιστό. Κάθε μαγνητικός παλμός παράγει ένα μικρό ηλεκτρικό σήμα που διεγείρει την κυτταρική αποκατάσταση” (Hershler C, Sjaus A, 1999).
- τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία επιδρούν στο κατιόν σύστημα αναλγησίας, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η παραγωγή της β-ενδορφίνης, να υπερπολώνεται το κύτταρο στο

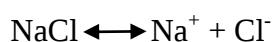
επίπεδο της τελικής κινητικής πλάκας και τελικά προκαλείται μυϊκή χάλαση (*Trock et al, 1994; Trock et al, 1993; Vallbona et al, 1999*).

- τα παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία, προκαλούν τροποποίηση του πόνου κατά τη μεταφορά του στον εγκέφαλο, μείωση της φλεγμονής και βελτίωση της ιστικής αποκατάστασης (*Basset, 1993; Basset, 1989; Markov & Colbert, 2000*)

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που διεξήχθησαν από το ίδρυμα πυρηνικής ιατρικής στη Γερμανία (Institute für Medizin, Kernforschungsanlage Jölich), ο Feinendegen και ο Mohlensiepen διαπίστωσαν ότι το κυτταρικό ένζυμο θυμιδίνη-κινάση (TdR-K) παρουσιάζει ευαισθησία όταν εκτίθεται σε στατικό μαγνητικό πεδίο. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν το 1987/88 με κύτταρα από το μυελό των οστών στα ποντίκια. Διαπιστώθηκε ότι όταν πολλά μικρά διαμαγνητικά μόρια είναι συνδεδεμένα σε μια υψηλότερη δομή, όπως συμβαίνει στις κυτταρικές μεμβράνες, που διαμορφώνονται στο υδάτινο περιβάλλον από τα διπλά στρώματα των λιπαρών οξέων (γνωστές ως μεμβράνες λιπιδίων), μπορούν να επηρεαστούν στην οργάνωση και στη λειτουργία τους, μόλις εκτεθούν σε μαγνητικό πεδίο μεγέθους, από 500 έως και 14.000 Gauss, ανάλογα πάντα με τη θερμοκρασία (*Feinendegen & Mohlensiepen, 1988; Feinendegen & Mohlensiepen, 1987*). Από τα χιλιάδες είδη ενζύμων σε ένα κύτταρο, η θυμιδίνη-κινάση (TdR-K), είναι αρμόδια για τη δέσμευση του φωσφορικού άλατος στη θυμιδίνη (TdR), νουκλεοσίδιο, που ενσωματώνεται στο DNA. Πρόσφατη ανακάλυψη δείχνει ότι τα ισχυρά μαγνητικά πεδία δεν ασκούν μόνο ηλεκτροδυναμική επίδραση, αφού είτε οι ηλεκτρολύτες κινούνται μέσα σε ένα σύστημα σταθερού μαγνητικού πεδίου είτε τα ηλεκτρικά ή μηχανικά παραγόμενα εναλλασσόμενα μαγνητικά πεδία ασκούν δυνάμεις στα ιόντα ή στις σιδηρομαγνητικές ουσίες.

Αλληλεπίδραση του ηλεκτρολυτικού συστήματος με τα μαγνητικά πεδία

Ολόκληρος ο οργανισμός αποτελεί ένα σύνθετο ηλεκτρολυτικό σύστημα. Το μεγαλύτερο μέρος του αποτελείται από νερό, στο οποίο διαλύονται τα διάφορα άλατα. Υπάρχουν "ελεύθερα" υγρά όπως το πλάσμα του αίματος, η λέμφος και το εγκεφαλονωτιαίο υγρό, στο νωτιαίο σύστημα. Άλλα, είναι συνδεδεμένα στα κύτταρα, όπως συμβαίνει με τα κύτταρα των νευρώνων. Το άλας που υπάρχει στα "ελεύθερα" υγρά συνήθως αποτελείται από χλωριούχο νάτριο, το οποίο διίσταται στο νερό.



Με ένα παρόμοιο τρόπο το κυτταρόπλασμα π.χ. των νευρώνων αποτελείται από το χλωριούχο κάλιο, που διίσταται και αυτό.



Τα διυστάμενα ιόντα Na^+ και Cl^- διαμορφώνουν ένα ηλεκτρικό αγωγό. Ο συγκεκριμένος, όπως κάθε άλλος αγωγός, έχει ηλεκτρική αντίσταση R (Ohm) όταν διαρρέεται από ένα οποιοδήποτε ηλεκτρικό ρεύμα I (Ampere) και στα άκρα του εφαρμόζεται μια ηλεκτρική τάση ή διαφορά δυναμικού V (Volt). Σύμφωνα με το νόμο του $\Omega\mu$, ισχύουν οι παρακάτω σχέσεις:

$$U = I \cdot R$$

$$Q = U \cdot I$$

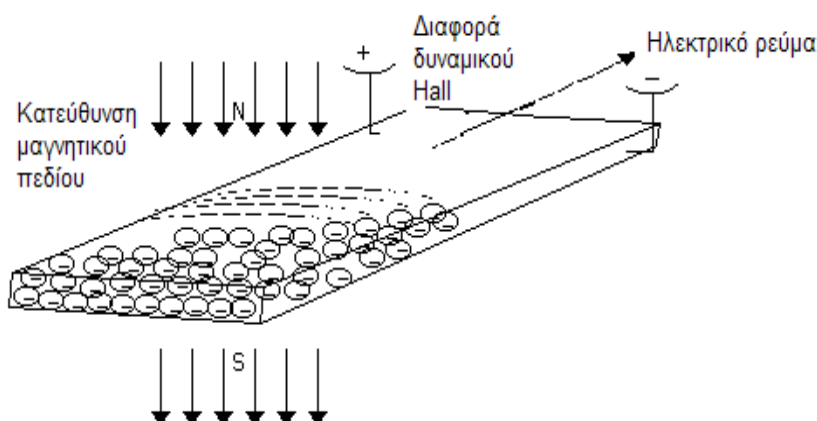
$$Q = I \cdot R \cdot I = I^2 \cdot R$$

$$f Q = I^2 \cdot R$$

Η θερμότητα Q , που αναμένεται να παραχθεί στους ιστούς είναι ανάλογη με το τετράγωνο του ηλεκτρικού ρεύματος, που διαρρέει τον αγωγό. Βέβαια, η υπόθεση πως η θερμότητα συγκεκριμένου μεγέθους, μπορεί να συσχετιστεί με την αγγειοδιαστολή, αποτελεί ακόμα και σήμερα αντικείμενο μελέτης (Kathleen B. et al, 2001).

Hall Effect

Όταν ένα μαγνητικό πεδίο εφαρμόζεται κάθετα σε έναν αγωγό, ο οποίος διαρρέεται από ρεύμα, τότε στα άκρα του αναπτύσσεται ηλεκτρική διαφορά δυναμικού, που ονομάζεται διαφορά δυναμικού Hall. Σε ορισμένα μέταλλα και μεταλλικά κράματα η κατεύθυνση των ηλεκτρονίων είναι κάθετη στην κατεύθυνση της ροής ηλεκτρικού ρεύματος και αυτή είναι επίσης κάθετη στις γραμμές του μαγνητικού πεδίου (σχήμα 1).

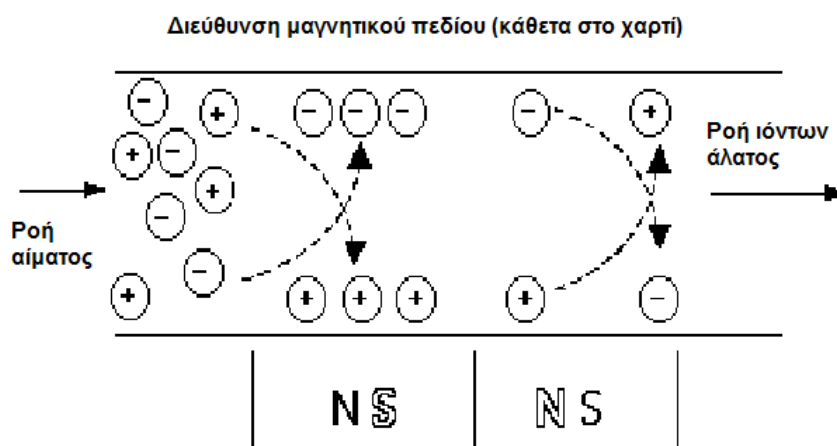


Σχήμα 1: Σχηματική απεικόνιση ενός αγωγίου, που βρίσκεται σε μαγνητικό πεδίο.

Το ηλεκτρικό ρεύμα στα μέταλλα έχει την κατεύθυνση της ροής των ηλεκτρονίων, αντίστοιχα στους ηλεκτρολύτες έχει την κατεύθυνση των ιόντων, όπως του Na^+ και του Cl^- . Βέβαια, λόγω του αντίθετου φορτίου των ιόντων, αυτά υφίστανται διάσπαση.

Η διαφορά δυναμικού Hall (U) είναι ευθέως ανάλογη ως προς τη δύναμη της μαγνητικής επαγωγής (B), την ποσότητα των ιόντων που διαρρέουν το αιμοφόρο αγγείο στη μονάδα του χρόνου και τον βαθμό της διάσπασης του άλατος.

Στα σχήματα 2 και 3 φαίνεται η κατεύθυνση της ροής των ιόντων να προσανατολίζεται ανάλογα με την παραγωγή του μαγνητικού πεδίου καθώς και να αντιστρέφεται όταν αντιστρέφεται η κατεύθυνση αυτού.



Σχήμα 2

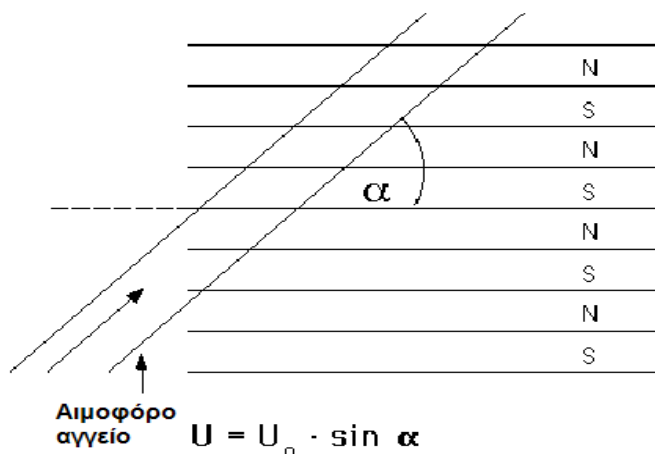


Σχήμα 3

Σχήματα 2&3: κατεύθυνση της ροής των ιόντων, σύμφωνα με τη διεύθυνση του μαγνητικού πεδίου

Σύμφωνα με τις εικόνες 2, & 3, η εφαρμογή των εναλλασσόμενων μαγνητικών πεδίων (ηλεκτρομαγνητικών πεδίων) δεν είναι τίποτα άλλο από ηλεκτρο-ερεθισμός. Εντούτοις, σύμφωνα με το σχήμα 4, τα αιμοφόρα αγγεία πρέπει να διασχίζουν τα

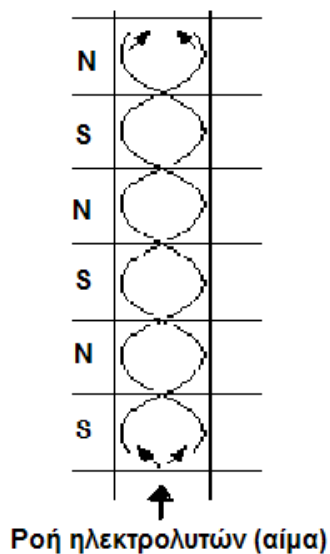
εναλλασσόμενα μαγνητικά πεδία διαγωνίως, με γωνία μεγαλύτερη των 0° , (κατά προτίμηση 90°) ώστε να αποφεύγεται ο στατικός ηλεκτρισμός. Ο ηλεκτρο-ερεθισμός έχει εισαχθεί ευρέως στη θεραπευτική, κυρίως για την αποκατάσταση των μυϊκών σπασμών, διαστρεμμάτων, συνδρόμων υπέρχρησης και για τη μείωση του πόνου, ενώ η χρήση του συνεχούς ρεύματος απεδείχθη επικίνδυνη για την υγεία, λόγω των ισχυρών καταλυτικών παρενεργειών του.



Σχήμα 4: εισαγωγή αιμοφόρου αγγείου σε μαγνητικό πεδίο

Στο σχήμα 5 παρουσιάζεται ένα αιμοφόρο αγγείο, που βρίσκεται κάθετα στις μαγνητικές γραμμές του εναλλασσόμενου μαγνητικού πεδίου (γωνία 90°).

**Αιμοφόρο αγγείο (βρίσκεται κάθετα στις
μαγνητικές γραμμές ηλεκτρομαγνητικού πεδίου)**



Σχήμα 5

Η μαγνητική ενέργεια ούτε είναι, ούτε προορίζεται για θεραπεία. Ωστόσο, επιτρέπει, βοηθά και ευοδώνει τις λειτουργίες του οργανισμού για αποκατάσταση (Coghill R, 2000; RO Becker, 1988; Washnis GJ & Hricak RZ, 1993).

Η μαγνητική ενέργεια είτε από τους στατικούς μαγνήτες είτε από την χαμηλής συχνότητας παλμική ηλεκτρομαγνητική ενέργεια αποκτά όλο και περισσότερο σημαντική θέση στη θεραπεία και στην πρόληψη, στη σύγχρονη ιατρική, μόνη της ή προσαρμοσμένη με άλλες μορφές θεραπείας. (Philpott WH, 1990)

Το όφελος του χαμηλού αναλογικά παράγοντα κινδύνου είναι τόσο μεγάλο που είναι δύσκολο να συγκριθεί ακόμη και με τη χημικά-βασισμένη φαρμακευτική προσέγγιση, που μπορεί συχνά να είναι αναγκαία, αλλά στις περισσότερες καταστάσεις μπορούν και οι δύο μέθοδοι να συγκεραστούν με συμπληρωματικό τρόπο ώστε να παρασχεθεί η καλύτερη έκβαση της υγείας. (Broeringmeyer R&M, 1987; Werbach MR, 1992). Επιπλέον, ο επαγγελματίας, που εφαρμόζει μαγνητικά πεδία για την αποκατάσταση καθώς και η σχετική βιομηχανία πρέπει να ενεργήσουν υπεύθυνα ώστε να μην υπερβάλλουν ή διαδίδουν αβάσιμες αξιώσεις πέρα από αυτό που μπορεί να αποδειχθεί στις κλινικές μελέτες. Για τους παραπάνω λόγους λοιπόν, γίνεται αναγκαία η μελέτη για το αν η εφαρμογή των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στη θεραπευτική προσέγγιση, είναι αποτελεσματική ή όχι.

Σκοπός της μελέτης

Σκοπός της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης αποτελεί η διερεύνηση της επίδρασης των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στον πόνο. Πιο συγκεκριμένα, θα αξιολογηθεί η τρέχουσα επιστημονική γνώση, που προκύπτει από τυχαιοποιημένες μελέτες, και αφορά την αποτελεσματικότητα των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στην αντιμετώπιση του πόνου (οξέως και χρόνιου), οποιασδήποτε αιτιολογίας.

Διατύπωση υποθέσεων

1. Η έκθεση της επώδυνης περιοχής σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο μπορεί να επιφέρει καταστολή του πόνου.
2. Οι παράμετροι του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου μπορούν να καθορίσουν το αναλγητικό αποτέλεσμα.

Διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων

1. Μπορεί η έκθεση της επώδυνης περιοχής, σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο να επηρεάσει την ένταση του πόνου, να τον καταστείλει και να επιφέρει αναλγησία;
2. Ποιες είναι οι παράμετροι που πρέπει να έχει ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο, ώστε να επιτευχθεί η αναλγησία;

Μεθοδολογία

Για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας, έγινε αναζήτηση των σχετικών άρθρων στη βάση δεδομένων Medline (pubmed), στο σύνδεσμο Ελληνικών Ακαδημαϊκών βιβλιοθηκών Heal Link καθώς και στο google scholar. Τα άρθρα που αναζητήθηκαν αποτελούσαν τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες RCTs, που αφορούσαν την επίδραση των μαγνητικών πεδίων στην ένταση του πόνου και χρονολογούνταν από το 1999 μέχρι και σήμερα (2008). Η αναζήτηση των σχετικών άρθρων επιτεύχθηκε με τη χρήση λέξεων κλειδιών. Στην αναζήτηση σχετικών άρθρων εφαρμόστηκε και η μέθοδος της χιονόμπαλας. Εξετάστηκαν προσεκτικά οι αναφορές σε κάθε άρθρο, που βρέθηκε, αφενός από τις τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες και αφετέρου από άλλες συστηματικές ανασκοπήσεις, σχετικές με το θέμα της παρούσας εργασίας καθώς επίσης και τα related articles των άρθρων αυτών. Από τις αναφορές των άρθρων, βρέθηκαν 5 που να πληρούν τα κριτήρια αποδοχής και αποκλεισμού της παρούσας μελέτης.

Medline - Pubmed (www.pubmed.com).

Η βάση δεδομένων του Medline επιλέχθηκε για την εγκυρότητα και την αξιοπιστία της όσον αφορά το επιστημονικό υλικό. Καταρχήν, χρησιμοποιήθηκαν οι γενικοί όροι του τίτλου, της παρούσας εργασίας. Ο αλγόριθμος ήταν: “Electromagnetic fields” AND “Pain” AND “Randomized Controlled Trial”[Publication Type] (Ιούνιος 2008). Η αναζήτηση με τον παραπάνω αλγόριθμο, ανέσυρε 47 άρθρα. Σε μια γρήγορη ματιά στις περιλήψεις τους, κατέληξα στο συμπέρασμα ότι η αναζήτηση αυτή ήταν ανακριβής, για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας. Συνεπώς, υπήρξε ανάγκη για την εύρεση ενός πιο εξειδικευμένου αλγόριθμου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε ο όρος MeSH. Η αναζήτηση των σχετικών άρθρων με τη χρήση του όρου MeSH, επιτεύχθηκε των λέξεων κλειδιών και των παραγώγων τους: “electromagnetics”, “electromagnetic fields”, “pain”, “analgesia”. Προκειμένου να βρεθεί ο καταλληλότερος αλγόριθμος οι όροι αυτοί συνδυάστηκαν μεταξύ τους με τους εξής τρόπους: α) ((“Electromagnetic fields”[Mesh] OR “Electromagnetics”[Mesh]) AND “Pain”[Mesh]) AND “Randomized Controlled Trial”[Publication Type] β) (“Electromagnetic fields”[Mesh] AND “Pain”[Mesh]) AND “Randomized Controlled Trial”[Publication Type] γ) ((“Electromagnetic fields”[Mesh] OR “Electromagnetics”[Mesh]) AND “analgesia”[Mesh]) AND “Randomized Controlled Trial”[Publication Type] δ). (“Electromagnetic fields”[Mesh] AND “analgesia”[Mesh]) AND “Randomized Controlled

Trial”[Publication Type]. Επιπλέον, τέθηκε περιορισμός, στα Limits του PubMed, όσον αφορά τη γλώσσα δημοσίευσης τους. Με αυτό τον τρόπο τα αποτελέσματα της αναζήτησης αποτελούνταν από μελέτες σε αγγλικά και ελληνικά.

Συγκεκριμένα, η χρήση των παραπάνω αλγορίθμων, στη βάση δεδομένων του PubMed, τον Ιούνιο του 2008, διεξήγαγε τα εξής αποτελέσματα:

α) (“Electromagnetic fields”[Mesh] OR “Electromagnetics”[Mesh]) AND “Pain”[Mesh]) AND “Randomized Controlled Trial”[Publication Type]

βρέθηκαν 33 άρθρα, από τα οποία λόγω των κριτηρίων αποκλεισμού, που τέθηκαν, απέρριψα τα 25.

β) (“Electromagnetic fields”[Mesh] AND “Pain”[Mesh]) AND “Randomized Controlled Trial”[Publication Type]

βρέθηκαν 25 άρθρα, από τα οποία απέκλεισα λόγω των κριτηρίων μου, τα 19.

γ) (“Electromagnetic fields”[Mesh] OR “Electromagnetics”[Mesh]) AND “analgesia”[Mesh]) AND “Randomized Controlled Trial”[Publication Type]

βρέθηκαν 5 άρθρα, από τα οποία απέρριψα τα 3 λόγω των κριτηρίων αποκλεισμού μου.

δ). (“Electromagnetic fields”[Mesh] AND “analgesia”[Mesh]) AND “Randomized Controlled Trial”[Publication Type]

βρέθηκαν 5 άρθρα, από τα οποία και λόγω των κριτηρίων μου αποκλεισμού απέρριψα τα 3.

Τελικά, όπως προκύπτει από τα παραπάνω, ο καταλληλότερος αλγόριθμος, που απέφερε τα περισσότερα αποτελέσματα (33) καθώς και συμπεριελάμβανε και όλα τα αποδεκτά για την παρούσα εργασία, αποτελέσματα των υπόλοιπων αλγορίθμων που δοκιμάστηκαν ήταν ο εξής: α) (“Electromagnetic fields”[Mesh] OR “Electromagnetics”[Mesh]) AND “Pain”[Mesh]) AND “Randomized Controlled Trial”[Publication Type].

Heal - Link

Ο σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών βιβλιοθηκών (Heal - Link) αποτέλεσε, επίσης, ένα σημαντικό εργαλείο στην αναζήτηση της σχετικής αρθρογραφίας. Άλλωστε, τα full text των άρθρων, που βρέθηκαν στο pubmed αναζητήθηκαν και βρέθηκαν με

ευκολία στο Heal – Link, σε συγκεκριμένες βιβλιοθήκες που διέθεταν πρόσβαση στο σύνδεσμο αυτό.

google scholar (<http://www.google/scholar.gr>)

Η μηχανή αναζήτησης google scholar χρησιμοποιήθηκε για το πλήθος των άρθρων που διαθέτει και την πρόσβαση, που παρέχει στα διάφορα Links των Related articles, τα οποία πιθανό να μην εμφανίζονται στο pubmed και να πληρούν τα κριτήρια αποδοχής στη μελέτη μου.

Για την αναζήτηση δοκιμάστηκε ο αλγόριθμος που έγινε αποδεκτός και στην αναζήτηση στο pubmed: “electromagnetic fields” OR “electromagnetics” AND “pain”. Τα αποτελέσματα αυτής της αναζήτησης ήταν 6.300 άρθρα. Το νούμερο ήταν πολύ μεγάλο, για τους σκοπούς που εξυπηρετούσε η συγκεκριμένη αναζήτηση, για αυτό και αποφάσισα να την εξειδικεύσω. Στον παραπάνω αλγόριθμο λοιπόν, πρόσθεσα και το: AND RCT* (δηλαδή “electromagnetic fields” OR “electromagnetics” AND “pain” AND RCT*). Το αποτέλεσμα της συγκεκριμένης αναζήτησης ήταν 144 άρθρα, νούμερο λογικό και επεξεργάσιμο. Η αναζήτηση αυτή πραγματοποιήθηκε τον Ιούνιο του 2008. Από τα 144 άρθρα έγιναν δεκτά 18, από τα οποία τα 16 είχαν ήδη βρεθεί από τη βάση δεδομένων του Medline (*pubmed*). Τα άλλα δυο, επίσης απερρίφθησαν, γιατί δεν πληρούσαν τα κριτήρια αποδοχής και αποκλεισμού της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης.

Κριτήρια αποδοχής και αποκλεισμού

Κριτήρια αποδοχής

- Όλες οι RCTs της τελευταίας 10ετίας
- Οι RCTs που μελετούν την επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στον πόνο – χρόνιο και μη-.
- Το δείγμα δεν έχει περιοριστεί. Μπορεί να περιέχει οποιοδήποτε φύλο, οποιασδήποτε ηλικίας.
- Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία μπορεί να είναι οποιασδήποτε έντασης, συχνότητας και είδους (π.χ. παλμικά).
- Δεν ορίστηκε συγκεκριμένη αιτιολογία πόνου.

- Οι μελέτες πρέπει να έχουν βαθμολογηθεί ως προς την ποιότητά τους, πάνω από 3 (≥ 3).
- Ο πόνος πρέπει να μετριέται με κάποιο εργαλείο μέτρησης του πόνου.

Κριτήρια αποκλεισμού

- Εξαιρούνται όλες οι μελέτες που δεν είναι RCTs.
- Οι μελέτες που έχουν ποιότητα κάτω από 3 απορρίπτονται.
- Εξαιρούνται οι μελέτες που αναφέρονται σε ζώα.
- Απορρίπτονται οι μελέτες, που αναφέρονται στο διακρανιακό μαγνητικό ερεθισμό.
- Απορρίπτονται οι μελέτες, που αναφέρονται σε φλεγμονώδεις παθήσεις των οστών και των αρθρώσεων (π.χ. ρευματοειδής αρθρίτιδα), στην ινομυαλγία και τέλος σε πολυσυστηματικές νόσους, όπως η σκλήρυνση κατά πλάκας.
- Εξαιρούνται όλες οι μελέτες που είναι γραμμένες σε άλλες γλώσσες πέρα της ελληνικής και της αγγλικής.
- Απορρίπτονται οι μελέτες που δεν μετρούν άμεσα τον πόνο αλλά έμμεσα (π.χ. μέσα από την ποιότητα ζωής).
- Οι μελέτες που αφορούσαν στατικά μαγνητικά πεδία απερρίφθησαν.
- Οι πιλοτικές μελέτες απερρίφθησαν.
- Βιβλία ή άρθρα

Συλλογή δεδομένων

Για την ανάλυση των δεδομένων της παρούσας μελέτης, συμπεριελήφθησαν μόνο οι τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες, που αφορούσαν την επίδραση του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου στον πόνο. Η ένταση του πόνου αποτέλεσε την ανεξάρτητη μεταβλητή. Δεν υπήρξε κανένας περιορισμός στην αιτιολογία πρόκλησης του πόνου, ούτε και στο φύλο ή την ηλικία των συμμετεχόντων. Επίσης, εξαιρέθηκαν όλες οι μελέτες που αφορούσαν ζώα, στατικά μαγνητικά πεδία και οι πιλοτικές μελέτες. Τέλος, εξαιρέθηκαν όλες οι έρευνες, που είχαν ποιότητα >3 , σύμφωνα με την κλίμακα του Jadad – 5 point

Oxford Scale (Jadad *et al*, 1996). Τα άρθρα, που χρησιμοποιήθηκαν ήταν της τελευταίας δεκαετίας και γραμμένα είτε στα ελληνικά είτε στα αγγλικά.

Αξιολόγηση ποιότητας.

Η ποιότητα της μεθοδολογίας των μελετών αξιολογήθηκε με την κλίμακα του Jadad - 5 point Oxford Scale (Jadad *et al*, 1996). Η κλίμακα του Jadad αποτελείται από 3 ενότητες, που βαθμολογούνται με 5 το μέγιστο και με 2 το ελάχιστο (για να μπορέσει μια μελέτη να χρησιμοποιηθεί). Συνολικά βρέθηκαν 13 μελέτες που να πληρούν τα ποιοτικά κριτήρια (≥ 3). Συγκεκριμένα σε 3 μελέτες (από τις 13) περιγράφηκαν αναλυτικά ο τρόπος της τυχαιοποίησης, της διπλά τυφλής μεθόδου και οι λόγοι αποχώρησης των ατόμων του δείγματος. Η μελέτες αυτές βαθμολογήθηκαν με 5. Επιπλέον, σε 5 μελέτες (από τις 13) περιγράφηκε αναλυτικά ο τρόπος της διπλά τυφλής μεθόδου και σε 9 (από τις 13) μελέτες γίνεται περιγραφή των λόγων αποχώρησης των ατόμων του δείγματος.

Εξαγωγή δεδομένων

Τα δεδομένα συγκεντρώθηκαν συστηματικά. Εξήχθησαν συμπεράσματα όσον αφορά το σχεδιασμό των ερευνών, την ποιότητά τους, το μέγεθος του δείγματος, τις παραμέτρους του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου, το χρόνο έκθεσης σε αυτό και τα αποτελέσματά τους.

Από την αναζήτηση στη βάση δεδομένων Medline, στο σύνδεσμο Ελληνικών Ακαδημαϊκών βιβλιοθηκών Heal link και στο google scholar βρέθηκαν 182 τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες (RCTs). Εξαιρέθηκαν 169 μελέτες λόγω των κριτηρίων αποκλεισμού που τέθηκαν στην αρχή. 8 μελέτες που είχαν συμπεριληφθεί σε προηγούμενες συστηματικές ανασκοπήσεις αποκλείστηκαν γιατί δεν πληρούσαν τα ποιοτικά κριτήρια. Κατά συνέπεια, 13 άρθρα βρέθηκαν, που να πληρούν τα κριτήρια αποδοχής και αποκλεισμού της παρούσας μελέτης. Όλες οι αποδεκτές μελέτες στην παρούσα εργασία χρησιμοποιούν κάποια κλίμακα μέτρησης του πόνου.

Περιγραφή μελετών

Τυχαιοποιημένη, διπλά τυφλή μελέτη, για την ανακούφιση του οξέως πόνου

Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία χρησιμοποιούνται ευρέως στην ιατρική, κυρίως για την αναγέννηση και την ανάπτυξη του οστίτη ιστού (Frykman *et al*, 1986; Heckman *et al*, 1981; Basset *et al*, 1977; Godley *et al*, 1997; Barker *et al*, 1984). Ωστόσο, ανεξάρτητα

από τον τρόπο, που αυτά χρησιμοποιούνται στη θεραπευτική, πάντα υπάρχει η ελπίδα της μείωσης του πόνου, είτε πρωτογενώς είτε δευτερογενώς (βελτιώνοντας απλά τη βλάβη του συστήματος που πάσχει). Βέβαια, η αρθρογραφία περιλαμβάνει αντικρουόμενες μελέτες που αφορούν τη δράση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στη μείωση του πόνου. Ο οξύς ή ο αλγαισθητικός πόνος μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ανεξάρτητες μεταβλητές, προκειμένου να καθοριστεί η ευαισθησία της ανταπόκρισης των κυττάρων από το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο (Kavaliers & Ossenkopp, 1991). Στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση γίνεται περιγραφή μιας μόνο μελέτης, που αφορά τη δράση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στον οξύ πόνο, αφού μόνο αυτή κρίθηκε κατάλληλη, σύμφωνα με τους όρους και τα κριτήρια αποκλεισμού μου. Η μελέτη αυτή ανήκει στην ομάδα του Fernandez.

Ο Fernandez και οι συνεργάτες του το 2007, εκπόνησαν μια μελέτη, που αφορούσε το αποτέλεσμα των παλμικών μαγνητικών πεδίων στον πόνο. Η μελέτη ήταν τυχαιοποιημένη, διπλά τυφλή και ο πόνος μετρήθηκε μέσω της οπτικής αναλογικής κλίμακας VAS. Δέκα υγιείς άνδρες εθελοντές, ηλικίας 18 με 40 ετών, χωρίστηκαν τυχαιοποιημένα σε δυο γκρουπ: το ενεργό (αυτό δηλαδή που θα δεχόταν τη θεραπεία με τα μαγνητικά) και στο placebo. Η πρόκληση του οξέος πόνου επιτεύχθηκε με την έγχυση 5% αλατόνευρου στον βραχιονοκερκιδικό μυ του ‘μη καλού’ άνω άκρου (Graven – Nielsen et al, 1997). Ο πόνος αξιολογήθηκε στα σε διαλείμματα των 15 δευτερολέπτων με την κλίμακα VAS. Οι παράμετροι του παλμικού ηλεκτρομαγνητικού πεδίου ήταν: ένταση: 600 Gauss, συχνότητα: 1,25 Hz, εύρος παλμού 3μs. Ο χρόνος έκθεσης στα μαγνητικά πεδία ή στα πεδία placebo: 30 λεπτά για τουλάχιστον μια εβδομάδα. Το αποτέλεσμα της μελέτης αυτής ήταν πως δεν υπήρξε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά, όσον αφορά τον πόνο, μεταξύ του ενεργού και του placebo γκρουπ.

Τυχαιοποιημένες μελέτες, για το μυοσκελετικό πόνο

Ο μυοσκελετικός πόνος αποτελεί τη συχνότερη αιτία πόνου. Συνήθως πρόκειται για χρόνιο πόνο και συχνά περιλαμβάνει χρόνια σύνδρομα, όπως το μυοπεριτοναϊκό σύνδρομο, το σύνδρομο υπακρωμιακής προστριβής κ.α. Ο πόνος του μυοπεριτοναϊκού συνδρόμου, προέρχεται τόσο από τους μύες όσο και από τις περιτονίες τους, για αυτό και ορίζεται ως μυοπεριτοναϊκό σύνδρομο. Το μυοπεριτοναϊκό σύνδρομο πόνου αποτελεί κοινή επώδυνη νευρομυϊκή ανωμαλία που προκαλείται από τα μυοπεριτοναϊκά σημεία πυροδότησης, τα οποία μπορούν να εμφανιστούν σε οποιοδήποτε σημείο του σώματος. Το ποσοστό εμφάνισης του μπορεί να κυμαίνεται από 30% έως 93% (Simons, 1996).

Το 2005, η Smania και οι συνεργάτες της, εκπόνησαν μια μελέτη, η οποία αφορούσε την απενεργοποίηση των μυοπεριτοναϊκών σημείων πυροδότησης πόνου, με τη χρήση του επαναλαμβανόμενου μαγνητικού ερεθισμού (ηλεκτρομαγνητικό πεδίο). Η συγκεκριμένη μελέτη ήταν απλά τυφλή και τυχαιοποιημένη. όσον αφορά την ποιότητα σχεδιασμού της μεθοδολογίας της βαθμολογήθηκε με τρία στα πέντε (oxford scale). Για την εξαγωγή των συμπερασμάτων συγκρίθηκαν τρία γκρουπ μεταξύ τους, το Placebo, το control και το ενεργό. Το δείγμα αποτελούταν από πενήντα τρία άτομα, τα οποία χωρίστηκαν στα γκρουπ ως εξής: το ενεργό γκρουπ αποτελούταν από δέκα επτά άτομα, τα οποία έλαβαν θεραπεία με επαναλαμβανόμενο μαγνητικό ερεθισμό. Οι παράμετροι και το είδος του μηχανήματος αναφέρονται παρακάτω. Το control γκρουπ, αποτελούταν από δέκα οχτώ άτομα, τα οποία δέχτηκαν θεραπεία με TENS. Οι παράμετροι του TENS ήταν οι εξής: συχνότητα 100Hz, εύρος παλμού 250μs, κυματομορφή ασύμμετρη, τετράγωνη, διφασική, ένταση <39mA. Το μηχανήμα ήταν το Phyaaction 787. Το placebo γκρουπ, περιελάμβανε και αυτό δέκα οχτώ άτομα, τα οποία δέχτηκαν placebo θεραπεία με υπερήχους. Βέβαια το μηχανήμα ήταν κλειστό. Ο μέσος όρος ηλικίας ήταν 36.47 έτη για το ενεργό γκρουπ, 44.61 έτη για το Placebo γκρουπ και 36.56 για το control γκρουπ. Το συμπέρασμα, από αυτή τη μελέτη ήταν το εξής: Ο συγκεκριμένος τρόπος θεραπείας (επαναλαμβανόμενος μαγνητικός ερεθισμός των μυοπεριτοναϊκών σημείων πυροδότησης πόνου) απεδείχθη στατιστικά σημαντικός με τη μείωση του πόνου και πάντα σε σύγκριση με το Placebo και το control γκρουπ (Smania et al, 2005). Η ομάδα της Smania προτίμησε να ασχοληθεί με το πιο επώδυνο και χρόνιο σημείο πυροδότησης στον τραπεζοειδή μυ. Το μηχανήμα, που παρήγαγε το επαναλαμβανόμενο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο ήταν το Magstim Super Rapid Stimulator (company Ltd, Whitland Wales UK). Οι παράμετροι του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου ήταν οι εξής: η συχνότητα ήταν 20Hz και η ένταση του πεδίου 4000Gauss. Ο χρόνος έκθεσης στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο ήταν 20 λεπτά η κάθε συνεδρία, στην οποία η διάρκεια το πεδίου ήταν 5sec, και το διαδεχόταν παύση 25sec. Ο κύκλος αυτός επαναλαμβανόταν μέχρι να ολοκληρωθούν τα 20 λεπτά. Και τα τρία γκρουπ, δέχτηκαν την κάθε παρέμβαση για δέκα συνεδρίες (πέντε ημέρες την εβδομάδα, για δυο συνεχόμενες εβδομάδες) και η διάρκεια της κάθε συνεδρίας διαρκούσε είκοσι λεπτά. Ο πόνος μετρήθηκε μέσω της κλίμακας “neck pain and disability visual analogue scale” (NPDVAS), του αλγομέτρου και της αξιολόγησης του πόνου μέσω της ψηλάφησης.

Επίσης, ο Thomas και οι συνεργάτες του το 2007, εκπόνησαν μια διπλά τυφλή, τυχαιοποιημένη μελέτη, με θέμα την επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων χαμηλής

συχνότητας στο μυοσκελετικό πόνο. Η μελέτη είχε δείγμα τριάντα δυο ασθενείς με μυοσκελετικό εντοπισμένο πόνο, μέσου όρου ηλικίας 54 ετών. Οι ασθενείς αυτοί, χωρίστηκαν σε δυο γκρουπ. Το πρώτο γκρουπ αποτελούταν από 15 άτομα και δέχτηκε θεραπεία με ηλεκτρομαγνητικό πεδίο χαμηλής συχνότητας, παραμέτρων: συχνότητα: 1000Hz ή και μικρότερη και ένταση 400μT. Το δεύτερο συμπεριελάμβανε και 17 άτομα και αποτελούσε το placebo γκρουπ, το οποίο λάμβανε placebo θεραπεία από το ίδιο μηχάνημα ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, που εφαρμόστηκε στο ενεργό γκρουπ, μόνο που στην περίπτωση αυτή, η συσκευή δε λειτουργούσε. Το μηχάνημα που παρήγαγε το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο προσαρμοζόταν με ακουστικά στο κεφάλι. Για τα συμπεράσματα συγκρίθηκαν τα δυο γκρουπ μεταξύ τους. Η θεραπεία και για το placebo γκρουπ διήρκεσε 40 λεπτά, δυο φορές την ημέρα για μια εβδομάδα. Ο πόνος μετρήθηκε με την κλίμακα VAS. Το συμπέρασμα που διεξήχθη από αυτή τη μελέτη ήταν ότι η θεραπεία του εντοπισμένου μυοσκελετικού πόνου με ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας, δεν απεδείχθη στατιστικά σημαντική με τη μείωση του πόνου, πάντα σε σύγκριση με το placebo γκρουπ (*Thomas et al., 2007*).

Το υπακρωμιακό σύνδρομο προστριβής αποτελεί μια από τις πιο κοινές παθολογίες της ωμικής ζώνης, που συνοδεύεται από πόνο και δυσλειτουργία κατά την κάμψη ή την απαγωγή του ώμου (επώδυνο τόξο) (*Lewis JS et al, 2005*).

Ο Aktas και οι συνεργάτες του, το 2007 εκπόνησαν μια μελέτη, η οποία αφορούσε τη θεραπεία του συνδρόμου υπακρωμιακής προστριβής με τη χρήση των παλμικών ηλεκτρομαγνητικών πεδίων. Η συγκεκριμένη μελέτη ήταν διπλά τυφλή και τυχαιοποιημένη. Για την εξαγωγή των συμπερασμάτων συγκρίθηκαν δυο γκρουπ μεταξύ τους, το Placebo και το ενεργό. Το δείγμα αποτελούταν από σαράντα έξι ασθενείς. Ο μέσος όρος ηλικίας ήταν 48.7 ± 9 έτη για το ενεργό γκρουπ και 53.9 ± 11.2 έτη για το Placebo γκρουπ. Το συμπέρασμα, από αυτή τη μελέτη αντιτίθεται στη μελέτη της ομάδας της Smania (2005) και συμφωνεί με τη μελέτη της ομάδας του Thomas (2007). Το συμπέρασμα της ομάδας του Aktas ήταν το εξής: Η θεραπεία του συνδρόμου υπακρωμιακής προστριβής, με παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία δεν απεδείχθη στατιστικά σημαντική με τη μείωση του πόνου και την αύξηση της λειτουργικότητας και πάντα σε σύγκριση με το Placebo γκρουπ (*Aktas et al, 2007*). Το μηχάνημα, που παρήγαγε τα παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία ήταν το MG/3P (κατασκευασμένο από την Eletromed, στην Ιταλία). Οι παράμετροι του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου ήταν οι εξής: η ισχύς του μαγνητικού πεδίου ήταν 30G και η συχνότητα 50Hz. Ο χρόνος έκθεσης στα

ηλεκτρομαγνητικά πεδία ήταν 25 λεπτά, για 5 συνεδρίες την εβδομάδα, για 3 εβδομάδες. Ο πόνος μετρήθηκε μέσω της κλίμακας VAS.

Τυχαιοποιημένες, διπλά τυφλές μελέτες, για την οστεοαρθρίτιδα στο γόνατο

Η οστεοαρθρίτιδα αποτελεί μείζων πρόβλημα υγείας του 60% των ενηλίκων του δυτικού κόσμου, ηλικίας από 65 ετών και άνω (Spector & Hart, 1992; Woolf & Pfleger, 2003). Η άρθρωση, που προσβάλλεται συχνότερα είναι το γόνατο και η κλινική εικόνα των ασθενών είναι πόνος, παραμόρφωση, φλεγμονή, δυσκαμψία και μυϊκή ατροφία (Marks et al, 1999). Τα τελευταία χρόνια η θεραπεία της οστεοαρθρίτιδας έχει αρχίσει να ξεφεύγει από τις φαρμακευτικές μεθόδους, οι οποίες έχουν αποδειχθεί επιζήμιες λόγω των παρενεργειών τους και ανεπαρκείς λόγω της μη αποτελεσματικής τους δράσης, και να στρέφεται σε άλλες, εναλλακτικές θεραπείες, λιγότερο επιζήμιες.

Όσον αφορά τον πόνο στις αρθρώσεις και τα μαγνητικά πεδία, έχουν εκπονηθεί ποικίλες έρευνες. Το 2005, η ομάδα του Thamsborg δε βρήκε καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της μείωσης του πόνου και της θεραπείας με παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Η μοναδική στατιστικά σημαντική συσχέτιση, που προέκυψε από αυτή τη μελέτη, ήταν ότι σε ασθενείς ηλικίας άνω των 65 ετών, η θεραπεία με παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία διευκόλυνε τη δυσκαμψία (Thamsborg et al, 2005). Η μελέτη ήταν διπλά τυφλή, τυχαιοποιημένη με 2 παράλληλα γκρουπ (ενεργό και Placebo). Ο Thamsborg και οι συνεργάτες του, μελέτησαν την επίδραση των παλμικών ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στη θεραπεία της οστεοαρθρίτιδας του γόνατος. Συνεπώς, συγκέντρωσαν ένα δείγμα 83 ασθενών, το οποίο και διαχώρισαν τυχαιοποιημένα στο ενεργό και το placebo γκρουπ. Ο μέσος όρος ηλικίας του δείγματος ήταν 60,4 έτη για το ενεργό γκρουπ και 59,6 έτη για το Placebo γκρουπ. Οι παράμετροι του παλμικού ηλεκτρομαγνητικού πεδίου ήταν οι εξής: Το δυναμικό ανά εκατοστό του ηλεκτροδίου κυμαινόταν από 1 -100 mV/cm, το δυναμικό της πηγής έπαιρνε τις τιμές από -50V μέχρι +50V. Η συχνότητα του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου ήταν 50Hz και η πολικότητα άλλαζε κάθε 3ms. Ο χρόνος έκθεσης στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο ήταν 2 ώρες, κάθε 5 με 7 μέρες ανάλογα με τον ασθενή. Η θεραπεία διήρκεσε 6 εβδομάδες. Ο πόνος μετρήθηκε μέσω της κλίμακας WOMAX index και η στατιστική ανάλυση έγινε μέσω της μεθόδου ANOVA.

Επιπλέον, ο Callaghan και οι συνεργάτες του το 2005, εκπόνησαν μια διπλά τυφλή, τυχαιοποιημένη μελέτη, με θέμα την επίδραση των παλμικών βραχέων κυμάτων (μορφή μαγνητικής ενέργειας) στην οστεοαρθρίτιδα του γόνατος. Ο Callaghan και οι

συνεργάτες του χρησιμοποίησαν για τη μελέτη αυτή, τη μέθοδο του λευκοσπινθηρογραφήματος, με σκιαγραφική ουσία. Η μελέτη είχε δείγμα είκοσι επτά ασθενείς με οστεοαρθρίτιδα στο γόνατο, ηλικίας μεγαλύτερης των 65 ετών. Οι ασθενείς αυτοί, χωρίστηκαν σε τρία γκρουπ. Το πρώτο γκρουπ αποτελούταν από 9 άτομα και δέχτηκε θεραπεία με μαγνητικό πεδίο υψηλής συχνότητας, παραμέτρων: συχνότητα: 27MHz, δόση: 200μs και 400 παλμούς ανά δευτερόλεπτο, με ισχύς εξόδου 10W (ενεργό γκρουπ). Το δεύτερο συμπεριελάμβανε και αυτό 9 άτομα, στα οποία εφαρμόστηκε θεραπεία με παλμικά βραχέα κύματα παραμέτρων: συχνότητα: 27MHz, δόση: 400μs και 400 παλμούς ανά δευτερόλεπτο, με ισχύς εξόδου 10W (control γκρουπ). Το τρίτο γκρουπ ήταν το placebo. Αποτελούταν και αυτό από 9 άτομα, τα οποία λάμβαναν placebo θεραπεία από το ίδιο μηχάνημα ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, που εφαρμόστηκε στο ενεργό γκρουπ, μόνο που σε αυτή την περίπτωση αυτό δε λειτουργούσε. Το μηχάνημα που παρήγαγε το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο ήταν το EMS Ltd., UK. Τα 9 άτομα του τρίτου γκρουπ δέχτηκαν θεραπεία placebo. Για τα συμπεράσματα συγκρίθηκαν τα τρία γκρουπ μεταξύ τους. Η θεραπεία και για το placebo γκρουπ διήρκεσε 20 λεπτά. Πραγματοποιήθηκαν 6 συνεδρίες για 2 εβδομάδες. Ο πόνος μετρήθηκε με την κλίμακα VAS. Το συμπέρασμα που διεξήχθη από αυτή τη μελέτη ήταν ότι η θεραπεία στην οστεοαρθρίτιδα του γόνατος με παλμικά βραχέα κύματα (ηλεκτρομαγνητικά κύματα) δεν απεδείχθη στατιστικά σημαντική με τη μείωση του πόνου και της φλεγμονής, πάντα σε σύγκριση με το placebo γκρουπ (*Callaghan et al., 2005*).

Το 2001 ο Pipitone και ο Scott κατέληξαν στα ίδια συμπεράσματα με τις ομάδες των δυο προαναφερθέντων συγγραφέων (*Thamsborg et al, 2005; Callaghan et al., 2005*). Το συμπέρασμα των Pipitone και Scott, που προέκυψε από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων τους ήταν το εξής: Τα παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία, (των παραμέτρων που δοκίμασαν) δε βοηθούν στην αντιμετώπιση του πόνου της οστεοαρθρίτιδας και της δυσλειτουργίας στο γόνατο σε σύγκριση με το placebo γκρουπ καθώς απέδειξαν πως οι σχέσεις αυτές δεν είναι στατιστικά σημαντικές (*Pipitone & Scott, 2001*). Η μελέτη που εκπόνησαν ήταν διπλά τυφλή, τυχαιοποιημένη με δυο παράλληλα γκρουπ, το ενεργό και το placebo. Το δείγμα αποτελούνταν από 69 ασθενείς με οστεοαρθρίτιδα στο γόνατο. Ο μέσος όρος ηλικίας του δείγματος ήταν 62 έτη για το ενεργό γκρουπ και 64 έτη για το Placebo γκρουπ. Η συσκευή, που παρήγαγε το παλμικό ηλεκτρομαγνητικό πεδίο ήταν μια μονοπολική μαγνητική συσκευή (Medicur). Οι παράμετροι του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου ήταν οι εξής: η έντασή του ήταν μικρότερη από τα 0,5 Gauss, η συχνότητα μπορούσε να επιλεγεί ανάμεσα στις συχνότητες των 3, 7.8 και 20Hz, ανάλογα με τη

χρονική στιγμή της ημέρας (7.8 Hz για το πρωί και 3Hz για το απόγευμα) το εύρος του παλμού ήταν 1μs, ενώ ο χρόνος μεταξύ δυο παλμών 10μs. Ο χρόνος έκθεσης στο δείγματος στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία ήταν 10 λεπτά, 3 φορές την ημέρα, για 6 εβδομάδες. Ο πόνος μετρήθηκε με τις κλίμακες VAS, Likert, με μια αυθαίρετη περιγραφική κλίμακα και με την κλίμακα WOMAC. Βέβαια χρησιμοποιήθηκαν και άλλες κλίμακες αξιολόγησης της ποιότητας ζωής.

Τέλος, ο Jacobson και οι συνεργάτες του, το 2001 εκπόνησαν μια μελέτη, η οποία αφορούσε τη θεραπεία του οστεοαρθρικού γόνατος με τη χρήση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, χαμηλού εύρους και χαμηλής συχνότητας. Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης αντιτίθενται στα αποτελέσματα των τριών προηγούμενων ερευνητών. Το συμπέρασμα της ήταν το εξής: Ο συγκεκριμένος τρόπος θεραπείας (με ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλού εύρους και χαμηλής συχνότητας) απεδείχθη στατιστικά σημαντικός με τη μείωση του πόνου και πάντα σε σύγκριση με το γκρουπ (Jacobson et al, 2001). Το Placebo γκρουπ, έκανε ό, τι και το ενεργό γκρουπ, μόνο που η συσκευή των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων δε λειτουργούσε. Η συγκεκριμένη μελέτη ήταν διπλά τυφλή και τυχαιοποιημένη. Για την εξαγωγή των συμπερασμάτων συγκρίθηκαν δυο γκρουπ μεταξύ τους, το Placebo και το ενεργό. Το δείγμα αποτελούταν από 176 ασθενείς.. Το μηχάνημα, που παρήγαγε τα παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία ήταν το Hewlett Packard 3325A synthesizer-function generator και χρησιμοποιούσε ηλεκτρόδια τύπου Helmholtz (46 εκ. διάμετρο). Η ένταση του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου κυμαινόταν από 2.74×10^{-7} μέχρι 3.4×10^{-8} G και η συχνότητά του από 7.7 μέχρι και 0.976Hz. Ο χρόνος έκθεσης στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία ήταν 48 λεπτά, για 8 συνεδρίες, για 2 εβδομάδες. Ο πόνος μετρήθηκε με μια κλίμακα από το ένα μέχρι το δέκα.

Τυχαιοποιημένη, διπλά τυφλή μελέτη, για την οστεοαρθρίτιδα στην Α.Μ.Σ.Σ.

Το 2006, ο Sutbeyaz οι συνεργάτες του, μελέτησαν την επίδραση των παλμικών ηλεκτρομαγνητικών πεδίων για τη θεραπεία της αυχενικής οστεοαρθρίτιδας. Η μελέτη ήταν τυχαιοποιημένη και διπλά τυφλή. Τριάντα δυο ασθενείς, ταξινομήθηκαν σε δυο γκρουπ, με τυχαιοποιημένη μέθοδο. Η μέθοδος αυτή, περιγράφεται με σαφήνεια στη μελέτη. Το ένα γκρουπ ήταν το ενεργό, (αυτό που δέχτηκε θεραπεία με παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία) και άλλο το Placebo γκρουπ. Η ηλικία των ασθενών κυμαινόταν από 30 -70έτη. Τα παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία είχαν εμφυτευτεί σε ένα στρώμα διαστάσεων 1,8x0,6m. Το μηχάνημα, που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Wave Ranger Professional (MRS 2000+Home, Eschestrasse 500, FL-9492 Eschen). Οι

παράμετροι των πεδίων αυτών ήταν οι εξής: ένταση 40μT, και συχνότητα 0,1-64Hz. Ο χρόνος έκθεσης ήταν 30 λεπτά, 2 φορές την ημέρα για 3 εβδομάδες (Sutbeyaz *et al*, 2006). Ο πόνος μετρήθηκε μέσω της οπτικής αναλογικής κλίμακας VAS. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής είναι πολύ ενθαρρυντικά όσον αφορά την επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στον πόνο. Το ενεργό γκρουπ βελτιώθηκε όσον αφορά τον πόνο, την τροχιά και το μυϊκό σπασμό στην Α.Μ.Σ.Σ. Τα αποτελέσματα ήταν στατιστικά σημαντικά.

Τυχαιοποιημένη, διπλά τυφλή μελέτη, για την αντιμετώπιση της οσφυαλγίας

Αν και η αρθρογραφία περιέχει πληθώρα πληροφοριών για την οσφυαλγία, ωστόσο, στο επίπεδο που αφορά τη χρόνια οσφυαλγία, οι πληροφορίες περιορίζονται και αυτό γιατί δεν υπάρχει ομοφωνία απόψεων σχετικά με την αιτιολογία της πάθησης. Η χρόνια οσφυαλγία δεν έχει κοινό ορισμό στις βάσεις δεδομένων των επιστημονικών άρθρων. Κάποιοι συγγραφείς την ορίζουν ως τον πόνο στην οσφύ, που διαρκεί για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των επτά με δώδεκα εβδομάδων. Άλλοι την ορίζουν ως τον πόνο που διαρκεί περισσότερο από τον χρόνο ίασης αναγνωρίζοντας βέβαια πως ο ορισμός δεν είναι πλήρης εφόσον δεν αναφέρεται στις παθολογικές αιτίες. Κάποιοι άλλοι συγγραφείς, κατατάσσουν τις συχνές υποτροπές της οσφυαλγίας στο χρόνιο πόνο, καθώς τα άτομα που πάσχουν από αυτή, υποφέρουν κατά τακτικά χρονικά διαστήματα και για μεγάλες χρονικές περιόδους. Άλλωστε, ο όρος 'χρόνια οσφυαλγία' αποτελεί στις μέρες μας τίτλο διάγνωσης. Είναι γεγονός πως η χρόνια οσφυαλγία, εκτός από τη σωματική ανικανότητα και την αδυναμία του ατόμου για εργασία, έχει επιπλέον, κοινωνικοοικονομικές και ψυχολογικές επιπτώσεις (Andersson GB., 1999). Η εφαρμογή των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στη αντιμετώπιση της χρόνιας οσφυαλγίας, έδωσε νέες ελπίδες τη θεραπευτική, καθώς αποτελεί συντηρητικό τύπο θεραπείας με τις λιγότερες παρενέργειες.

Ο Lee και οι συνεργάτες του, το 2006 εκπόνησαν μια μελέτη, η οποία αφορούσε τη θεραπεία της χρόνιας οσφυαλγίας με τη χρήση των παλμικών ηλεκτρομαγνητικών πεδίων. Η συγκεκριμένη μελέτη ήταν διπλά τυφλή και τυχαιοποιημένη. Για την εξαγωγή των συμπερασμάτων συγκρίθηκαν δυο γκρουπ μεταξύ τους, το Placebo και το ενεργό. Το δείγμα αποτελούταν από 36 ασθενείς. Ο μέσος όρος ηλικίας ήταν 75±5 έτη για το ενεργό γκρουπ και 74±4 έτη για το Placebo γκρουπ. Το συμπέρασμα, από αυτή τη μελέτη ήταν το εξής: Ο συγκεκριμένος τρόπος θεραπείας (με παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία) απεδείχθη στατιστικά σημαντικός με τη μείωση του πόνου και πάντα σε σύγκριση με το

Placebo γκρουπ (Lee et al, 2006). Το μηχάνημα, που παρήγαγε τα παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία χρησιμοποιούσε το CR-3000 σύστημα. Οι παράμετροι του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου ήταν οι εξής: η ισχύς του μαγνητικού πεδίου ήταν 2T ($\pm 5\%$), το εύρος της συχνότητας κυμαινόταν από 1 μέχρι 50Hz, το εύρος παλμού ήταν περίπου στα 270 μ s ($\pm 5\%$). Ο χρόνος έκθεσης στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία ήταν 15 λεπτά, 3 φορές την εβδομάδα, για 3 εβδομάδες. Ο πόνος μετρήθηκε μέσω της αριθμητική αναλογική κλίμακα (NRS).

Τυχαιοποιημένες, διπλά τυφλές μελέτες, για την αντιμετώπιση πόνων νευρολογικής φύσης

Είναι γεγονός πως η έρευνα για τη θεραπεία του νευρικού ιστού δεν είναι απλά χρήσιμη αλλά αναγκαία. Η βλάβη του νευρικού ιστού συνήθως εγκαθιστά μόνιμες βλάβες στο ανθρώπινο σώμα, οι οποίες στοιχίζουν σε ψυχικό αλλά και σε σωματικό επίπεδο. Βέβαια έρευνες τέτοιου είδους σπάνια εφαρμόζονται σε άνθρωπο και το συνηθέστερο πειραματικό μέσο αποτελούν τα ζώα, τα οποία υφίστανται τεχνητές βλάβες στο νευρικό ιστό και παρακολουθούνται ως προς την αποκατάστασή τους με τα διάφορα ερευνητικά μέσα. Οι τελευταίες έρευνες που αφορούν την αποκατάσταση του νευρικού ιστού έχουν επικεντρωθεί στη χρήση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων (Sisken BF et al., 1995).

Το 2006, ο Uwe Kern και οι συνεργάτες του, δημοσίευσαν στο περιοδικό journal of Pain and symptom management τη μελέτη τους, της οποίας το αντικείμενο ήταν η διαχείριση του πόνου μέλους φαντάσματος με τη χρήση ενός υφάσματος, ηλεκτρομαγνητικά ενεργό, στη γραμμή του κολοβώματος. Η μελέτη αυτή ήταν τυχαιοποιημένη και διπλά τυφλή. Το δείγμα των 27 ασθενών χωρίστηκε σε δυο γκρουπ, το ενεργό και το placebo καθώς επίσης και η διεξαγωγή των συμπερασμάτων έγινε με τη σύγκριση του ενεργού γκρουπ με την ομάδα ελέγχου (placebo). Η ηλικία των ασθενών στη μελέτη αυτή ήταν από 18 και άνω. Στο ενεργό γκρουπ εφαρμόστηκε μεταξύ του κολοβώματος και του τεχνητού μέλους ένα κομμάτι ύφασμα, το οποίο περιείχε σιλικόνη και γέμιζε τα κενά μεταξύ του κολοβώματος και του τεχνητού μέλους. Αυτή η κατασκευή ήταν και ηλεκτρομαγνητικά ενεργή. Οι παράμετροι του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου ήταν: ηχητική ένταση: 40db αντίσταση ηλεκτρικού ρεύματος: 20-200 Ω μ, και συχνότητα 7GHz. Η θεραπεία διήρκησε 6 εβδομάδες. Το συμπέρασμα που διεξήχθη από τον Uwe Kern και τους συνεργάτες του (2006), ήταν πως η επίδραση της παραπάνω συσκευής, με τις ηλεκτρομαγνητικές ιδιότητες, στον πόνο από το μέλος φάντασμα, είναι στατιστικά

σημαντική με τη μείωση του πόνου. Ο πόνος μετρήθηκε μέσω της αριθμητική αναλογική κλίμακα (NRS).

Επίσης, ο Bosi και οι συνεργάτες του, εκπόνησαν το 2004 μια μελέτη, η οποία αφορούσε και αυτή, την επίδραση του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου στο νευρολογικό πόνο και πιο συγκεκριμένα στην επώδυνη διαβητική νευροπάθεια. Η ομάδα του Bosi κατέληξε στο ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία επιδρούν θετικά στη μείωση του πόνου της συγκεκριμένης αιτιολογίας. Το ενεργό γκρουπ συγκρινόμενο με την ομάδα ελέγχου (placebo γκρουπ) βελτιώθηκε όσον αφορά τον πόνο και το αποτέλεσμα ήταν στατιστικά σημαντικό. Η μελέτη αυτή ήταν τυχαιοποιημένη, διπλά τυφλή. Το δείγμα αποτελούνταν από 31 ασθενείς, των οποίων οι ηλικίες κυμαίνονταν από 18 μέχρι 70 έτη. Το δείγμα χωρίστηκε τυχαιοποιημένα σε δυο γκρουπ, το ενεργό και το placebo. Το είδος των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, που εφαρμόστηκαν στην επώδυνη διαβητική νευροπάθεια ήταν τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία διαμορφωμένης συχνότητας για νευρικό ερεθισμό (Frequency – modulated Electromagnetic neural Stimulation). Οι παράμετροι του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου ήταν τα εξής: δυναμικό: 0-255V, συχνότητα παλμού: 1-50Hz, διάρκεια παλμού: 10-40μs. Ο χρόνος έκθεσης του ενεργού γκρουπ στο πεδίο ήταν 30 λεπτά για 10 συνεδρίες σε διάστημα 3 εβδομάδων (οι συνεδρίες έπρεπε να απέχουν μεταξύ τους 24 ώρες). Ο πόνος μετρήθηκε μέσω της κλίμακας VAS.

Επιπλέον, το 2004, ο Durmus και οι συνεργάτες του, μελέτησαν την επίδραση των παλμικών ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στο σύμπλοκο επώδυνο περιοχικό σύνδρομο (CRPS) τύπου I. Η μελέτη ήταν τυχαιοποιημένη και διπλά τυφλή. Σαράντα ασθενείς, ταξινομήθηκαν σε 2 γκρουπ, με τυχαιοποιημένη μέθοδο. Το ένα γκρουπ ήταν το ενεργό, το οποίο δέχτηκε θεραπεία με παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία και το άλλο ήταν το Placebo γκρουπ, το οποίο δέχτηκε θεραπεία από το ίδιο μηχανήμα με το ενεργό γκρουπ, με τη διαφορά ότι αυτό δεν δούλευε. Οι ασθενείς έπασχαν από το σύμπλοκο επώδυνο περιοχικό σύνδρομο εξαιτίας του κατάγματος colles στην άκρα χείρα, που είχαν υποστεί στο παρελθόν. Η ηλικία των ασθενών κυμαινόταν από 18-55έτη. Το μηχανήμα, που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Magnetic-Therapy Mg Port Cosmogamma® (Coil). Οι παράμετροι του παλμικού ηλεκτρομαγνητικού πεδίου ήταν οι εξής: ένταση 100Gauss, και συχνότητα 50Hz. Ο χρόνος έκθεσης ήταν 60 λεπτά τη συνεδρία, 5 φορές την εβδομάδα για 6 εβδομάδες (30 συνεδρίες) (Durmus et al, 2004). Ο πόνος μετρήθηκε μέσω της οπτικής αναλογικής κλίμακας VAS (0-10), με τη λεκτική κλίμακα του πόνου (βαθμολογημένη μέχρι 4 βαθμούς – 0: καθόλου πόνος, 4: υπεραίσθησία) και με τον πόνο στην ψηλάφηση (βαθμολογημένη μέχρι 5 βαθμούς). Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής

δεν απεδείχθησαν στατιστικά σημαντικά όσον αφορά την επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στον πόνο, γεγονός που σημαίνει ότι το παλμικό ηλεκτρομαγνητικό πεδίο δεν ωφελεί ούτε συμπληρωματικά το ήδη υπάρχον θεραπευτικό πρωτόκολλο για το σύνπλοκο επώδυνο περιοχικό σύνδρομο.

Παρενέργειες

Από τις 13 μελέτες, που συμπεριελήφθησαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση, στις 6 έγινε αναφορά στις παρενέργειες του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου. Η ομάδα του Bosi (2004) κατά την εκτέλεση της έρευνας, δεν παρατήρησε καμία αξιολογήσιμη παρενέργεια στο εκτιθέμενο γκρουπ στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Για το μόνο που διαμαρτυρήθηκαν οι ασθενείς ήταν η αίσθηση ενός μικρού καψίματος στην περιοχή του δέρματος που ακουμπούσε το ηλεκτρόδιο. Βέβαια καμία δερματική βλάβη δεν παρατηρήθηκε μετά το πέρας της θεραπείας.

Επιπλέον, ο Pipitone και ο Scott επισημαίνουν ότι τα αποτελέσματά τους επιβεβαιώνουν την ασφαλή χρήση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, τα οποία είτε έχουν αποδειχθεί από προηγούμενες μελέτες (Collacott et al, 2000; Leclair et al, 1991; Binder et al, 1984; Trock et al, 1993 & Trock et al, 1994) είτε από τον παγκόσμιο οργανισμό υγείας. Ωστόσο, ο Pipitone και οι συνεργάτες του (2001) παρατήρησαν και κατέγραψαν κάποιες παρενέργειες, που εμφανίστηκαν σε έξι άτομα (δύο στο ενεργό και τέσσερα στο placebo γκρουπ) του δείγματός τους. Ο ένας εκ των δυο ασθενών του ενεργού γκρουπ ανέφερε μεγαλύτερο πόνο στο οστεοαρθρικό γόνατο. Ο άλλος αφενός παρουσίασε μεγαλύτερο πόνο στο οστεοαρθρικό γόνατο και αφετέρου διαμαρτυρήθηκε για μούδιασμα στους άκρους πόδες και χαμηλή ποιότητα στον ύπνο. Οι τέσσερις ασθενείς, του placebo γκρουπ ανέφεραν τα εξής: οι δυο από τους τέσσερις διαμαρτυρήθηκαν για αύξηση του πόνου στα γόνατα, ο τρίτος δήλωσε παραισθησία του δεξιού άκρου ποδός και επιδείνωση προϋπάρχουσας εγκελπωματίτιδας και τέλος, ο τέταρτος ανέφερε ευαισθησία στη στερνοκλειδική άρθρωση, συνδυασμένη με τοπική φλεγμονή (σύνδρομο Tietze). Ένας ακόμα ασθενής πέθανε, αλλά ο θάνατός του κρίνεται άσχετος με την έκθεσή του στο παλμικό ηλεκτρομαγνητικό πεδίο.

Ο Thamsborg και οι συνεργάτες του, στη μελέτη, που εκπόνησαν το 2005 επισημαίνουν τα εξής: καταρχάς συμφωνούν με όλους τους προηγούμενους ερευνητές στο ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας είναι ασφαλή και στερούνται παρενεργειών. Η ομάδα του Thamsborg δεν παρατήρησε καμία σοβαρή και μη αναστρέψιμη παρενέργεια. Κανένας από το δείγμα δεν αποχώρησε, λόγω παρενεργειών.

Από το ενεργό γκρουπ, τέσσερεις ασθενείς δήλωσαν μια αίσθηση σαν τρέμολο, άλλοι έξι αισθάνθηκαν ζέστη και δυο ακόμα, επιδείνωση του οστεοαρθριτικού πόνου στο γόνατο. Στο placebo έξι ασθενείς εξέφρασαν κάποια παρενέργεια. Οι τέσσερεις αισθάνθηκαν κάτι σαν τρέμολο, ένας αισθάνθηκε ζέστη και ένας ακόμα, δήλωσε επιδείνωση των συμπτωμάτων της οστεοαρθρίτιδας. Σε όλες τις περιπτώσεις, οι αναστρέψιμες αυτές παρενέργειες, κράτησαν τις πρώτες δυο εβδομάδες της θεραπείας και ήταν ήπιες.

Στη μελέτη του Sutbeyaz και των συνεργατών του (2006) δεν καταγράφηκε καμία δυσμενή παρενέργεια ή σύμπτωμα, κανένα κλινικό εύρημα ή εργαστηριακή παρατήρηση σε κανένα ασθενή. Ο Lee και οι συνεργάτες του (2006) στη μελέτη τους, συμφωνούν με την ομάδα του Sutbeyaz, όσον αφορά τις παρενέργειες, που προκύπτουν από τη χρήση του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου. Τέλος, ακόμα και σε πρόσφατη έρευνα (2007), που εκπόνησε η ομάδα του Thomas, δεν παρατηρήθηκε καμία αξιολογήσιμη παρενέργεια.

Αποτελέσματα

Στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση έγινε προσπάθεια να διασαφηνιστεί η αποτελεσματικότητα των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στον πόνο. Μελετήθηκε η αρθρογραφία των τελευταίων δέκα χρόνων, η οποία αποτελούνταν μόνο από τυχαιοποιημένες διπλά τυφλές ελεγχόμενες μελέτες, με ποιότητα σχεδιασμού έρευνας μεγαλύτερης ή ίσης του τρία. Συνολικά μελετήθηκαν 13 μελέτες που αφορούσαν την επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στον πόνο και πιο συγκεκριμένα, και σύμφωνα πάντα με τα δεδομένα που προέκυψαν από την αναζήτηση, μελετήθηκε η επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων κάθε μορφής στον οξύ πόνο, στην απενεργοποίηση των μυοπεριτοναϊκών σημείων πυροδότησης, στο μυοσκελετικό πόνο, στον πόνο του συνδρόμου πρόσκρουσης, στη χρόνια οσφυαλγία, στον πόνο της οστεοαρθρίτιδας (γόνατος και αυχενικής μοίρας σπονδυλικής στήλης) και στον πόνο νευρολογικής φύσης.

Τα συμπεράσματα, που διεξήχθησαν από τα μελετώμενα άρθρα είναι τα εξής: τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία επιδρούν κατασταλτικά στον πόνο με σχέσεις στατιστικά σημαντικές, στην απενεργοποίηση των μυοπεριτοναϊκών σημείων πυροδότησης ($P < 0.001$, με επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας το 5%), στον εντοπισμένο μυοσκελετικό πόνο ($P = 0.06$, με επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας το 5%) στην οσφυαλγία ($P < 0.05$, με επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας το 5%), στον οστεοαρθριτικό πόνο της αυχενικής μοίρας της σπονδυλικής στήλης ($P = 0.001$, με επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας το 5%), στον πόνο μέλους φαντάσματος ($P = 0.008$, με επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας το 5%) και στην επώδυνη διαβητική νευροπάθεια

($P < 0.01$, με επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας το 5%). Αντίθετα ο ηλεκτρομαγνητικός ερεθισμός είναι μη αποτελεσματικός στον οξύ πόνο ($P = 0.66$, με επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας το 5%), στον εντοπισμένο μυοσκελετικό πόνο ($P = 0.06$, με επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας το 5%), στο σύμπλοκο επώδυνο περιοχικό σύνδρομο ($P = 0.832$, με επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας το 5%) και τέλος, τα αποτελέσματά του είναι αμφιλεγόμενα όσον αφορά τον οστεοαρθρικό πόνο του γόνατος.

Καταρχάς, όσον αφορά την επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στον μυοσκελετικό πόνο, βρέθηκαν τρεις τυχαιοποιημένες, ελεγχόμενες μελέτες. Η ομάδα της Smania (2005) μελέτησε την επίδραση των μαγνητικών πεδίων στο μυοπεριτοναϊκό πόνο, η ομάδα του Thomas (2007) ασχολήθηκε με την επίδραση της χαμηλής συχνότητας ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στον εντοπισμένο μυοσκελετικό πόνο και η ομάδα του Aktas (2007) με το σύνδρομο υπακρωμικής προστριβής.

Η Smania και οι συνεργάτες της χρησιμοποίησαν ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας (20Hz), που απαιτούσαν χρόνο εφαρμογής 1 ώρα και 40 λεπτά εβδομαδιαίως. Η μελέτη αυτή απέδειξε με σχέση στατιστικά σημαντική, πως ο επαναλαμβανόμενος μαγνητικός ερεθισμός, μειώνει το επίπεδο του πόνου, που προέρχεται από το μυοπεριτοναϊκό σύνδρομο (πίνακας 1).

Πίνακας 1: αποτελέσματα πολλαπλών συγκρίσεων με τη χρήση του Wilcoxon test

		Πριν-μετά τη θεραπεία	Πριν τη θεραπεία- μετά 1 μήνα	Πριν τη θεραπεία- μετά 3 μήνες
NPDVAS	rMS	$P < 0.001$	$P < 0.001$	$P < 0.001$
	TENS	$P < 0.001$	$P < 0.018$	ns
	Placebo	ns	ns	ns
Αλγόμετρο	rMS	$P < 0.001$	$P = 0.027$	$P = 0.021$
	TENS	ns	ns	ns
	Placebo	ns	ns	ns

ns: μη στατιστικά σημαντικό (επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5%)

Η μελέτη αξιολογήθηκε για την ποιότητά της, με την πεντάβαθμη κλίμακα της Οξφόρδης (Jadad et al, 1996), με τρία στα πέντε, καθώς το πέντε αποτελεί τη μεγαλύτερη βαθμολογία, που θα μπορούσε να αξιολογηθεί και τρία την οριακή βαθμολογία για να είναι η μελέτη δεκτή. Η ηλικία, η εκπαίδευση, η διάρκεια και τα εργαλεία αξιολόγησης του πόνου δε βγήκαν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών γκρουπ. Η ομάδα της

Smânia, κατάληξε στο ότι ο επαναλαμβανόμενος μαγνητικός ερεθισμός επιφέρει μείωση του μυοπεριτοναϊκού πόνου ($P > 0.001$) ακόμα και μετά από κάθε θεραπεία (πίνακας 1). Βέβαια, η συγκεκριμένη μελέτη δεν ήταν διπλά τυφλή, καθώς οι ασθενείς γνώριζαν το τύπο της θεραπείας που ακολουθούσαν εκτός από το placebo γκρουπ, που νόμιζε ότι του εφάρμοζαν υπερήχους, ενώ το μηχάνημα ήταν ανενεργό.

Η ομάδα του Thomas (2007) χρησιμοποίησε ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας (λιγότερο από 1000Hz), που απαιτούσαν μακρόχρονες περιόδους θεραπείας (4.5 ώρες εβδομαδιαίως), σε αντίθεση με το πρωτόκολλο της ομάδας της Smânia, η οποία αποφάσισε το χρόνο έκθεσης των ασθενών της στο μαγνητικό πεδίο, στη 1 ώρα και 40 λεπτά εβδομαδιαίως. Και οι δυο μελέτες, παρόλο που ποιοτικά βαθμολογήθηκαν με 3, δε συμφωνούν, όσον αφορά τα συμπεράσματά τους. Στην έρευνα του Thomas και των συνεργατών του, οι ασθενείς που δέχτηκαν θεραπεία δήλωσαν ανακουφισμένοι ακόμα και μετά την πρώτη θεραπεία, χωρίς βέβαια το αποτέλεσμα αυτό να μπορεί να αποδειχθεί με κάποια στατιστική συσχέτιση ($P = 0.06$, με επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας το 5%). Τέλος, η ομάδα του Thomas αποφάσισε να μη γίνουν στατιστικές αναλύσεις όσον αφορά τα δημογραφικά του δείγματος, καθώς θεώρησε πως είναι αναπόφευκτο να συμβούν σε ένα τυχαίο δείγμα πληθυσμού και πιστεύει πως επηρεάζει έστω και λίγο το κλινικό αποτέλεσμα.

Ωστόσο, η ομάδα του Aktas (2007), αν και χρησιμοποίησε παλμικά μαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας (50Hz) δε βρήκε σχέση στατιστικά σημαντική μεταξύ του πόνου και του υπακρωμιακού συνδρόμου προστριβής ($P > 0.05$, επίπεδο σημαντικότητας 5%). Επιπλέον, δε βρήκε και καμία στατιστικά σημαντική διαφορά, μεταξύ των δυο γκρουπ, όσον αφορά τις δημογραφικές παραμέτρους. Πρόκειται για μια μελέτη, με υψηλό ποιοτικά μεθοδολογικό σχεδιασμό, 5/5 σύμφωνα με την κλίμακα της Οξφόρδης (Jadad *et al*, 1996). Βέβαια, υπήρξε βελτίωση στο ενεργό γκρουπ, όσον αφορά τον πόνο, μόνο που η σχέση αυτή δεν αποδείχθηκε στατιστικά σημαντική σε σχέση με το placebo γκρουπ.

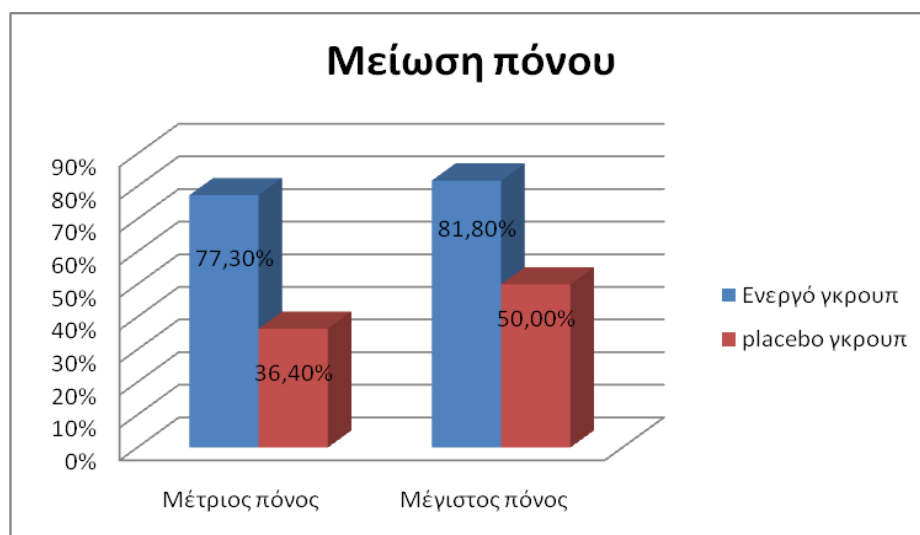
Η μελέτη του Lee (2006), απέδειξε με στατιστικά σημαντικά σχέση ($P < 0.05$) ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία, χαμηλής συχνότητας (1-50Hz), βελτιώνουν τα επίπεδα έντασης του πόνου στη χρόνια, χαμηλή οσφυαλγία. Βέβαια, στατιστικά σημαντική ήταν και η μείωση του πόνου ($P > 0.05$) στο placebo γκρουπ. Η αναλγησία και για τα δυο γκρουπ κράτησε 1 με 4 εβδομάδες μετά τη θεραπεία (πίνακας 2). Όμως τα αποτελέσματα αυτά διεξήχθησαν από μια μελέτη, η οποία βαθμολογήθηκε με τρία στα πέντε, όσον αφορά την ποιότητα σχεδιασμού της.

Πίνακας 2: Αξιολόγηση του πόνου σε ασθενείς με χαμηλή οσφυαλγία, με τη χρήση της 11ποντης αριθμητικής κλίμακας, στο ενεργό και το placebo γκρουπ.

Επίπεδα πόνου	Ενεργό γκρουπ (n=17)	Placebo γκρουπ (n=19)
πριν τη θεραπεία	6.7±1.7	6.5±1.7
μετά τη θεραπεία	4.8±1.2*	5.5±1.5
1 εβδομάδα μετά τη θεραπεία	4.4±1.1*	5.5±2.1*
4 εβδομάδες μετά τη θεραπεία	4.5±1.2*	5.4±2.3*
Οι αριθμοί είναι ο μέσος όρος ± η τυπική απόκλιση (SD) *Τα αποτελέσματα είναι στατιστικά σημαντικά σε σχέση με αυτά πριν τη θεραπεία (επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5%)		

Ο Sutbeyaz και η ομάδα του (2006) απέδειξαν πως τα παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας (0.1-64Hz), συμβάλλουν στη μείωση του πόνου και μάλιστα η σχέση αυτή προέκυψε στατιστικά σημαντική ($P<0.001$). Ωστόσο, κατά τη διάρκεια της μελέτης έγινε μέτρια χρήση μη στεροειδών αντιφλεγμονωδών φαρμάκων. Η μελέτη αυτή αξιολογήθηκε με άριστα όσον αφορά την ποιότητα σχεδίασής της (Jadad et al, 1996).

Επιπλέον, μελετήθηκε από την ομάδα του Kern (2006), η επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, υψηλής συχνότητας (7GHz), στη μείωση του πόνου μέλους φαντάσματος. Το ενεργό γκρουπ (αυτό που δέχτηκε θεραπεία με ηλεκτρομαγνητικά πεδία) έδωσε αποτελέσματα στατιστικά σημαντικά σε σχέση με τον πόνο ($P=0.008$, με επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5%) Το αποτέλεσμα εξακολουθούσε να είναι στατιστικά σημαντικό στο μέτριο και μέγιστο πόνο (Διάγραμμα 1). Άλλες εντάσεις πόνου δε μελετήθηκαν. Η μελέτη βαθμολογήθηκε με τρία, όσον αφορά την ποιότητα του σχεδιασμού της, σύμφωνα με την πεντάβαθμη κλίμακα της Οξφόρδης (Jadad et al, 1996).



Διάγραμμα 1: Ποσοστό μείωσης του πόνου σε ακρωτηριασμένους ασθενείς

Από την αναζήτηση των μελετών, που έγινε στις βάσεις δεδομένων και σύμφωνα με τα κριτήρια αποδοχής και αποκλεισμού μου, βρήκα μια μόνο μελέτη (η μελέτη της ομάδας του Bossi), που να διαπραγματεύεται την επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στην επώδυνη διαβητική νευροπάθεια. Στη μελέτη του Bossi (2005) αποδείχθηκε πως ο ηλεκτρομαγνητικός νευρικός ερεθισμός, χαμηλής συχνότητας (1-50Hz) είναι στατιστικά σημαντικός με τη μείωση της έντασης του πόνου στη διαβητική νευροπάθεια ($P=0.0025$, με επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5%). Βέβαια, τα αποτελέσματα της αναλγησίας διήρκησαν και τέσσερις μήνες μετά τη θεραπεία, για το ενεργό γκρουπ (πίνακας 3). Η μελέτη αυτή όσον αφορά τον σχεδιασμό της βαθμολογήθηκε με τρία στα πέντε, σύμφωνα με την κλίμακα του Jadad (1996).

Πίνακας 3: Σύγκριση των αποτελεσμάτων της έντασης του πόνου στο ενεργό γκρουπ, πριν τη θεραπεία και μετά από 4 μήνες

Κλίμακα VAS	Αριθμός δείγματος	Πόνος πριν τη θεραπεία	Πόνος μετά από 4 μήνες	P Value
κατά τη διάρκεια της ημέρας	31	37.0±5.3	25.1±4.2	<0.01
κατά τη διάρκεια της νύχτας	31	41.1±5.2	26.5±3.9	<0.01

Ωστόσο, ο Fernandez και οι συνεργάτες του (2007), δε βρήκαν καμία στατιστικά σημαντική σχέση ($P=0.66$, με επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5%) μεταξύ των μεταβλητών αναλγησία στον οξύ πόνο και ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας

(1.25Hz). Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι δεν υπήρχε διαφορά, όσον αφορά τη μέτρηση του πόνου και στη συλλογή των δεδομένων ανάμεσα στα γκρουπ. Ενεργό και Placebo γκρουπ, δήλωσαν σχεδόν τις ίδιες τιμές. Για παράδειγμα ο μέγιστος πόνος καταγράφηκε ως εξής: το ενεργό γκρουπ δήλωσε ότι αισθάνθηκε το μέγιστο πόνο μετά από 9 λεπτά και σημείωσε την έντασή του στο 63 στην οπτική αναλογική κλίμακα πόνου. Παράλληλα, το placebo, αισθάνθηκε το μέγιστο πόνο στα 8 λεπτά και τοποθέτησε την έντασή του στο 60 στην κλίμακα VAS. Οι συγγραφείς έλεγξαν την ηλικία και το φύλο, καθώς θεωρούνται παράγοντες, που επηρεάζουν την αντίληψη του πόνου.

Για την αντιμετώπιση του σύμπλοκου επώδυνου περιοχικού συνδρόμου βρέθηκε μια μόνο τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη, που να πληρεί τα κριτήρια αποδοχής και αποκλεισμού της παρούσας ανασκόπησης. Η ομάδα του Durmus χρησιμοποίησε παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας (50Hz), πέντε φορές την εβδομάδα για έξι εβδομάδες. Το αποτέλεσμα της μελέτης, απέδειξε ότι η επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στην ανακούφιση του σύμπλοκου επώδυνου περιοχικού συνδρόμου δεν είναι στατιστικά σημαντική (πίνακας 4).

Πίνακας 4: Σύγκριση των κριτηρίων αξιολόγησης του πόνου, ανάμεσα στα δυο γκρουπ, πριν και μετά τη θεραπεία

	Θεραπεία	Ενεργό γκρουπ	Placebo γκρουπ	P Value
VAS - rest	Πριν	3.60±2.50	2.65±1.84	0.243
	Μετά	0.80±1.15	1.00±1.38	0.832
VAS - -activity	Πριν	7.15±1.95	5.60±2.41	0.059
	Μετά	2.90±1.80	2.60±2.04	0.730

Η μελέτη αξιολογήθηκε με πέντε όσον αφορά την ποιότητα σχεδιασμού της μεθοδολογίας της, σύμφωνα με την πεντάβαθμη κλίμακα της Οξφόρδης (Jadad et al, 1996). Τα δημογραφικά στοιχεία μεταξύ των δυο γκρουπ δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικά.

Τέλος, όσον αφορά την οστεοαρθρίτιδα του γόνατος βρέθηκαν τέσσερεις μελέτες. Στις δυο χρησιμοποιήθηκαν παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας (από 3 μέχρι 50Hz), που απαιτούσαν μακρόχρονες περιόδους θεραπείας (3 με 10 ώρες εβδομαδιαίως) (Pipitone & Scott, 2001; Thamsborg et al, 2005). Στην τρίτη μελέτη

χρησιμοποιήθηκαν τα τυπικά 'παλμικά βραχέα κύματα', υψηλής συχνότητας, που απαιτούσαν μικρότερες περιόδους θεραπείας (Callaghan *et al.*, 2005) και στην τέταρτη μελέτη έγινε χρήση ηλεκτρομαγνητικών πεδίων πολύ χαμηλής έντασης και συχνότητας (Jacobson *et al.*, 2001). Η θεραπεία με χαμηλής συχνότητας ηλεκτρομαγνητικά πεδία και μεγαλύτερης διάρκειας έκθεσης σε αυτά είχε καλύτερα αποτελέσματα βραχυπρόθεσμα, σύμφωνα με την κλίμακα WOMAC, που αφορά τη λειτουργικότητα σε αντίθεση με τα τυπικά 'παλμικά βραχέα κύματα', υψηλής συχνότητας και μικρότερης έκθεσης σε αυτά. Ωστόσο, η επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στην ανακούφιση του οστεοαρθρικού πόνου είναι διφορούμενη.

Οι μελέτες αξιολογήθηκαν όσον αφορά την ποιότητά τους, με την πεντάβαθμη κλίμακα της Οξφόρδης (Jadad *et al.*, 1996). Η μελέτη των Pipitone & Scott, 2001 βαθμολογήθηκε με πέντε, του Callaghan *et al.* (2005) με τέσσερα, ενώ με τρία βαθμολογήθηκαν οι μελέτες του Thamsborg *et al.*, 2005 και του Jacobson *et al.* (2001). Το βάρος των ασθενών επηρέασε ελάχιστα την ένταση του πόνου και το επίπεδο της λειτουργικότητάς τους. Τα αποτελέσματα των μελετών, όσον αφορά τον πόνο και τη λειτουργικότητα δεν ήταν στατιστικά ή κλινικά σημαντικά εκτός από τις μελέτες του Jacobson *et al.* (2001) και του Thamsborg *et al.* (2005). Η ομάδα του Jacobson απέδειξε με σχέση στατιστικά σημαντική ($P < 0.01$), ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία πολύ χαμηλής έντασης και συχνότητας είναι αποτελεσματικά στην αντιμετώπιση του οστεοαρθρικού πόνου. Η ομάδα του Thamsborg απέδειξε ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία επιδρούν ευοδωτικά στη λειτουργικότητα ($P = 0.05$), σε δείγμα ασθενών, ηλικίας άνω των 65 ετών. Βέβαια, οι μελέτες αυτές βαθμολογήθηκαν με τρία ως προς την ποιότητά τους. Ωστόσο, το δείγμα των ασθενών στη μελέτη του Jacobson και των συνεργατών του ($n=176$) ήταν όσο και το άθροισμα του δείγματος των ασθενών των τριών άλλων μελετών ($n=179$).

Συζήτηση

Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία, χρησιμοποιούνται ευρέως στην θεραπευτική αντιμετώπιση διαφόρων παθήσεων, ως συμπληρωματικό μέσο, καθώς αποτελούν ασφαλή, απλή και μη επεμβατική θεραπευτική μέθοδο για τους ασθενείς. Άλλωστε, τα παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία παράγουν φαραδικά ρεύματα και προκαλούν μετρήσιμες επιδράσεις (Ramey, 1998) στα βιολογικά συστήματα. Οι υποστηριχτές των παλμικών ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, αποδίδουν την αποτελεσματικότητά τους στην τροποποίηση του πόνου κατά τη μεταφορά του στον εγκέφαλο, τη μείωση της φλεγμονής και στη βελτίωση της ιστικής αποκατάστασης (Basset, 1993; Basset, 1989; Markov & Colbert, 2000). Ωστόσο, παρόλο που υπάρχουν αποδείξεις για την επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στη μείωση της φλεγμονής, στη βελτίωση της κυκλοφορίας, στην αποκατάσταση των μαλακών ιστών και στην οστεογένεση των μη παρωμένων καταγμάτων (Smith et al., 2004; Lee et al., 1997; Midura et al., 2005; Ibiwoye et al., 2004), όσον αφορά την δράση τους στον πόνο, υπάρχουν ελάχιστα δεδομένα.

Στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση, βρέθηκε μια μόνο τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη, οξέος πόνου στο μυϊκό σύστημα. Η συγκεκριμένη έρευνα βαθμολογήθηκε με τέσσερα, όσον αφορά το σχεδιασμό της, (Jadad et al, 1996). Ωστόσο, το μέγεθος του δείγματός της ήταν μικρό (10 άνδρες εθελοντές) και πιθανό τα αποτελέσματά της να μην είναι αντιπροσωπευτικά για τον γενικό πληθυσμό. Οι ερευνητές της συγκεκριμένης μελέτης (Fernandez et al., 2007), δεν κατάφεραν να αποδείξουν κάποιο ευεργετικό αποτέλεσμα, των παλμικών ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, στον οξύ πόνο του μυός. Σε αντίθεση με τον Fernandez και τους συνεργάτες του, οι ομάδες των Smania και του Thomas κατέληξαν στο ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία επιδρούν αναλγητικά στο μυοσκελετικό χρόνιο πόνο.

Η ομάδα της Smania, σε μια προηγούμενη μελέτη (2005) απέδειξε, με σχέση σημαντικά στατιστική, ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία, συχνότητας 20Hz και έντασης μέχρι 4000Gauss μειώνουν το χρόνιο μυοπεριτοναϊκό πόνο, ακόμα και μετά από κάθε θεραπεία. Βέβαια η μελέτη δεν ήταν διπλά τυφλή, οι ασθενείς του placebo γκρουπ εκτέθηκαν σε μη ενεργή συσκευή υπερήχων και οι ασθενείς του ενεργού γκρουπ, δήλωσαν ότι το ηλεκτρόδιο των παλμικών ηλεκτρομαγνητικών πεδίων ζεσταινόταν κατά τη διάρκεια της θεραπείας. Σε αντίθεση με την ομάδα της Smania, ο Thomas και οι συνεργάτες του (2007) κατέληξαν στο ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας δε βοηθούν στο μυοσκελετικό πόνο ($P=0.06$). Ωστόσο, αν η μελέτη αυτή

συμπεριελάμβανε μεγαλύτερο δείγμα ($n=17$), πιθανό η παραπάνω συσχέτιση να προέκυπτε στατιστικά σημαντική, αφού ήδη έχει πλησιάσει το $P<0.05$ (στατιστικά σημαντικό). Η ομάδα του Thomas προσπάθησε να αντιμετωπίσει το μυοσκελετικό πόνο, ερεθίζοντας με ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας τον εγκεφαλικό ιστό. Άλλωστε, οι τελευταίες μελέτες, που έχουν διεξαχθεί σε ζώα, έχουν καταγράψει θετικά αποτελέσματα των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στον πόνο (Shupak NM et al, 2006; Shupak NM et al, 2004). Βέβαια, οι μηχανισμοί που μπαίνουν σε λειτουργία για την επίτευξη της αναλγησίας, δεν είναι ακόμα πλήρως κατανοητοί. Πάντως, υπάρχουν ενδείξεις, ότι τα παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία αλλάζουν τη δραστηριότητα των εγκεφαλικών κυμάτων, με αποτέλεσμα να αλλάζει το σήμα του συμπτώματος (πόνος) και συνεπώς, να προκύπτει ότι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία έχει άμεση επίδραση στην κεντρική νευρική λειτουργία (Cook CM et al, 2004). Άλλες έρευνες πάλι, απέδειξαν ότι τα αναλγητικά αποτελέσματα των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων αναστρέφονται από τη ναλοξόνη, γεγονός που παραπέμπει στο ότι αυτά επιδρούν στο λιβυκό σύστημα του εγκεφάλου και προκαλούν την έκκριση ενδογενών οπιοειδών (Prato FS et al, 2005; Martin LJ et al, 2004).

Επιπλέον, ο Aktas και οι συνεργάτες του (2007) δε βρήκαν κάποιο όφελος των παλμικών, ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, χαμηλής συχνότητας στο σύνδρομο υπακρωμιακής προστριβής. Στη μελέτη της ομάδας του Binder (1984), που αφορούσε την επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στην τενοντίτιδα του πετάλου των στροφέων στον ώμο, τα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά, όσον αφορά τη μείωση του πόνου. Η διαφορά των δυο μελετών έγκειται στο ότι ο Aktas δεν εξέτασε την επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στο σύνδρομο προστριβής στο απώτερο μέλλον, όπως έκανε ο Binder για την τενοντίτιδα του στροφικού πετάλου, ο οποίος μέτρησε αποτελέσματα και μετά από 16 εβδομάδες. Ωστόσο, στις μελέτες των Thomas (2007) και Smania (2005), το χρονικό διάστημα θεραπείας ήταν αρκετά βραχύ, μια εβδομάδα και δυο εβδομάδες αντίστοιχα.

Η πειραματική τεχνική, που εφαρμόστηκε στη μελέτη του Fernandez (2007), έχει αναγνωριστεί ως κλασικό μοντέλο πρόκλησης και αναπαραγωγής του οξέος πόνου στο μυϊκό ιστό. Βέβαια, τα παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία, των συγκεκριμένων παραμέτρων, δεν μπορούν να επηρεάσουν την αγωγιμότητα στη οδό του πόνου. Έχει υπολογιστεί στο παρελθόν, ότι για μπορέσει ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο να προκαλέσει μείωση της νευρικής αγωγιμότητας κατά δέκα τοις εκατό, πρέπει να έχει ένταση ίση με 24T (240000Gauss) (Wikswow & Barach, 1980). Επιπλέον, η Smania και οι συνεργάτες

της, απέδωσαν την αποτελεσματικότητα των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στον πόνο, σε μηχανισμούς παρόμοιους με αυτούς του TENS, γεγονός που είναι αμφισβητούμενο, καθώς η έκθεση στα μαγνητικά πεδία δεν προκαλεί κάποια αίσθηση στο ανθρώπινο σώμα..

Παραδόξως, έχουν εκπονηθεί αρκετές τυχαιοποιημένες, ελεγχόμενες μελέτες, με ομάδα ελέγχου, που να αφορούν την επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στον οστεοαρθρικό πόνο, γεγονός αρκετά ενθαρρυντικό, όσον αφορά την εξαγωγή συμπερασμάτων για τη θεραπευτική αντιμετώπιση αυτού, μέσω τέτοιων δεδομένων. Τα αποτελέσματα αυτής της ανασκόπησης εκσυγχρονίζει τη δουλειά προηγούμενων ερευνητών, που εκπόνησαν συστηματικές ανασκοπήσεις, με θέμα την επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στην οστεοαρθρίτιδα του γόνατος (*Hulme et al., 2005; McCarthy et al., 2006*). Παρόλο το σχετικά μικρό σύνολο των ασθενών του δείγματος (355 ασθενείς) και την ετερογένεια στις παραμέτρους των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, που χρησιμοποιήθηκαν, προέκυψε πως τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλής έντασης και συχνότητας έχουν κάποια κλινική αξία στη μείωση του πόνου της οστεοαρθρίτιδας. Συγκεκριμένα, οι τρεις από τις τέσσερις έρευνες (άθροισμα δείγματος 179 άτομα) δεν απέδειξαν με σχέσεις στατιστικά σημαντικές ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία συχνότητας μεγαλύτερης από 3Hz συντελούν στη μείωση του πόνου. Η τέταρτη μελέτη (δείγμα 176 άτομα) απέδειξε με σχέση στατιστικά σημαντική ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία, συχνότητας από 0.976 μέχρι και 7.7Hz λειτουργούν αναλγητικά στον οστεοαρθρικό πόνο (*Jacobson et al, 2001*). Όπως παρατηρείται, τα δυο αντίθετα συμπεράσματα, που προκύπτουν από τις παραπάνω μελέτες, χρησιμοποιούν ισόποσο δείγμα. Η διαφορά τους, αφορά κυρίως τις παραμέτρους των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων.

Άλλωστε, και η ομάδα του Pripitone (2001) σε έρευνά τους με ομώνυμο αντικείμενο παρατήρησε τα εξής: οι ασθενείς, που δέχτηκαν θεραπεία με παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία δήλωσαν σημαντική βελτίωση στα ερωτηματολόγια που συμπλήρωσαν στο τέλος της μελέτης, όσον αφορά τον πόνο, τη δυσκαμψία και τη φυσική ανικανότητα, σε σχέση με τα προηγούμενα σκορ που υπήρχαν στη βάση δεδομένων τους από την αρχή της μελέτης. Σε αντίθεση με το ενεργό γκρουπ, το placebo γκρουπ δεν παρουσίασε καμία σημαντική βελτίωση στον πόνο στη δυσκαμψία και στη φυσική ανικανότητα στο τέλος της μελέτης σε σχέση με τα δεδομένα που υπήρχαν στην αρχή. Η μελέτη αυτή συνέστησε τη χρήση των παλμικών ηλεκτρομαγνητικών πεδίων για τη θεραπεία της οστεοαρθρίτιδας στο γόνατο, συμπληρωματικά με το θεραπευτικό πρωτόκολλο. Η παρατήρηση αυτή, και σε συνδυασμό με τη μελέτη του Jacobson et al

(2001) ενισχύουν την άποψη ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλής έως πολύ χαμηλής συχνότητας (0.976Hz), βελτιώνουν τον οστεοαρθρικό πόνο του γόνατος.

Η αρθρογραφία, για τη θεραπευτική χρήση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στην αυχενική οστεοαρθρίτιδα είναι ελάχιστη. Υπάρχουν ενθαρρυντικά αποτελέσματα, όσον αφορά τη μείωση του οστεοαρθρικού πόνου στην αυχενική μοίρα της σπονδυλικής στήλης, από την επίδραση των παλμικών ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στον εκφυλισμένο χόνδρο (Quittan *et al*, 2000; Trock *et al*, 1994). Ωστόσο, είναι αναγκαία η εκπόνηση περισσότερων μελετών για την εξαγωγή πιο ασφαλών συμπερασμάτων. Βέβαια, για την εκπόνηση τέτοιων ερευνών πρέπει να ξεπεραστούν πολλές δυσκολίες, όπως η δοσολογία και οι παράμετροι του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου καθώς και το στάδιο της νόσου των ασθενών, του δείγματος.

Όσον αφορά τη χρόνια οσφυαλγία και την επίδραση των μαγνητικών πεδίων σε αυτή βρέθηκε μια μόνο μελέτη, η μελέτη του Lee και των συνεργατών του (2006), που να πληρεί τα κριτήρια αποκλεισμού και αποδοχής της παρούσας ανασκόπησης. Η ομάδα του Lee, κατέληξε στο ότι τα παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία, χαμηλής συχνότητας συνετέλεσαν στη μείωση του πόνου της χρόνιας οσφυαλγίας κατά τριάντα ένα τοις εκατό στο τέλος της θεραπείας και κατά τριάντα οκτώ τοις εκατό στο τέλος των τεσσάρων εβδομάδων μετά τη θεραπεία. Η έρευνα του Lee και των συνεργατών του συγκρίθηκε με τη μελέτη του Coats και των συνεργατών του (2004), η οποία διαπραγματευόταν τη χρήση ενός μη αντιφλεγμονώδους στεροειδούς φαρμάκου για την αντιμετώπιση του πόνου της χρόνιας οσφυαλγίας. Τα αποτελέσματα ήταν συγκρίσιμα. Στο τέλος των τεσσάρων εβδομάδων ο Coats και οι συνεργάτες του διαπίστωσαν μείωση του πόνου κατά πενήντα επτά τοις εκατό.

Παρόλο που ο μηχανισμός, κατά τον οποίο τα παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία προκαλούν αναλγησία, είναι ασαφής, έχουν διατυπωθεί διάφορες θεωρίες που δικαιολογούν αυτή τους τη λειτουργία. Έχει δημοσιευθεί η άποψη ότι επιδρούν στο κατιόν σύστημα αναλγησίας, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η παραγωγή της β-ενδορφίνης, να υπερπολώνεται το κύτταρο στο επίπεδο της τελικής κινητικής πλάκας και τελικά να προκαλείται μυϊκή χάλαση (Trock *et al*, 1994; Trock *et al*, 1993; Vallbona *et al*, 1999). Βέβαια, καμία από τις υπάρχουσες θεωρίες δεν μπορεί να δικαιολογήσει τη συμβολή των παλμικών ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στη μείωση του πόνου της χρόνιας οσφυαλγίας, καθώς ο όρος οσφυαλγία παραμένει ασαφής και περιλαμβάνει πολλές δομές, όπως το μυοσκελετικό σύστημα και τις νευρικές ρίζες.

Ο Kern και οι συνεργάτες του (2006) απέδειξαν ότι το παλμικό ηλεκτρομαγνητικό πεδίο συμβάλλει αναλγητικά στον πόνο του μέλους φαντάσματος. Η συγκεκριμένη μελέτη ήταν η μοναδική τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη, διπλά τυφλή μελέτη, που πληρούσε τα κριτήρια αποδοχής και αποκλεισμού της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης. Ωστόσο, είναι απαραίτητη η εκπόνηση περαιτέρω έρευνας για την εξαγωγή πιο ασφαλών συμπερασμάτων, καθώς η συγκεκριμένη μελέτη είχε αδύνατα σημεία, τα οποία κάνουν επισφαλή τη χρήση των συμπερασμάτων της, στην αποκατάσταση του πόνου μέλους φαντάσματος. Η μελέτη της ομάδας του Kern, υστερούσε όσον αφορά τον αριθμό των ατόμων του δείγματός της. Επίσης, η χρήση αναλγητικών φαρμάκων και από τα δυο γκρουπ, ενεργό και placebo, επηρέασε σαφώς το τελικό αποτέλεσμα και τέλος δεν υπήρχε ομοιογένεια όσον αφορά το δείγμα, καθώς δεν μπόρεσε να μετρηθεί η περιφερική ευαισθησία του κολοβώματος.

Η θεραπεία του νευροπαθητικού πόνου βασίζεται γενικά, στη χρήση αναλγητικών φαρμάκων. Ωστόσο, η μεγάλη συχνότητα των παρενεργειών και η μη καταλληλότητα των σκευασμάτων αυτών, σε σημαντικό ποσοστό περιπτώσεων, οδήγησε την έρευνα και τους ερευνητές στην εύρεση μη φαρμακολογικών θεραπειών. Η ομάδα του Bosi (2005) μελέτησαν την επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στην επώδυνη διαβητική νευροπάθεια και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία αφενός βοηθούν στη μείωση του πόνου της διαβητικής νευροπάθειας και αφετέρου συντελούν στη βελτίωση άλλων λειτουργικών, περιφερικών παραμέτρων του νευρικού ιστού. Βέβαια, όπως επισημαίνουν και οι συγγραφείς της συγκεκριμένης μελέτης, ο αριθμός των ατόμων του δείγματος ήταν μικρός, με αποτέλεσμα τα συμπεράσματα της μελέτης πιθανόν, να μην μπορούν να γενικευτούν στον γενικό πληθυσμό.

Επιπλέον, ο Durmus και οι συνεργάτες (2004), εκπόνησαν και αυτοί μια μελέτη στα πλαίσια του νευροπαθητικού πόνου. Η ομάδα του Durmus, μελέτησε την επίδραση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στο σύμπλοκο επώδυνο, περιοχικό σύνδρομο, τύπου I (CRPS type I). Συγκεκριμένα, συνέκρινε τη θεραπεία με ηλεκτρομαγνητικά πεδία, με καλσιτονίνη και με πρόγραμμα ασκήσεων και βρήκαν ότι η θεραπεία με ηλεκτρομαγνητικά πεδία δεν παρέχει κανένα όφελος σε σχέση με την καλσιτονίνη και το πρόγραμμα ασκήσεων. Ωστόσο, η ομάδα του Bosi (2005), κατέληξε στο ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία συμβάλλουν στην αναλγησία του νευροπαθητικού πόνου (επώδυνη διαβητική νευροπάθεια). Βέβαια, και σε αυτή τη μελέτη το δείγμα ήταν μικρό και είναι πολύ πιθανό σε μεταγενέστερες μελέτες, με μεγαλύτερο δείγμα, με διαφορετικές

παραμέτρους στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο, με διαφορετικά ηλεκτρόδια τα αποτελέσματα να είναι διαφορετικά.

Τέλος, στις περισσότερες μελέτες, αναφέρεται ότι η θεραπεία με ηλεκτρομαγνητικά πεδία, αποτελεί ασφαλή από θέμα παρενεργειών, μη επεμβατική μέθοδο, που απαιτεί περεταίρω διερεύνηση και υπόσχεται πολλά για το μέλλον.

Συμπέρασμα

Είναι γεγονός, πως υπάρχουν πολλά ερωτηματικά, που πρέπει να απαντηθούν, πριν θεωρήσουμε τη θεραπεία με ηλεκτρομαγνητικά πεδία ως κύρια θεραπεία και όχι ως συμπληρωματική ή ακόμα και βοηθητική, στο επικρατές πρωτόκολλο. Προς το παρόν, είναι αναγκαία η χρήση ελεγχόμενων, τυχαιοποιημένων, διπλά τυφλών μελετών προκειμένου να διασαφηνιστούν οι κατάλληλες παράμετροι των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων και ο χρόνος θεραπείας σε αυτά, προκειμένου να επιτευχθούν τα βέλτιστα αποτελέσματα (Vallbona et al, 1999). Επιπλέον, πρέπει να αξιολογηθεί το κόστος και η αποτελεσματικότητα αυτού του τύπου της θεραπείας, σε σχέση με άλλα παραδοσιακά πρωτόκολλα θεραπείας (π.χ. φαρμακευτική αγωγή).

Επιπροσθέτως, έχουν προκύψει πολλές δυσκολίες στην έρευνα, όσον αφορά τον βιοηλεκτρομαγνητισμό, καθώς δεν μπορούν να επαναληφθούν, για πολλούς λόγους, οι έρευνες, που εκπονήθηκαν σε διάφορα εργαστήρια. Άλλωστε, η έλλειψη σαφών μηχανισμών δράσης αποτελεί ένα ακόμα εμπόδιο στην τεκμηρίωση. Βέβαια, με συνεχή έρευνα και ανακαλύπτοντας πιο στέρεους μηχανισμούς δράσης, τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία πιθανόν να αποτελέσουν αποτελεσματική θεραπευτική παρέμβαση, στο μέλλον.

Αναφορές

1. AI Magnet Therapy for Health and Natural Pain Relief. *Magnet Therapy and Why It works*. Retrieved November 27, 1999 from the World Wide Web: <http://www.galaxymall.com/health/magnet/therapy.html>
2. Aktas I, Akgun K, Cakmak B. (2007) “Therapeutic effect of pulsed electromagnetic field in conservative treatment of subacromial impingement syndrome”. Clin Rheumatol. 2007 Aug;26(8):1234-9. Epub 2006 Nov 4.
3. Andersson GB. (1999) “Epidemiological features of chronic low-back pain” Lancet. Aug 14;354(9178):581-5. Review.
4. Armstrong D, Armstrong EM. (1991) The Great American Medicine Show. New York: Prentice Hall;185-94.
5. Barker AT, Dixon RA, Sharrard WJ, Sutcliffe ML. (1984) “Pulsed magnetic field therapy for tibial non-union. Interim results of a double-blind trial” Lancet. May 5; 1(8384):994-6.
6. Bassett CA, Pilla AA, Pawluk RJ. (1977) “A non-operative salvage of surgically-resistant pseudarthroses and non-unions by pulsing electromagnetic fields. A preliminary report” Clin Orthop Relat Res. May;(124):128-43.
7. Bassett C. (1989) ‘Fundamental and practical aspects of therapeutic uses of pulsed electromagnetic fields’. Crit Rev Biomed Eng; 17: 451–529
8. Bassett C. (1993) ‘Beneficial effects of electromagnetic fields’. J Cell Biochem; 51: 387–93
9. Becker RO, (1985) “Earth’s Magnetic Frequency”, The Body Electric, W Morrow, NY, pp 247-249
10. Becker RO, (1988) “Electromagnetism and Life”, Modern Bioelectricity, Dekker, USA, pp 9-15
11. Baermann, HM. The influence of multipolar static magnet field on the electrolytic system of a living organism with special reference to circulation and radial pole patterns. Paper presented at: International Symposium on Biomagnetology, Magnetotherapy and Postural Activity; May 29, 1989; Newport, RI.

12. Binder A, Parr G, Hazleman B, Fitton-Jackson S. (1984) "Pulsed electromagnetic field therapy of persistent rotator cuff tendinitis. A double-blind controlled assessment" *Lancet*. Mar 31;1(8379):695-8
13. Bosi E, Conti M, Vermigli C, Cazzetta G, Peretti E, Cordoni MC, Galimberti G, Scionti L. (2005) "Effectiveness of frequency-modulated electromagnetic neural stimulation in the treatment of painful diabetic neuropathy" *Diabetologia*. May;48(5):817-23. (Epub 2005 Apr 15)
14. Broeringmeyer R&M, (1987) "Biomagnetics for Health", Energy Therapy, Bio Health Enterprises, USA, pp 6-21, 53-58
15. Butterfield J. (1991) Dr. Gilbert's magnetism. *Lancet*;338:1576-9.
16. Callaghan MJ, Whittaker PE, Grimes S, Smith L. (2005) "An evaluation of pulsed shortwave on knee osteoarthritis using radiolucoscintigraphy: a randomised, double blind, controlled trial" *Joint Bone Spine*. Mar;72(2):150-5.
17. Charman RA, (Sept 1990) "The Electric Cell" *Physiotherapy UK*, pp 2-14
18. Charman RA, (Nov 1990) "Potentials in Bone and Connective Tissue", *Physiotherapy UK*, pp 27-96
19. Coats IL, Borenstein DG, Nangia NK, Brown MT (2004) 'Effects of valdecoxib in the treatment of chronic low back pain: results of a randomized placebo controlled trial'. *Clin Ther*; 26: 1249-1260
20. Collacott EA, Zimmerman JT, White DW, Rindone JP. (2000) "Bipolar permanent magnets for the treatment of chronic low back pain: a pilot study" *JAMA*. Mar 8;283(10):1322-5
21. Coghill R, (2000) "Definition of a Magnet and a Magnetic Field", *The Book of Magnet Healing*, Simon & Schuster, Gala Books, London UK, p 20
22. Coghill R, (2000) "The Earth, and Geomagnetic variations", *Magnet Healing*, Simon & Schuster, Gala Books, London UK, pp 16-33
23. Coghill R, (2000) "Earth as a Magnet", *Magnet Healing*, Simon & Schuster, Gala Books, London UK, pp 16-18
24. Coghill R, (2000) "What is a Magnet?" A material containing unpaired electrons with same direction of spin and axes all aligned. "Magnet Healing" p 20
25. Cook CM, Thomas AW, Prato FS. (2004) "Resting EEG is affected by exposure to a pulsed ELF magnetic field" *Bioelectromagnetics*. Apr;25(3):196-203.

26. Durmus A, Cakmak A, Disci R, Muslumanoglu L. (2004) 'The efficiency of electromagnetic field treatment in Complex Regional Pain Syndrome Type I'. *Disabil Rehabil.* May 6;26(9):537-45.
27. Eisenberg DM, Davis RB, Ettner SL, et al. (1998) Trends in alternative medicine use in the United States 1990-1997: results of a follow-up national survey. *JAMA*; 280:1569–1575.
28. Feinendegen LE, Mühlensiepen H. (1988) 'Effect of static magnetic field on cellular metabolism in the living mouse'. *Endeavour.* 12(3):119-23.
29. Feinendegen LE, Mühlensiepen H. (1987) 'In vivo enzyme control through a strong stationary magnetic field--the case of thymidine kinase in mouse bone marrow cells'. *Int J Radiat Biol Relat Stud Phys Chem Med.* Sep;52(3):469-79.
30. Fernandez MI, Watson PJ, Rowbotham DJ.(2007) "Effect of pulsed magnetic field therapy on pain reported by human volunteers in a laboratory model of acute pain" *Br J Anaesth.* Aug;99(2):266-9. Epub 2007 May 22.
31. Florig HK. (1992) Containing the costs of the EMF problem. *Science*; 257:468-92
32. Foster KR. (1992) Health effects of low-level electromagnetic fields: phantom or not-so-phantom risks? *Health Phys*; 62:429-35
33. Frykman GK, Taleisnik J, Peters G, Kaufman R, Helal B, Wood VE, Unsell RS. (1986) "Treatment of nonunited scaphoid fractures by pulsed electromagnetic field and cast", *J Hand Surg [Am]*. May;11(3):344-9
34. Goodman R, Henderson AS. (1988) Exposure of salivary gland cells to low-frequency electromagnetic fields alters polypeptide synthesis. *Proc Natl Acad Sci USA*.;85:3928-32
35. Grace RJ, (1992) "Health Implications of Magnetic Fields", 4th Oceania Symposium on Complementary Medicine, BioConcepts, Aust, pp 119-127
36. Grace RJ, (1996) "Role of Biomagnetic Fields in Nutrition Uptake", 5th Oceania Symposium on Compl. Medicine, BioConcepts, Aust, pp 60-75
37. Grace RJ, (1998) (Bicarbonate Bonding & breaking), "Biomagnetic Energy in Pain Relief & Healing" 2nd Int Conf on Bioelectromagnetism, Monash. pp 143-144

38. Graven-Nielsen T, Janssønn Y, Sergerdahl M, et al. (2003) "Experimental pain by ischaemic contractions compared with pain by intramuscular infusions of adenosine and hypertonic saline" *Eur. J. Pain* 7: 93-102
39. Hart GK (1999) "Error in medicine: adverse events in intensive care." *Schweiz Med Wochenschr.* Oct 30; 129(43):1583-91.
40. Heckman JD, Ingram AJ, Loyd RD, Luck JV Jr, Mayer PW. (1981) "Nonunion treatment with pulsed electromagnetic fields" *Clin Orthop Relat Res.* Nov-Dec;(161):58-66.
41. Hershler C, Sjaus A. (1999) Pulsed signal therapy: treatment of chronic pain due to traumatic soft tissue injury. *Int Med J*; 6(3): 167-173
42. Hulme JM, Judd MG, Robinson VA, Tugwell P, Wells G, de Bie RA (2005) 'Electromagnetic fields for the treatment of osteoarthritis'. *The Cochrane Library* (Oxford)
43. Ibiwoye MO, Powell KA, Grabiner MD, et al. (2004) 'Bone mass is preserved in a critical-sized osteotomy by low energy pulsed electromagnetic fields as quantitated by in vivo micro-computed tomography'. *J Orthop Res*; 22: 1086–93
44. Jacobson JJ, Gorman R, Yamanashi WS, Saxena BB, Clayton L. (2001) 'Low-amplitude, extremely low frequency magnetic fields for the treatment of osteoarthritic knees: a double-blind clinical study'. *Altern Ther Health Med.* Sep-Oct;7(5):54-64, 66-9.
45. Jadad AR, Moore RA, Carroll D et al. (1996) Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary? *Control Clin Trials*; 17: 1-12
46. Jauchem JR, Merritt JH. (1991) The epidemiology of exposure to electromagnetic fields: an overview of the recent literature. *J Clin Epidemiol.*; 44:895-906
47. Kathleen B. Sweeney, Mark A. Merrick, Christopher D. Ingersoll, and John A. Swez (2001) 'Therapeutic Magnets Do Not Affect Tissue Temperatures' *J Athl Train.* Jan–Mar; 36(1): 27–31.
48. Kavaliers M, Ossenkopp KP. (1993) "Repeated naloxone treatments and exposures to weak 60-Hz magnetic fields have 'analgesic' effects in snails" *Brain Res.* Aug 20;620(1):159-62.

49. Kern U, Altkemper B, Kohl M. (2006) "Management of phantom pain with a textile, electromagnetically-acting stump liner: a randomized, double-blind, crossover study" *J Pain Symptom Manage.* Oct;32(4):352-60.
50. Leclaire R, Bourgouin J. (1991) "Electromagnetic treatment of shoulder periarthritis: a randomized controlled trial of the efficiency and tolerance of magnetotherapy" *Arch Phys Med Rehabil.* Apr;72(5):284-7
51. Lee PB, Kim YC, Lim YJ, Lee CJ, Choi SS, Park SH, Lee JG, Lee SC. (2006) "Efficacy of pulsed electromagnetic therapy for chronic lower back pain: a randomized, double-blind, placebo-controlled study" *J Int Med Res.* Mar-Apr; 34(2):160-7
52. Lee EWC, Maffulli N, Chi Kei L, Kai Ming C. (1997) 'Pulsed magnetic and electromagnetic fields in experimental Achilles tendonitis in the rat: a prospective randomized study'. *Arch Phys Med Rehabil*; 78: 399–404
53. Lewis JS, Wright C, Green A (2005) 'Subacromial Impingement Syndrome: The Effect of Changing Posture on Shoulder Range of Movement'. *J Orthop Sports Phys Ther*vol. 35,72-87
54. Liboff AR, Williams T, Strong DM, Wistar R (1984). Time-varying magnetic fields: Effect on DNA synthesis. *Science.*; 223:818-20
55. Low J, Reed A (1994) Electromagnetic fields: Sortwave diathermy, pulsed electromagnetic energy and magnetic therapies. In: Low J, Reed A. *Electrotherapy explained: Principles and practice.* 2nd ed. Boston (MA): Butterworth-Heinemann; p. 239-278
56. Luben RA, Cain CD, Chen MC, Rosen DM, Adey WR. (1982) Effects of electromagnetic stimuli on bone and bone cells in vitro. *Proc Natl Acad Sci USA*; 79:4180-4
57. Macklis RM. (1993) Magnetic healing, quackery, and the debate about the health effects of electromagnetic fields. *Ann Intern Med.* Mar 1;118(5):376-83.
58. Marino AA, (1988) "Environmental Electromagnetic Energy and Public Health", *Modern Bioelectricity*, Dekker, USA, pp 965-1044
59. Markov MS, Colbert A. (2000) 'Magnetic and electromagnetic field therapy'. *J Back Musculoskelet Rehabil*; 15: 17–29

60. Marks R, Ghassemi M, Duarte R, Van Nguyen JP (1999) "Review of the literature on shortwave diathermy as applied to osteoarthritis of the knee". *Physiotherapy*, 85:304-316.
61. Martin LJ, Koren SA, Persinger MA. (2004) "Thermal analgesic effects from weak, complex magnetic fields and pharmacological interactions". *Pharmacol Biochem Behav.* Jun;78(2):217-27.
62. McCarthy Christopher James, Callaghan Michael James and Oldham Jacqueline Anne (2006) 'Pulsed electromagnetic energy treatment offers no clinical benefit in reducing the pain of knee osteoarthritis: a systematic review'. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 7:51
63. Michaelson SM. (1987) Influence of power frequency electric and magnetic fields on human health. *Ann NY Acad Sci*; 502:55-75.
64. Midura RJ, Ibiwoye MO, Powell KA, et al. (2005) 'Pulsed electromagnetic field treatments enhance the healing of fibular osteotomies'. *J Ortop Res*; 23: 1035–46
65. Milham S. (1982) Mortality from leukemia in workers exposed to electrical and magnetic fields (Letter). *N Engl J Med*; 307:249.
66. Mizushima Y, Akaoka I, Nishida Y (1975) Effects of magnetic field on inflammation. *Experientia*; 21:1411-2.
67. Mourino MR. (1991) From Thales to Lauterbur, or from the lodestone to MR imaging: magnetism and medicine. *Radiology*; 180:593-612.
68. Naessens G, (1991) "Medical Dissent", *Persecution and Trial of Gaston Naessens*, HJ Kramer, USA, pp 239-258
69. Niederberger V, Horak F, Vrtala S, Spitzauer S, Krauth MT, Valent P, Reisinger J, Pelzmann M, Hayek B, Kronqvist M, Gafvelin G, Grönlund H, Purohit A, Suck R, Fiebig H, Cromwell O, Pauli G, van Hage-Hamsten M, Valenta R. (2004) Vaccination with genetically engineered allergens prevents progression of allergic disease. *Proc Natl Acad Sci U S A.* Oct 5;101 Suppl 2:14677-82. Epub 2004 Aug 13.
70. Null G, (1998) "Issues in Magnet Therapy", *Magnetism and Electromagnetism, Healing with Magnets*, Carroll & Graf, NY, pp 2-11
71. Peregrinus P. (1289) *Epistola Petri Peregrini de Maricourt ad Sygerum de Foucaucourt, Militem, De Magnete*. Privately published, Italy.

72. Persinger MA, (1988) "Schumann and biological frequencies", Modern Magnetotherapies, Dekker, USA, pp 597-598 (5)
73. Pethig R, (1988) "Membranes and Cells", Modern Bioelectricity, Dekker, USA, pp 151-179
74. Philpott WH, (1990) "Effects of Electromagnetic Contamination", Biomagnetic Handbook, Enviro-Tech Products Publishers, USA, pp 12-18
75. Pastakia (1978) "Biological effects of electromagnetic fields" New England Journal of Medicine, 298(24): 21
76. Pipitone N, Scott DL. (2001) "Magnetic pulse treatment for knee osteoarthritis: a randomised, double-blind, placebo-controlled study" Curr Med Res Opin.;17(3):190-6.
77. Pool R. (1990) Is there an EMF-cancer connection? Science; 249: 1096-8.
78. Prato FS, Robertson JA, Desjardins D, Hensel J, Thomas AW. (2005) "Daily repeated magnetic field shielding induces analgesia in CD-1 mice". Bioelectromagnetics. Feb;26(2):109-17.
79. Quinan JR. (1885) The use of the magnet in medicine. Maryland Med J.;14:460-5.
80. Quittan M, Schuhfried O, Wiesinger GF, Fialka-Maser V (2000) Clinical effectiveness of magnetic field therapy—a review of the literature. Acta Med Austriaca 27:61–68
81. Ramey D. (1998) 'Magnetic and electromagnetic therapy'. Sci Rev Altern Med; 2: 13–9
82. Ratterman R, Secrest J, Norwood B, et al. (2002) Magnet therapy: what's the attraction? Journal of the American Academy of Nurse Practitioners; 14(8):347-353).
83. Savitz DA, Wachtel H, Barnes FA, John EM, Tvrdik JG. (1988) Case-control study of childhood cancer and exposure to 60-Hz magnetic fields. Am J Epidemiol; 128:21-38
84. Shore RE. (1988) Electromagnetic radiations and cancer. Cause and prevention. Cancer; 62(Suppl):1747-54.
85. Shupak NM, McKay JC, Nielson WR, Rollman GB, Prato FS, Thomas AW. (2006) "Exposure to a specific pulsed low-frequency magnetic field: a double-

- blind placebo-controlled study of effects on pain ratings in rheumatoid arthritis and fibromyalgia patients”. *Pain Res Manag.* Summer;11(2):85-90.
86. Shupak NM, Prato FS, Thomas AW. (2004) “Human exposure to a specific pulsed magnetic field: effects on thermal sensory and pain thresholds”. *Neurosci Lett.* Jun 10;363(2):157-62.
 87. Simons DG (1996) Clinical and etiological update of myofascial pain of trigger points. *J Musculoskeletal Pain* 4(1-2):93-121
 88. Sicken BF, Jacob JM, Walker JL. (1995) “Acute treatment with pulsed electromagnetic fields and its effect on fast axonal transport in normal and regenerating nerve” *J Neurosci Res.* Dec; 42(5):692-9
 89. Smania N, Corato E, Fiaschi A, Pietropoli P, Aglioti SM, Tinazzi M. (2005) ‘Repetitive magnetic stimulation: a novel therapeutic approach for myofascial pain syndrome’. *J Neurol*; 252: 307-314
 90. Smith TL, Wong-Gibbons D, Maultsby J. (2004) ‘Microcirculatory effects of pulsed electromagnetic fields’. *J Orthop Res*; 22: 80–4
 91. Spector TD, Hart DJ (1992) “How serious is knee osteoarthritis”? *Ann Rheum Disease*, 51:1105-1106.
 92. Sutbeyaz ST, Sezer N, Koseoglu BF. (2006) “The effect of pulsed electromagnetic fields in the treatment of cervical osteoarthritis: a randomized, double-blind, sham-controlled trial” *Rheumatol Int.* Feb;26(4):320-4. (Epub 2005 Jun 29)
 93. Thamsborg G, Florescu A, Oturai P, Fallentin E, Tritsaridis K, Dissing S. (2005) “Treatment of knee osteoarthritis with pulsed electromagnetic fields: a randomized, double-blind, placebo-controlled study” *Osteoarthritis Cartilage.* Jul;13(7):575-81
 94. Thomas AW, Graham K, Prato FS, McKay J, Forster PM, Moulin DE, Chari S. (2007) ‘A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial using a low-frequency magnetic field in the treatment of musculoskeletal chronic pain’. *Pain Res Manag.* Winter;12(4):249-58.
 95. Trock DH, Bollet AJ, Dyer RH Jr, Fielding LP, Miner WK, Markoll R. (1993) “A double-blind trial of the clinical effects of pulsed electromagnetic fields in osteoarthritis” *J Rheumatol.* Mar;20(3):456-60.

96. Trock DH, Bollet AJ, Markoll R. (1994) "The effect of pulsed electromagnetic fields in the treatment of osteoarthritis of the knee and cervical spine. Report of randomized, double blind, placebo controlled trials" *J Rheumatol.* Oct; 21(10):1903-11.
97. Vallbona C, Richards T (1999) 'Evolution of magnetic therapy from alternative to traditional medicine'. *Phys Med Rehabil Clin N Am*; 10: 729-754
98. Walleczek J, Liburdy RP. (1990) Nonthermal 60 Hz sinusoidal magnetic-field exposure enhances 45-Ca²⁺ uptake in rat thymocytes: dependence on mitogen activation. *FEBS Lett.*;271:157-60
99. Washnis GJ & Hricak RZ, (1993) "How magnetic fields work in the body", *Discovery of Magnetic Health*, Nova Publishing, USA, pp 24-45
100. Werbach MR, (1992) "Risk to Benefit Ratio of Drugs and Nutrients", *Adjuvant Nutrition in Cancer Treatment*, P Quillan, USA, pp 45-53
101. Wertheimer N, Leeper E. (1979) Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am J Epidemiol*; 109:273-84.
102. Wertheimer N & Leeper E, (1982) "Electrical Wiring, EMF, and Childhood Cancer", *Intn'l J Epidemiology* Vol 11, pp 345-355
103. Wikswo J, Barach J. (1980) 'An estimate of the steady magnetic field strength required to influence nerve conduction'. *IEEE Trans Biomed Eng*; 27: 722-3
104. Woolf AD, Pfleger B (2003) "Burden of major musculoskeletal conditions" *Bulletin of the World Health Organisation*, 81:646-656 [<http://PM:14710506>].
105. Zeydel EE, (1980) 'Magnetic Currents of the Earth', *Hidden healing Powers in the Electromagnetic Spectrum*, Aust., pp 99-109

Παράρτημα

Μελέτη	Σχεδιασμός-ποιότητα	Πάθηση-ηλικία-μέγεθος δείγματος	Παρέμβαση-χρόνος έκθεσης στο πεδίο	Ομάδα ελέγχου	Μέτρηση πόνου	Σύγκριση	Αποτελέσματα
Μελέτες για τον οξύ πόνο							
Fernandez et al (2007)	Double blind, RCT, με 2 παράλληλα γκρουπ quality 5	Εργαστηριακό μοντέλο οξέος πόνου. Ηλικία: 18 - 40 έτη. Δείγμα: 10 ασθενείς	<u>Ηλεκτ/τικό πεδίο:</u> Ένταση: 600 Gauss, συχνότητα: 1,25 Hz, εύρος παλμού 3μs. Χρόνος έκθεσης: 30 min, για 1 εβδομάδα.	Placebo	Κλίμακα VAS	Το ενεργό γκρουπ με το Placebo γκρουπ	Μη στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα, στην σχέση του συγκεκριμένου μαγνητικού πεδίου και του οξέως πόνου (σύγκριση 2 γκρουπ).
Μελέτες για τον μυοσκελετικό πόνο							
Smania et al (2005)	Απλά τυφλή, RCT, με 3 παράλληλα γκρουπ – Quality 3	Trigger points. M.O. ηλικίας (έτη): 36.47 (ενεργό), 44.61 (Placebo) & 36.56 (control). Δείγμα: 53 άτομα	<u>Ηλεκτ/τικό πεδίο:</u> Συχνότητα: 20Hz, ένταση: 4000G. Χρόνος έκθεσης: 20 min, 10 συνεδρίες (5ημέρες/εβδομάδα, για 2 εβδομάδες)	Placebo & control γκρουπ	Κλίμακα NPDVAS, αλγόμετρο & αξιολόγηση πόνου μέσω ψηλάφησης	Ενεργό με Placebo και control γκρουπ	Ο μαγνητικός ερεθισμός των Trigger points απεδείχθη στατιστικά σημαντικός με τη μείωση του πόνου σε σύγκριση με τα 3 γκρουπ
Thomas et al (2007).	Double blind, RCT, με 2 παράλληλα γκρουπ Quality 3	Μυοσκελετικός πόνος M.O. ηλικίας: 54 έτη Δείγμα: 32 άτομα	<u>Ηλεκτ/τικό πεδίο:</u> Συχνότητα: <1000Hz, ένταση 400μT. Χρόνος έκθεσης: 40 min, 2 φορές/ ημέρα για 1 εβδομάδα.	Placebo	Κλίμακα VAS	Το ενεργό γκρουπ με το Placebo	Η σχέση του εντοπισμένου μυοσκελετικού πόνου με τα ηλεκτρ/τικά πεδία χαμηλής συχνότητας, δεν απεδείχθη στατιστικά σημαντική, σε σύγκριση με το placebo γκρουπ
Aktas et al (2007).	Double blind, RCT, με 2 παράλληλα γκρουπ Quality 5	Σύνδρομο υπακρωμιακής προστριβής. M.O. ηλικίας (έτη): 48.7±9(ενεργό), 53.9±11.2 (Placebo) Δείγμα: 46 ασθενείς	<u>Ηλεκτ/τικό πεδίο:</u> Συχνότητα: 50Hz, ένταση: 30G. Χρόνος έκθεσης: 25 min, (5 συνεδρίες/ εβδομάδα), για 3 εβδομάδες	Placebo	Κλίμακα VAS	Το ενεργό γκρουπ με το Placebo	Η θεραπεία του συνδρόμου υπακρωμιακής προστριβής, με παλμικά ηλεκτρ/τικά πεδία δεν απεδείχθη στατιστικά σημαντική με τη μείωση του πόνου και την αύξηση της λειτουργικότητας στον ώμο (σύγκριση 2 γκρουπ)

Μελέτες για την οστεοαρθρίτιδα του γόνατος							
Pipitone et al (2001)	Double blind, RCT, με 2 παράλληλα γκρουπ – quality 5	ο.α. γόνατος Μ.Ο. σε έτη: 62 (ενεργό) & 64 (Placebo γκρουπ). Δείγμα: 75 ασθενείς	<u>Ηλεκτ/τικό πεδίο:</u> Ένταση: <0,5 Gauss, συχνότητα: (3, 7.8, 20) Hz, Χρόνος έκθεσης: 10 min, 3 φορές/ ημέρα, για 6 εβδομάδες.	Placebo	Κλίμακα VAS	Ενεργό με Placebo γκρουπ	Η σχέση των συγκεκριμένων παλμικών ηλεκτρ/ικών πεδίων με τη δυσλειτουργία και τον πόνο της ο.α. του γόνατος δεν αποδείχθη στατιστικά σημαντική.
Thamsborg et al (2005)	Double blind, RCT, με 2 παράλληλα γκρουπ – quality 3	ο.α. γόνατος Μ.Ο. ηλικίας σε έτη: 60,4 (ενεργό) & 59,6 (Placebo γκρουπ). Δείγμα: 83 ασθενείς	<u>Ηλεκτ/τικό πεδίο:</u> 1 -100 mV/cm, δυναμικό: ±50V, συχνότητα: 50Hz, διάρκεια παλμού: 3ms. Χρόνος έκθεσης 2 h κάθε 5 με 7 μέρες ανάλογα τον ασθενή, για 6 εβδομάδες.	Placebo	WOMAC index	Ενεργό με Placebo γκρουπ	Μη στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της μείωσης του πόνου και της θεραπείας με παλμικά ηλεκτρ/τικά πεδία. Σε ασθενείς < 65 ετών η ίδια θεραπεία διευκολύνει τη δυσκαμψία (σχέση στατιστικά σημαντική).
Callaghan et al (2005)	Double blind, RCT, με 3 παράλληλα γκρουπ – quality 4	ο.α. γόνατος Ηλικία δείγματος: >65 ετών Δείγμα: 27 ασθενείς	<u>Ηλεκτ/τικό πεδίο:</u> Α' γκρουπ: συχνότητα: 27MHz, δόση: 200μs & 400 παλμούς/sec. Β' γκρουπ: συχνότητα: 27MHz, δόση: 400μs & 400 παλμούς/sec. Ισχύς εξόδου 10W. Γ' γκρουπ: placebo. Χρόνος έκθεσης: 20 min, 6 συνεδρίες/ 2 εβδομάδες.	Placebo & control γκρουπ	Κλίμακα VAS	Ενεργό με Placebo & control γκρουπ	Η θεραπεία στην ο.α. του γόνατος με παλμικά βραχέα κύματα (ηλεκτρομαγνητικά κύματα) δεν αποδείχθη στατιστικά σημαντική με τη μείωση του πόνου και της φλεγμονής, σε σύγκριση με το placebo γκρουπ
Jacobson et al (2001)..	Double blind, RCT, με 2 παράλληλα γκρουπ – quality 3	ο.α. γόνατος Δείγμα: 176 ασθενείς	<u>Ηλεκτ/τικό πεδίο:</u> Ένταση: από 2.74×10^{-7} μέχρι 3.4×10^{-8} G, συχνότητα: από 7.7 μέχρι και 0.976Hz. Χρόνος έκθεσης: 48 min, για 8 συνεδρίες, για 2 εβδομάδες	Placebo	Κλίμακα από το 1 μέχρι 10	Ενεργό με Placebo γκρουπ	Ο συγκεκριμένος τρόπος θεραπείας αποδείχθη στατιστικά σημαντικός με τη μείωση του πόνου στην ο.α. του γόνατος.

Μελέτες για την αυχενική οστεοαρθρίτιδα							
Sutbeyaz T. S. et al (2006)	Double blind, RCT, με 2 παράλληλα γκρουπ – quality 5	Αυχενική ο.α. Ηλικία: από 30 - 70 ετών. Δείγμα: 32 ασθενείς	<u>Ηλεκτ/τικό πεδίο:</u> Στρώμα διαστάσεων 1,8x0,6m παρήγαγε παλμικό ηλεκτρομαγνητικό πεδίο έντασης 40μT, και συχνότητας 0,1-64 Hz. Χρόνος έκθεσης 30 λεπτά, 2 φορές την ημέρα για 3 εβδομάδες.	Placebo	Κλίμακα VAS	Το ενεργό με το Placebo γκρουπ	Το ενεργό γκρουπ βελτιώθηκε όσον αφορά τον πόνο, από τη χρήση του συγκεκριμένου μαγνητικού πεδίου. Το αποτέλεσμα ήταν στατιστικά σημαντικό. Επίσης, υπήρξε βελτίωση στην τροχιά και στο μυϊκό σπασμό της Α.Μ.Σ.Σ.
Μελέτες για οσφυαλγία							
Lee et al (2006)	Double blind, RCT, με 2 παράλληλα γκρουπ – quality 3	Χρόνια οσφυαλγία. Μ.Ο. ηλικίας σε έτη: 75±5 (ενεργό) & 74±4 (Placebo γκρουπ). Δείγμα: 36 ασθενείς	<u>Ηλεκτ/τικό πεδίο:</u> Ισχύς: 2T (±5%), εύρος συχνότητας: 1-50Hz, εύρος παλμού 270μs (±5%). Χρόνος έκθεσης: 15 min, 3 φορές/εβδομάδα, για 3 εβδομάδες.	Placebo	Αριθμητική αναλογική κλίμακα (NRS)	Ενεργό με Placebo γκρουπ	Ο τρόπος αυτός θεραπείας απεδείχθη στατιστικά σημαντικός με τη μείωση του πόνου σε σύγκριση με το Placebo γκρουπ

Μελέτες για το νευρολογικό πόνο							
Uwe Kern et al (2006)	Double blind, RCT, με 2 παράλληλα γκρουπ – quality 3	Πόνος από μέλος φάντασμα. Ηλικία: > 18 έτη. Δείγμα: 27 ασθενείς	<u>Ηλεκτ/τικό πεδίο:</u> Ένταση ηλεκτ/κού ρεύματος: 20-200Ωμ, 40db, συχνότητα 7GHz. Χρόνος έκθεσης: 6 εβδομάδες.	Placebo	Αριθμητική αναλογική κλίμακα (NRS)	Ενεργό με Placebo γκρουπ	Η επίδραση του σιλικονένιου εξαρτήματος, που περιέχει και ηλεκτρομαγνητικές ιδιότητες στον πόνο από το μέλος φάντασμα, είναι στατιστικά σημαντική με τη μείωση του πόνου.
Durmus et al (2004).	Double blind, RCT, με 2 παράλληλα γκρουπ – quality 5	(CRPS) τύπου I Ηλικία: 18-55 έτη Δείγμα: 40 ασθενείς	<u>Ηλεκτ/τικό πεδίο:</u> ένταση 100Gauss, συχνότητα 50Hz. Χρόνος έκθεσης: 60 min τη συνεδρία, 5 φορές την εβδομάδα, για 6 εβδομάδες (30 συνεδρίες)	Placebo	Κλίμακα VAS, λεκτική κλίμακα πόνου και με τον πόνο στην ψηλάφηση	Ενεργό με Placebo γκρουπ	Τα αποτελέσματα δεν απεδείχθησαν στατιστικά σημαντικά όσον αφορά την επίδραση των ηλεκτρ/τικών πεδίων στον πόνο. Το παλμικό ηλεκτρ/τικό πεδίο δεν ωφελεί ούτε συμπληρωματικά το ήδη υπάρχον θεραπευτικό πρωτόκολλο για το (CRPS) τύπου I
Bosi et al (2004)	Double blind, RCT, με 2 παράλληλα γκρουπ – quality 3	Επώδυνη διαβητική νευροπάθεια. Ηλικία από 18 μέχρι 70 έτη Δείγμα: 31 ασθενείς	<u>Ηλεκτ/τικό πεδίο:</u> Δυναμικό: 0-255V, συχνότητα παλμού: 1-50Hz, διάρκεια παλμού: 10-40μs. Χρόνος έκθεσης: 10 συνεδρίες, σε 3 εβδομάδες (ανά 24h) από 30 min τη φορά.	Placebo	Κλίμακα VAS	Ενεργό με Placebo γκρουπ	Το ενεργό γκρουπ βελτιώθηκε όσον αφορά τον πόνο, από τη χρήση του συγκεκριμένου μαγνητικού πεδίου. Το αποτέλεσμα ήταν στατιστικά σημαντικό

