



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Καταγραφή της αποτελεσματικότητας των
φυσικοθεραπευτικών πρωτοκόλλων με χρήση
των συσκευών ενδοδιαθερμίας και αξιολόγηση
του ποιοτικού ελέγχου της συσκευής**



Σπουδαστές: Μοιράγιας Ηρακλής

Μαρκόπουλος Γεώργιος

Εποπτεύων καθηγητής: Ανδρικόπουλος Ανδρέας

Αίγιο – 2020

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας την ερευνητική πτυχιακή εργασία μας, οφείλουμε να ευχαριστήσουμε όλους τους ανθρώπους που μας βοήθησαν κατά την διάρκεια διεκπαιρέωσης.

Πρωτίστως θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον καθηγητή Ανδρικόπουλο Ανδρέα που μας ανέθεσε το συγκεκριμένο θέμα, την καθοδήγηση που μας παρείχε στο διάστημα συγγραφής της εργασίας μας καθώς και κατά τη διάρκεια των σπουδών μας.

Στη συνέχεια θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλα τα Κέντρα Φυσικοθεραπείας της Δυτικής Ελλάδας που δέχθηκαν να συνεργαστούν και μας βοήθησαν στο να συγκεντρώσουμε τα απαραίτητα στοιχεία για την ολοκλήρωση του ερευνητικού τμήματος της πτυχιακής μας εργασίας.

Τέλος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλο το προσωπικό του τμήματος για τις γνώσεις που μας παρείχαν κατά την διάρκεια των σπουδών μας.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στο κλάδο της θεραπευτικής αποκατάστασης η χρήση συσκευών που χρησιμοποιούν ηλεκτρομαγνητικά πεδία αυξάνεται ολοένα και περισσότερο καθώς υπάρχουν ενδείξεις για την αποκατάσταση μυοσκελετικών και άλλων παθήσεων. Ο κύριος μηχανισμός λειτουργίας τους είναι η θερμότητα η οποία χρησιμοποιείται από τους αρχαίους χρόνους μέχρι και σήμερα ως μέσω αποκατάστασης και ίασης.

Συσκευές ηλεκτρομαγνητικών πεδίων που χρησιμοποιούνται στον κλάδο ιατρικών επιστημονών είναι οι διαθερμίες. Σήμερα το εύρος των πεδίων αυτών έχει διευρυνθεί αρκετά σε σχέση με το παρελθόν καθώς πλέον συναντώνται κύματα μέχρι και 27MW, τιμές οι οποίες ελαχιστοποιούν κατά πολύ τον χρόνο αποκατάστασης διάφορων παθολογιών.

Μία κατηγορία των συσκευών διαθερμίας είναι η Te.C.A.R Therapy που η λειτουργία της βασίζεται στην παραγωγή ενδογενούς υπερθερμίας. Αρχικά η υπερθερμία χρησιμοποιήθηκε για την αντιμετώπιση του καρκίνου και γενικότερα στην αντιμετώπιση των όγκων αλλά πλέον υπάρχουν πρωτόκολλα για ένα μεγάλο αριθμό διαφορετικών παθήσεων.

Η Te.C.A.R. Therapy τα τελευταία χρόνια κάνει πιο έντονη την εμφάνιση της στην Ελλάδα, καθώς πλέον αποτελεί μια από τις διαθέσιμες μεθόδους θεραπείας από τους Φυσικοθεραπευτές προς τους ασθενείς. Ο θεραπευτής έχει την δυνατότητα να επιλέγει τις διάφορες παραμέτρους με σκοπό την διαφοροποίηση των πρωτοκόλλων θεραπείας και της εξέλιξης της ίασης.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στους τομείς της ιατρικής και της φυσιοθεραπευτικής της αποκατάστασης με την χρήση των φυσικών μέσων και συγκεκριμένα φυσικών μέσων διαθερμίας και ενδοδιαθερμίας είναι απαραίτητες οι ανάλογες επιστημονικές έρευνες και ενημερωτικά προγράμματα καθώς οι συσκευές αυτές εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Για αυτό καθίσταται αναγκαία η κατανόηση της συμπεριφοράς και της επίδρασης των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στους ανθρώπινους ιστούς. Η χρήση φυσικών μέσων με ηλεκτρομαγνητικά πεδία στη φυσιοθεραπεία αυξάνεται ολοένα και περισσότερο καθώς υπάρχουν ενδείξεις για την αποκατάσταση μυοσκελετικών παθήσεων. Καθίσταται απαραίτητο ο φυσικοθεραπευτής να κατανοεί όλες τις παραμέτρους των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων και πώς αυτές επιδρούν στους ιστούς ώστε να επιτευχθεί μια ποιοτική και ασφαλής θεραπεία. Η συνεχόμενη χρήση των συσκευών μπορεί να οδηγήσει σε μηχανικές βλάβες αυτών με αποτέλεσμα να εκπέμπονται λανθασμένα ποσά ακτινοβολίας, επιβλαβή για τον θεραπευτή. Προκύπτει το ερώτημα για το αν πραγματοποιείται ποιοτικός έλεγχος των συσκευών αυτών καθώς και αν οι θεραπευτές είναι ενήμεροι για τα πρωτόκολλα σωστής εφαρμογής των συσκευών ενδοδιαθερμίας. Σκοπός της έρευνας που θα διεξαχθεί είναι να υποστηρίξει βιβλιογραφικά την αποτελεσματικότητα των ενδοδιαθερμιών στα φυσικοθεραπευτικά πρωτόκολλα και η καταγραφή των απόψεων των φυσικοθεραπευτών σχετικά με την γνώση τους για τον τρόπο χρήσης της ενδοδιαθερμίας καθώς και για θέματα ασφάλειας, τεχνικής υποστήριξης και συντήρησης των συσκευών. Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο θα γίνει μια ανασκόπηση των ορισμών και των παραμέτρων καθώς και των φυσιολογικών αρχών λειτουργίας των πεδίων ηλεκτρομαγνητισμού, στο δεύτερο κεφάλαιο θα αναλυθεί η επίδραση της θερμότητας/υπερθερμίας στους ιστούς του ανθρώπου, στο τρίτο κεφάλαιο θα παρουσιαστεί η δράση της διαθερμίας και η συσκευή ενδοδιαθερμίας Tecar, ο τρόπος εφαρμογής της, οι τεχνικές δράσης της, οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται για την σωστή εφαρμογή της, τα φυσικοθεραπευτικά πρωτόκολλα στα οποία εφαρμόζεται, η αποτελεσματικότητα της θεραπείας καθώς και οι κίνδυνοι που μπορεί να προκύψουν. Το τέταρτο κεφάλαιο αφορά το ερευνητικό κομμάτι της εργασίας όπου θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της έρευνας. Για την έρευνα θα γίνει διανομή των κατάλληλων ερωτηματολογίων σε ιδιωτικές επιχειρήσεις φυσικοθεραπευτών που διαθέτουν τουλάχιστον μία συσκευή ενδοδιαθερμίας και θα αποκλειστούν τα κέντρα που δε διαθέτουν τέτοιες συσκευές και που δεν επιθυμούν να συνεργαστούν. Το πλαίσιο διεξαγωγής της έρευνας θα περιορίζεται στα όρια της Δυτικής Ελλάδας. Στο τελευταίο κεφάλαιο θα γίνει σύνοψη των συμπερασμάτων καθώς και η παρουσίαση της βιβλιογραφίας και αρθρογραφίας που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της εργασίας. Η αναζήτηση της σύγχρονης αρθρογραφίας θα γίνει με τις βάσεις δεδομένων PubMed και Google Scholar.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	i
Πρόλογος.....	ii
Περίληψη.....	iii
Κεφάλαιο 1.....	1
Εισαγωγή στον ηλεκτρομαγνητισμό.....	1
1.1 Εισαγωγή.....	1
1.2 Ηλεκτρισμός.....	1
1.2.1 Ηλεκτρικό φορτίο.....	1
1.2.2 Ηλεκτρικό πεδίο.....	2
1.2.3 Η επίδραση του ηλεκτρισμού στον άνθρωπο.....	3
1.3 Μαγνητισμός.....	4
1.3.1 Μαγνητικά πεδία.....	4
1.3.2 Τρόπος δράσης των μαγνητικών πεδίων.....	5
1.4 Ηλεκτρομαγνητισμός.....	6
1.4.1 Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.....	6
1.4.2 Αλληλεπίδραση ΗΜΑ με την ύλη.....	7
1.4.3 Φάσμα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.....	10
1.5 Ιονίζουσα και μη Ιονίζουσα ακτινοβολία.....	10
1.6 Ηλεκτρομαγνητικά πεδία στον χώρο της φυσιοθεραπείας.....	11
Κεφάλαιο 2.....	12
Θερμότητα και υπερθερμία.....	12
2.1 Ιστορική αναδρομή.....	12
2.2 Δράση της θερμότητας.....	12
2.3 Υπερθερμία.....	13
2.4 Φυσιολογικές επιδράσεις της θερμότητας στον ανθρώπινο ιστό.....	13
2.4.1 Κυτταρικές αλλαγές.....	13
2.4.2 Επιδράσεις στο ιξώδες των ιστικών υγρών.....	14
2.4.3 Επιδράσεις στην αιματική ροή.....	14

2.4.4	Επιδράσεις στους κολλαγόνους ιστούς.....	14
2.4.5	Νευρολογικές αλλαγές.....	15
2.5	Υπερθερμία στην θεραπεία του καρκίνου.....	16
2.5.1	Ιστολογική επίδραση της υπερθερμίας στον καρκίνο.....	16
2.6	Εφαρμογή της υπερθερμίας και ασφάλεια.....	17
2.7	Κίνδυνοι και αντενδείξεις.....	18
Κεφάλαιο 3.....		20
Διαθερμία και θεραπεία Te.C.A.R.....		20
3.1	Η τεχνολογία των διαθερμιών.....	20
3.2	Ιστορική αναδρομή.....	20
3.3	Δράση των διαθερμιών.....	21
3.3.1	Βιολογικές επιδράσεις των διαθερμιών.....	21
3.3.2	Φυσιολογικές επιδράσεις διαθερμιών στους βιολογικούς ιστούς.....	21
3.3.3	Αποτελέσματα της αύξησης θερμότητας στους ιστούς.....	21
3.4	Μέθοδοι εφαρμογής διαθερμιών.....	22
3.5	Είδη διαθερμιών.....	23
3.5.1	Διαθερμία μικροκυμάτων.....	23
3.5.2	Διαθερμία βραχέων κυμάτων.....	24
3.6	Ενδείξεις -Αντενδείξεις.....	26
3.6.1	Ενδείξεις.....	26
3.6.2	Αντενδείξεις	27
3.7	Θεραπεία Tecar.....	27
3.7.1	Εισαγωγή.....	27
3.7.2	Βιολογικές επιδράσεις του Tecar.....	29
3.7.3	Τρόποι εφαρμογής.....	31

3.7.4 Φυσιολογικά αποτελέσματα απο την αύξηση της ενέργειας.....	34
3.7.5 Ενδείξεις.....	34
3.7.6 Αντενδείξεις.....	35
3.7.7 Αποτελεσματικότητα της θεραπείας Tecar στα φυσικοθεραπευτικά πρωτόκολλα.....	36
3.8 Προβληματισμός σχετικά με την ακτινική έκθεση.....	38
3.9 Προβληματισμός σχετικά με την συντήρηση και τον έλεγχο των συσκευών.....	39
3.9.1 Δοκιμές ασφάλειας εξόδου.....	39
3.10 Μέτρα προστασίας και αρχές ασφάλειας.....	40
3.11 Συνέπειες της έκθεσης των φυσικοθεραπευτών στην ακτινοβολία.....	41
Κεφάλαιο 4.....	43
Ερευνητική μελέτη.....	43
4.1 Εισαγωγή.....	43
4.1.1 Η χρήση της ενδοδιαθερμίας στην Ελλάδα.....	43
4.2 Σκοπός της έρευνας.....	43
4.3 Υλικό και μέθοδος.....	43
4.4 Περιορισμοί.....	44
4.5 Σημαντικότητα της έρευνας.....	44
4.6 Διαμοιρασμός ερωτηματολογίου.....	44
4.7 Αποτελέσματα της έρευνας.....	45
Κεφάλαιο 5.....	53
Συμπεράσματα και συζήτηση.....	53
5.1 Ανάλυση αποτελεσμάτων.....	53
5.2 Τελικά συμπεράσματα.....	55
Βιβλιογραφία.....	57
Αρθρογραφία.....	57
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	61

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή στον ηλεκτρομαγνητισμό

1.1 Εισαγωγή

Αρχικά κρίνεται αναγκαίο να αποσαφηνιστούν βασικές εννοιές για να γίνει κατανοητός ο τρόπος με τον οποίο ο ηλεκτρισμός και μαγνητισμός συμπεριφέρονται όταν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους καθώς και ποιοί είναι οι παράμετροι οι οποίοι καθορίζουν την δράση τους.

1.2 Ηλεκτρισμός

Ο Ηλεκτρισμός αναφέρεται στα φαινόμενα που έχουν να κάνουν με την φόρτιση ή την ροή της ηλεκτρικής ενέργειας. Είναι δηλαδή μια μορφή ενέργειας όπου τα χαρακτηριστικά της είναι η γρήγορη και εύκολη μεταφορά και η απλή μετατροπή σε άλλες μορφές ενέργειας. Η ηλεκτρική ενέργεια που ρέει σε αγωγό ορίζεται ηλεκτρικό ρεύμα και χαρακτηρίζεται ως η προσανατολισμένη κίνηση των ηλεκτρονίων.

Για την δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος πρέπει τα ηλεκτρόνια να αποκτήσουν την ίδια προσανατολισμένη κατεύθυνση. Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια μέσα σε ένα μέταλλο βρίσκονται σε συνεχή ακατάστατη κίνηση.

Ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος (I) είναι η ποσότητα του φορτίου που περνάει από μια διατομή αγωγού εμβαδού (S) σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. (Εικόνα 1). Η μονάδα μέτρησης της έντασης του ηλεκτρικού φορτίου είναι το Αμπέρ αλλά επειδή είναι μια μονάδα μεγάλη σε μηχανήματα αποκατάστασης όπως η ηλεκτροθεραπεία χρησιμοποιείται το milliamper ($1 \text{ mA} = 1/1000\text{A}$).

Ηλεκτρική τάση (V) είναι η τιμή της διαφοράς του ηλεκτρικού δυναμικού μεταξύ δύο σημείων. Μπορεί να είναι θετική, αρνητική ή μηδέν και έχει διαστάσεις ενέργειας προς ηλεκτρικό φορτίο.

Ισχύς του ρεύματος (W) ορίζεται ως το γινόμενο της τάσης (V) επί της έντασης (I) και η μονάδα μέτρησης είναι το Watt (W).

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

Εικόνα 1: Τύπος έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος τροποποιημένο από [el.wikipedia.org/wiki/Ηλεκτρικό ρεύμα](http://el.wikipedia.org/wiki/Ηλεκτρικό_ρεύμα)

1.2.1 Ηλεκτρικό φορτίο

Ένα άτομο αποτελείται από ένα θετικώς φορτισμένο πυρήνα (αποτελούμενο από θετικά φορτισμένα πρωτόνια και αφόρτιστα νετρόνια) καθώς και από αρνητικά φορτισμένα σωματίδια, τα ηλεκτρόνια τα οποία περιφέρονται γύρω από τον πυρήνα. Όταν ο αριθμός των πρωτονίων ισούται με αυτόν των ηλεκτρονίων, το συνολικό φορτίο ισοδυναμεί με μηδέν. Αν η ισότητα διαταραχθεί, δηλαδή αν προσθετούν η αφαιρεθούν ηλεκτρόνια τότε το άτομο αποκτά αρνητικό ή θετικό φορτίο αναλόγως, διαφορετικό του μηδενός. Με απομάκρυνση ηλεκτρονίου το άτομο μετατρέπεται σε θετικό ιόν ενώ με προσθήκη ηλεκτρονίου το άτομο μετατρέπεται σε αρνητικό ιόν.

Η μονάδα του ηλεκτρικού φορτίου είναι το ένα Coulomb (C).Ένα Coulomb ισοδυναμεί με το φορτίο $6,2 \times 10^{18}$ ηλεκτρονίων,καθώς ένα ηλεκτρόνιο έχει φορτίο $1,6 \times 10^{-19}$ C. (Watson T. et al 2011)

Ανάμεσα σε δύο φορτισμένα σωματίδια q_1 και q_2 παράγεται μία δύναμη F ελκτική ή απωθητική,αναλόγως αν τα φορτία έχουν ίδιο η διαφορετικό ηλεκτρικό φορτίο ως προς το πρόσημο.

Η τιμή της δύναμης αυτής υπολογίζεται και είναι ανάλογη προς το γινόμενο $q_1 q_2$ και αντιστρόφως ανάλογη προς το τετράγωνο της απόστασης r μεταξύ τους, με σταθερά αναλογίας k .

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

Εικόνα 2: $K=8.9875 \times 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$ είναι η σταθερά Coulomb ή ηλεκτρική σταθερά, q_1 και q_2 είναι τα φορτία που αλληλεπιδρούν και r είναι η μεταξύ τους απόσταση. Οι ηλεκτρικές δυνάμεις Coulomb μεταξύ ακίνητων,δηλαδή στατικών ηλεκτρικών φορτίων,ονομάζονται **ηλεκτροστατικές δυνάμεις**.

Σε περίπτωση που τα σωματίδια βρίσκονται στον κενό χώρο,η διηλεκτρική σταθερά γίνεται ϵ_0 ή αλλιώς μετονομάζεται σε διαπερατότητα του κενού.

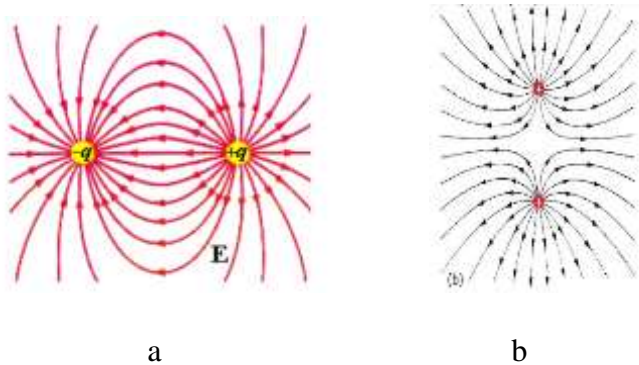
Σε μέσο διάδοσης διάφορο από το κενό η διαπερατότητα συνήθως γράφεται ως

$$\epsilon = \kappa \epsilon_0$$

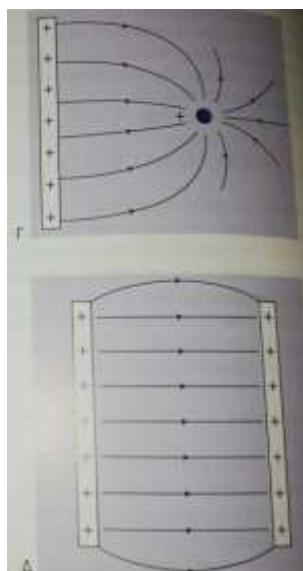
όπου κ είναι γνωστός ως σχετική διαπερατότητα η διηλεκτρική σταθερά.

1.2.2 Ηλεκτρικό πεδίο

Την ιδέα του ηλεκτρικού πεδίου την εισήγαγε ο Άγγλος **Michael Faraday**(1791 - 1867), ως αποτέλεσμα της προσπάθειάς του να εξηγήσει πώς ένα φορτίο «αντιλαμβάνεται» την ύπαρξη ενός άλλου, ώστε να αλληλεπιδράσει μαζί του. Ένα ηλεκτρικό πεδίο υπάρχει στο χώρο γύρω από κάθε ηλεκτρικό φορτίο. Αν ένα μικρότερο φορτίο αφηθεί ελεύθερο να κινηθεί μέσα στο πεδίο, θα κινηθεί κατά μήκος τροχιών που ονομάζονται δυναμικές γραμμές (ή γραμμές του πεδίου), οδηγώντας κατ'επέκταση σε ποικίλες δυνατές απεικονίσεις των ηλεκτρικών πεδίων(Εικόνες 3,4). Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου, E , ορίζεται ως η δύναμη ανά μονάδα ηλεκτρικού φορτίου που ασκείται σε φορτισμένο σωματίδιο το οποίο τοποθετείται στο πεδίο. Αν σκεφτούμε λίγο βλέπουμε ότι έχουμε ότι $E = F/q$, όπου F είναι δύναμη και q το φορτίο του σωματιδίου. Οι μονάδες που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή του E είναι τα Newton / Coulomb (N/C) (Watson T. et al 2011).



Εικόνα 3: Αναπαράσταση του ηλεκτρικού πεδίου για :a) δύο αντίθετα φορτία,b) δύο ίσα θετικά φορτία. Τροποποιημένο απο:
<https://physics.stackexchange.com/questions/370309/electric-field-lines-visualized-uneven-distribution-correct-or-incorrect>



Εικόνα 4: Γ,το πεδίο μεταξύ φορτισμένου σωματιδίου και μιας αντίθετα φορτισμένης πλάκας, Δ,το πεδίο μεταξύ δύο αντίθετων φορτισμένων πλακών. Τροποποιημένο από Watson T. 2011, «Electrotherapy: Evidence- Based Practice –Ηλεκτροθεραπεία: Τεκμηριωμένη Πρακτική».

1.2.3 Η επίδραση του ηλεκτρισμού στον ανθρώπινο ιστό

Σύμφωνα με τον **Faraday** η ηλεκτρόλυση είναι το φαινόμενο κατά το οποίο όταν διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα διάλυμα ηλεκτρολυτών με ελεύθερα ιόντα,προκύπτουν διάφορες χημικές αλλαγές στο διάλυμα.(Γιοκάρης,2007)

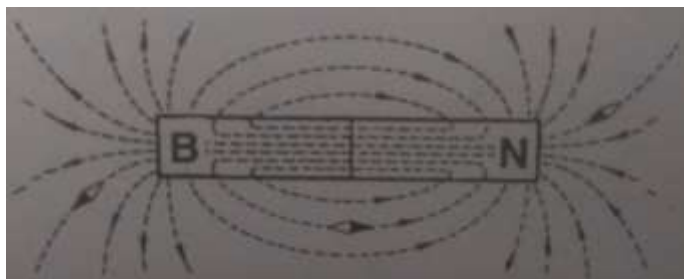
Στον ανθρώπινο ιστό υπάρχουν χημικές και βιολογικές ενώσεις θετικών(+) και αρνητικών(-) ηλεκτρικών φορτίων,τα οποία σχηματίζουν ηλεκτρικά πεδία με την διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος.Τα φορτία αυτά διεγείρονται εύκολα απο ηλεκτρικά ή/ και μαγνητικά πεδία και σε πολλές περιπτώσεις μπορούν να λειτουργήσουν ως ανεξάρτητα ,αν διασπαστούν απο τις ενώσεις που δημιουργούν(Φραγκοράπτης,2011)

Η ηλεκτρική ενέργεια κυρίως δρά στις κυτταρικές μεμβράνες των κυττάρων.Σε μια ηλεκτρική διέγερση σε επίπεδο μA και μV ενεργοποιούνται διαμεμβρανικές πρωτεΐνες,σχηματίζοντας κανάλια και αντλίες,ώστε να ενεργοποιηθούν ειδικά

κυτταρικά ένζυμα που πυροδοτούν το μεταγωγικό σήμα της επαλληλίας οδηγώντας σε κυτταρικές αποκρίσεις όπως ο πολλαπλασιασμός των κυττάρων, σύνθεση του DNA, γονιδιακή έκφραση, διέγερση στην μεμβράνη, έκκριση κυτοκίνης κ.α. (Manousos E. et al., 2014)

1.3 Μαγνητισμός

Μαγνητισμός ορίζεται η ιδιότητα του φυσικού μαγνήτη να έλκει ή να απωθεί μέταλλα όπως ο χάλυβα και ο σίδηρος. Όλοι οι μαγνήτες διαθέτουν έναν βόρειο και έναν νότιο πόλο. Οι πόλοι που είναι φορτισμένοι ομώνυμα απωθούνται ενώ οι ετερόνυμοι έλκονται. Με αυτόν τον τρόπο γύρω από τον μαγνήτη δημιουργείται μαγνητικό πεδίο που σχηματίζεται από τις μαγνητικές γραμμές των δύο πόλων που αλληλεπιδρούν. (Εικόνα 5) Η μονάδα μέτρησης του μαγνητικού πεδίου είναι το Gauss ή αλλιώς Tesla. (1 Tesla=10000Gauss)



Εικόνα 5: Το μαγνητικό πεδίο του μαγνήτη. Τροποποιημένο από Φραγκοράπτης Ελευθ. 2011, «Εφαρμοσμένη Ηλεκτροθεραπεία- Θεωρία και πράξη μεθόδων ηλεκτροθεραπείας».

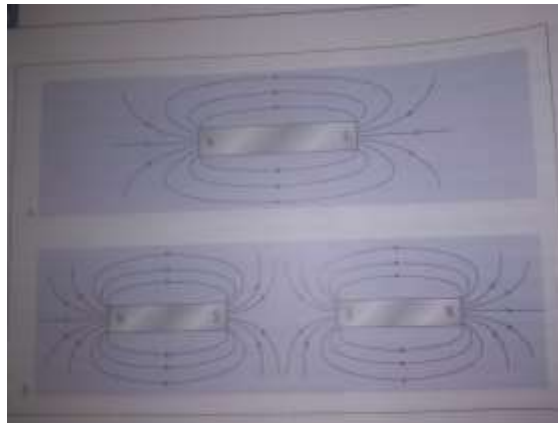
1.3.1 Μαγνητικά πεδία

Μαγνητικά πεδία είναι ο χώρος μέσα στον οποίο αν υπάρχουν μαγνητικά στοιχεία, ασκούνται δυνάμεις πάνω σε κινούμενα ηλεκτρικά φορτία (ιόντα). Ο Maxwell, διατύπωσε τη θεωρία ότι κάθε ροή ρεύματος, προκαλεί ένα κυκλικό μαγνητικό πεδίο γύρω από τον αγωγό, από τον οποίο ρέει το ρεύμα. Απο τα κύρια χαρακτηριστικά του μαγνητικού πεδίου είναι η ένταση του, η οποία είναι ανάλογη του μέτρου της δύναμης που ασκεί.

Το μαγνητικό πεδίο δημιουργείται σε κάποιο σημείο όταν ένα μαγνητικό στοιχείο τοποθετηθεί εκεί και θεχτεί μια δύναμη. Αρχικά θα ευθυγραμμιστεί κατά μήκος των γραμμών του μαγνητικού πεδίου. (Εικόνα 6).

Ο αριθμός των γραμμών αυτών που περνούν από μια επιφάνεια είναι η μαγνητική ροή (N).

Η πυκνότητα της μαγνητικής ροής ορίζεται ως η μαγνητική ροή που περνάει διαμέσου μιας επιφάνειας μοναδιαίου εμβαδού η οποία τοποθετείται κάθετα προς το πεδίο και έχει μονάδα μέτρησης το Tesla, 1 Tesla = 1 wb/m.



**Εικόνα 6: Μαγνητικά πεδία στο χώρο γύρω από μόνιμους μαγνήτες.
Τροποποιημένο από Watson T. 2011, «Electrotherapy:
Evidence- Based Practice –Ηλεκτροθεραπεία: Τεκμηριωμένη Πρακτική».**

1.3.2 Τρόπος δράσης των μαγνητικών πεδίων

Τα μαγνητικά πεδία δρουν στα στοιχεία του ανθρώπινου οργανισμού τα οποία επηρεάζονται από την μαγνητική δύναμη. Η εφαρμογή μαγνητικού πεδίου σε αυτά τα στοιχεία μπορεί να επηρεάσει τις λειτουργίες τους. Τα στοιχεία αυτά ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες, ανάλογα με την συμπεριφορά τους όταν εκτεθούν σε μαγνητικό πεδίο.

α) Διαμαγνητικά: Είναι τα στοιχεία που επηρεάζονται ελάχιστα από τα μαγνητικά πεδία όπως είναι οι κυττάρικες μεμβράνες (Φραγκοράπτης, 2011)

β) Παραμαγνητικά: Σε αυτήν την κατηγορία παρατηρούνται οι κυριότερες επιδράσεις των μαγνητικών πεδίων καθώς τα στοιχεία μπορούν να αποκτήσουν όλες τις μαγνητικές ιδιότητες του μαγνητικού πεδίου. Πιο συγκεκριμένα τα παραμαγνητικά χωρίζονται και αυτά σε τρεις κατηγορίες: Στα μέταλλα (σίδηρος(Fe), ο ψευδάργυρος(Zn), το μαγνήσιο(Mg), ο χαλκός(Cu) κ.α.), στις ελεύθερες ρίζες (είναι σημαντικές για την εξισορρόπηση σε καταστάσεις όπως φλεγμονές, καρκίνος και εκφύλιση) και πυρηνικά παραμαγνητικά στοιχεία (συναντούνται στον πυρήνα των ατόμων του υδρογόνου, φωσφόρου, του φθορίου και του άνθρακα και έχουν διπολική μαγνητική ροπή)

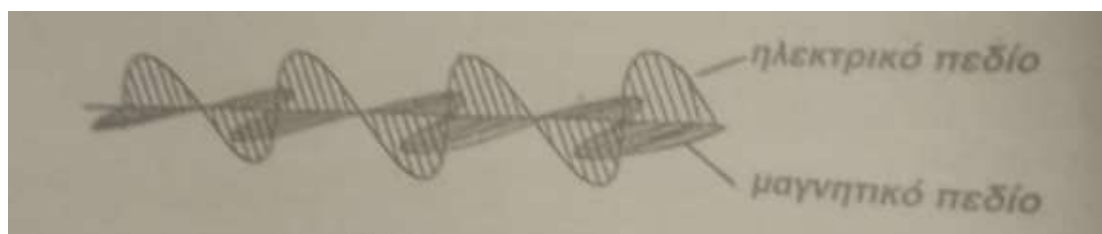
γ) Τα σιδηρομαγνητικά στοιχεία, που βρίσκονται στο κεντρικό νευρικό σύστημα, σε ορισμένους αδένες και κυρίως στα οστά.

Τα μαγνητικά πεδία σε δυσλειτουργίες του οργανισμού έχουν στόχο να επαναφέρουν τα στοιχεία στην φυσιολογική τους κατάσταση.

1.4 Ηλεκτρομαγνητισμός

Ηλεκτρομαγνητισμός είναι η αλληλεπίδραση των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων και πρόκειται για εννοποίηση των δυο αυτών δυνάμεων(Εικόνα 7). Η ηλεκτρομαγνητική αλληλεπίδραση συμβαίνει μεταξύ αντικειμένων που διαθέτουν ηλεκτρικό φορτίο, τα οποία με τη σειρά τους αποτελούν πηγές ηλεκτρομαγνητικού πεδίου. Το πεδίο αυτό διαδίδεται στο χώρο με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας όπου δεν απαιτείται η μεσολάβηση κάποιου υλικού μέσου για την διασπορά του στο κενό και η μεταδοσή έχει την ταχύτητα του φωτός.

Όταν το ηλεκτρικό ρεύμα ρέει μέσα από σύρματα δημιουργείται γύρω τους μαγνητικό πεδίο. Το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται περιφερικά ενός ευθύγραμμου σύρματος σχηματίζει μια σειρά από ομόκεντρους κύκλους με το σύρμα στο κέντρο τους. Μια σπείρα (δηλ. σωληνοειδής) δημιουργεί ένα πεδίο παρόμοιο με το πεδίο που δημιουργείται από έναν μόνιμο ραβδοφόρο μαγνήτη με την βασική διαφορά ότι στο εσωτερικό υπάρχει επίσης ομογενές μαγνητικό πεδίο. Η ομοιογένεια αυτή χρησιμοποιείται σε εφαρμογές των διαθερμιών (Watson T. et al 2011).



Εικόνα 7: Το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο μαζί .Τροποποιημένο από Φραγκοράπτης Ελευθ. 2011, «Εφαρμοσμένη Ηλεκτροθεραπεία- Θεωρία και πράξη μεθόδων ηλεκτροθεραπείας»

1.4.1. Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία

Ο Maxwell διατύπωσε μέσα από την θεωρία του ότι οι διαταραχές του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου που διαδίδονται στο χώρο, ονομάζονται **ηλεκτρομαγνητικά κύματα**. Τα ραδιοκύματα, τα μικροκύματα, η υπέρυθρη, η ορατή, η υπεριώδης, οι ακτίνες X και οι γ ακτίνες είναι όλα παραδείγματα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (ΗΜΑ). Η ΗΜΑ έχει πάντα τη μορφή κύματος από τακτικές, ημιτονοειδείς παραλλαγές ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου, το ένα υπό ορθή γωνία ως προς το άλλο και προς την κατεύθυνση της διάδοσης της ακτινοβολίας Όπως και στα υπερηχητικά κύματα, ισχύει ο τύπος:

$$v=f \times \lambda$$

Ταχύτητα Κύματος v: Η ταχύτητα μετάδοσης του κύματος μετρημένη σε m/s. Στο κενό ή αλλιώς στο διάστημα όλα τα κύματα μεταδίδονται με την ίδια v ταχύτητα 300 εκατομμυρίων μέτρων το δευτερόλεπτο και σε ευθεία γραμμή. Στον αέρα η ταχύτητα της ακτινοβολίας μειώνεται, αλλά ελάχιστα. Αντιθέτως, όταν η ακτινοβολία διέρχεται από ένα πυκνό μέσο, όπως ένας βιολογικός ιστός η ταχύτητά της μειώνεται σημαντικά.

Συχνότητα κύματος f: Καθώς αυτά τα κύματα είναι απλά τακτικές παραλλαγές του εύρους του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου, μπορούν να περιγραφούν βάσει του αριθμού των φορών που επαναλαμβάνεται η μεταβολή αυτή κάθε δευτερόλεπτο, δηλαδή η συχνότητα (f) σε Hz.

Μήκος κύματος λ: Η απόσταση μεταξύ κάθε σημείου του κύματος και του μέρους όπου το σημείο αυτό επαναλαμβάνεται, π.χ. από κορυφή σε κορυφή, μπορεί να περιγραφεί ως το μήκος κύματος λ σε μονάδες μήκους, όπως είναι το μέτρο, το εκατοστόμετρο ή το χιλιοστόμετρο. Τα κύματα μεταβάλλονται ημιτονοειδώς στον χρόνο και την απόσταση.

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία παράγεται από επιταχυνόμενα ή επιβραδυνόμενα ηλεκτρικά φορτία. Όταν το ρεύμα που διαρρέει έναν αγωγό μεταβάλλεται με το χρόνο, ο αγωγός παράγει στο χώρο μεταβαλλόμενα αλληλεπιδρώντα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία, τα οποία διαδίδονται στο χώρο ως κύμα με την ταχύτητα του φωτός και είναι γνωστά ως ΗΜ κύματα, ή αλλιώς **ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία**

1.4.2 ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΗΜΑ ΜΕ ΤΗΝ ΥΛΗ

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στο κενό μεταδίδεται με σταθερή ταχύτητα 3×10^8 m/s. Όταν όμως συναντήσει ένα υλικό, τότε θα ακολουθήσει μία από τις παρακάτω 3 περιπτώσεις:

Περίπτωση 1: Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μπορεί να περάσει μέσα από το υλικό και να συνεχίσει να μεταδίδεται. Αν η ακτινοβολία περάσει μέσα από το υλικό, τότε λέμε πως το διεισδύει. Αν το κύμα περάσει ανεμπόδιστα μέσα από το κενό τότε λέγεται ότι μεταδίδεται ανεμπόδιστα.

Περίπτωση 2: Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία να μην καταφέρει να περάσει καθόλου μέσα στο υλικό και είτε να γυρίσει πίσω ή να ανακλαστεί.

Περίπτωση 3: Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία να καταφέρει να διεισδύσει στο υλικό αλλά να απορροφάται προοδευτικά από αυτό.

Στις 2 πρώτες περιπτώσεις δεν υπάρχει μεταφορά ενέργειας στο υλικό, άρα και καμία επίδραση σε αυτό. Στην τρίτη περίπτωση όμως καθώς αλλάζει η ενεργειακή κατάσταση του υλικού, λόγω της απορρόφησης της ενέργειας, τότε αλλάζει και η φύση του υλικού.

Σε ρεαλιστικές καταστάσεις συμβαίνουν και οι τρεις περιπτώσεις μαζί, με μία από αυτές να επικρατεί. Το ποιά από τις τρεις περιπτώσεις θα επικρατήσει εξαρτάται από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας, της συχνότητάς της και την φύση του υλικού. Για παράδειγμα, η ακτινοβολία περνάει μέσα από το γυαλί και συνεχίζει να μεταδίδεται, αλλά μία ποσότητα θα ανακλαστεί και μία άλλη θα απορροφηθεί από το γυαλί. Σε άλλη περίπτωση, όπως ενός γυαλιστερού μετάλλου θα επικρατήσει η

επιφανειακή ανάκλαση της ορατής ακτινοβολίας. Ανάλογα την φύση του υλικού,σαν αποτέλεσμα μπορεί να υπάρξει ανάκλαση, διάθλαση, σκέδαση, απορρόφηση. Η ανάκλαση και η διάθλαση ως αρχές περιγράφονται κατα κύριο λόγο βασισμένες στην οπτική ακτινοβολία,αλλά οι ίδιες αρχές ισχύουν και για όλα τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα.

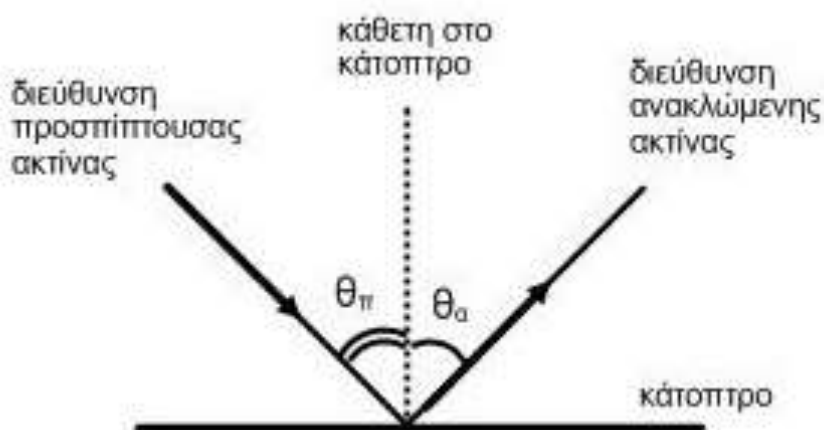
Ως ανάκλαση ορίζεται το φαινόμενο της αλλαγής διεύθυνσης ενός μετώπου κύματος, μέσα στο ίδιο μέσο απο μία διαχωριστική επιφάνεια (Εικόνα 8)

Η ποσότητα της ανάκλαση εξαρτάται από:

- Την συχνότητα της ακτινοβολίας
- Τη γωνία πρόσπτωσης
- Τη φύση των δύο μέσων σε επαφή

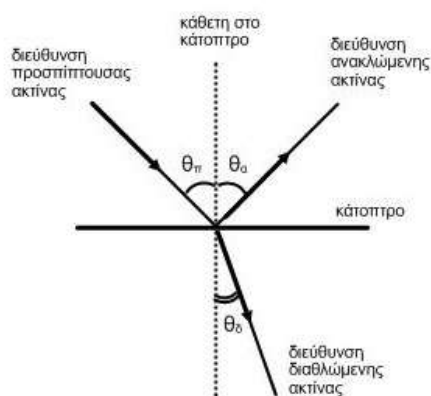
Η διεύθυνση της ανακλώμενης ακτινοβολίας εξαρτάται από:

- Την γωνία της προσπίπτουσας ακτινοβολίας



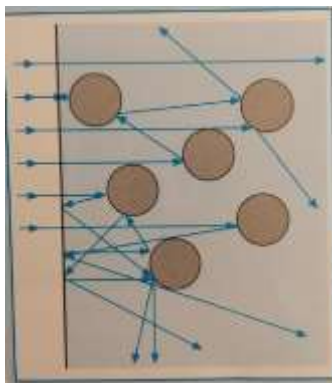
Εικόνα 8. Απεικόνιση φαινομένου ανάκλασης τροποποιημένο από <https://fysikafysikh.wordpress.com/2014/10/18/%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CE%BA%CE%BB%CE%B1%CF%83%CE%B7-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CF%86%CF%89%CF%84%CF%8C%CF%82/>

Ως διάθλαση ορίζεται το φυσικό φαινόμενο της εκτροπής της ευθύγραμμης τροχιάς διάδοσης που υφίστανται τα κύματα όταν διέρχονται απο ένα διαπερατό μέσο σε ένα άλλο (Εικόνα 9)



Εικόνα 9. Απεικόνιση φαινομένου διάθλασης τροποποιημένο από <https://fysikafysikh.wordpress.com/2014/10/18/%CE%B4%CE%B9%CE%AC%CE%B8%CE%BB%CE%B1%CF%83%CE%B7-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CF%86%CF%89%CF%84%CF%8C%CF%82/>

Ως σκέδαση ορίζεται ο διασκορπισμός της ακτινοβολίας σε ανακλαστικές επιφάνειες ενός μεσου και αποτελεί προϊόν πολλαπλών ανακλάσεων και διαθλάσεων (Εικόνα 10).



Εικόνα 10. Απεικόνιση φαινομένου σκέδασης. Τροποποιημένο από Robertson V., Ward A., Low J., Reed A. « Βασικές Αρχές και Πρακτική Εφαρμογή» ,4η έκδοση, Εκδόσεις: Παρισιάνου (2006).

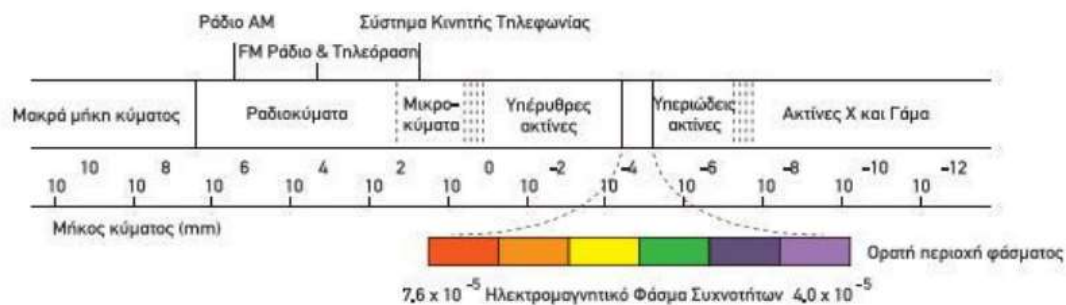
Η ενέργεια της ακτινοβολίας που απορροφάται χρησιμοποιείται ή μετατρέπεται σε διαφορετική μορφή ενέργειας. Σε ένα ομοιογενές υλικό ο ρυθμός απορρόφησης της κυματικής ενέργειας είναι ανάλογος προς την ενέργεια που βρίσκεται το σημείο αυτό. Η ενέργεια E της Ηλεκτρομαγνητικής Ακτινοβολίας μετρείται σε Joule και ο τύπος της είναι:

$$E=h \times f$$

Όπου h η σταθερά του Planck και f η συχνότητα της ακτινοβολίας.

1.4.3 Φάσμα Ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία χωρίζεται σε διαφορετικά είδη ανάλογα με το μήκος κύματος. Όλα αυτά τα είδη αποτελούν το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα.(Εικόνα 11)



Εικόνα 11. Το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

1.5 Ιοντίζουσα και μη ιοντίζουσα ακτινοβολία

Ο ανθρώπινος ιστός με την πάροδο του χρόνου δέχεται ακτινοβολίες από το φυσικό περιβάλλον αλλά και από τεχνικές πηγές. Η επίδραση της ακτινοβολίας στον ανθρώπινο ιστό άλλοτε δρά ευεργετικά και άλλοτε μπορεί να είναι βλαβερή για αυτόν. Η επίδραση της εξαρτάται από το είδος της ακτινοβολίας, από την ένταση της και την ενέργεια που μεταφέρει. Η διάκριση των ακτινοβολιών γίνεται με βάση την ενέργεια και χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: τις ιοντίζουσες και τις μη ιοντίζουσες (Καμπύλη & Μαρούλης, 2005)

Η Ιοντίζουσα ακτινοβολία μεταφέρει μεγάλη ενέργεια και μπορεί να εισχωρήσει στη ύλη και να διασπάσει με βίαιο τρόπο χημικούς δεσμούς προκαλώντας βιολογικές βλάβες στον ιστό. Η συχνότητα τους είναι υψηλότερη από αυτή του ορατού φώς. Στις ιοντίζουσες ακτινοβολίες περιλαμβάνονται οι ακτίνες X, η κοσμική ακτινοβολία, οι ηλιακές υπεριώδεις ακτίνες, οι ακτινοβολία α, β, γ και η ραδιενέργεια. (Καμπύλη & Μαρούλης, 2005)

Η ιοντίζουσα ακτινοβολία είναι επικίνδυνη καθώς μπορεί να προκαλέσει **ιοντισμό**. Ιοντισμός ορίζεται η απόσπαση ηλεκτρονίων από τα άτομα. Σε περίπτωση ιοντισμού μπορεί να παρατηρηθεί διάσπαση των δεσμών του DNA και τελικά να προκαλέσουν την εμφάνιση καρκινικών όγκων. Η χρήση αυτών των ακτινοβολιών πρέπει να γίνεται με σύνεση και από εξειδικευμένο ιατρικό προσωπικό. (Χαϊδεμένος, 2011)

Εκτός από την ανάπτυξη καρκινικών όγκων, η ιοντίζουσα ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει άμεσο θάνατο σε περίπτωση υπερβολικής έκθεσης σε ακτινοβολίες γ

(πυρηνική ενέργεια), μεταβολή την διαπερατότητας της κυτταρικής μεμβράνης, έκπτωση του ανοσοποιητικού συστήματος, βλάβες σε εγκεφαλικούς νευρώνες καθώς και νευρολογικές παθήσεις.

Η Μη ιοντίζουσα ακτινοβολία μεταφέρει ενέργεια πολύ μικρότερη και δεν μπορεί να προκαλέσει ιοντισμό κατά την αλληλεπίδρασή της με τον ιστό, αλλά μπορεί να προκαλέσει κατά κύριο λόγο θερμικές, ηλεκτρικές και χημικές επιδράσεις στα κύτταρα που άλλοτε μπορούν να θεωρηθούν ευεργετικές ενώ άλλοτε μπορεί να είναι βλαβερές για την λειτουργία τους. Στις μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες περιλαμβάνεται η ορατή ακτινοβολία, τα ραδιοκύματα, τα μικροκύματα, η υπέρυθη ακτινοβολία, η ακτινοβολία τύπου LASER και τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα από ηλεκτρικές συσκευές (τηλέφωνο, τηλεόραση κλπ.) (Καμπύλη & Μαρούλης, 2005)

Η ενέργεια που μεταφέρουν τα κβάντα των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων μεγάλου μήκους κύματος και χαμηλής συχνότητας δεν μπορεί να προκαλέσει την διάσπαση των χημικών δεσμών ή την απόσπαση των ηλεκτρονίων από τα άτομα προκαλώντας ιοντισμό. Ωστόσο υπάρχουν βιολογικές επιδράσεις αυτής της ακτινοβολίας που δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς από τον επιστημονικό κλάδο. (Χαϊδεμένος, 2011)

Για τον λόγο αυτό οι απαραίτητες προφυλάξεις πρέπει να λαμβάνονται και να εφαρμόζονται τα προτεινόμενα πρωτόκολλα θεραπείας από τους διεθνείς οργανισμούς.

1.6 Ηλεκτρομαγνητικά πεδία στον χώρο της φυσικοθεραπείας

Ο ανθρώπινος ιστός μπορεί να θεωρηθεί ως ένα καλός αγωγός της ηλεκτρικής ενέργειας και των μαγνητικών πεδίων. Για τον λόγο αυτό τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία μπορούν να εισέλθουν μέσα στον ιστό (στα όργανα, στα οστά, στα κύτταρα) και να επηρεάσουν την λειτουργία των κυττάρων και των κυτταρικών μεμβρανών ενεργοποιώντας τις ηλεκτροχημικές ιδιότητες των ιστών με αποτέλεσμα την αύξηση της ενέργειας της κυτταρικής μεμβράνης και κατά συνέπεια της βελτίωσης της λειτουργίας του κυττάρου.

Στον κλάδο της φυσιοθεραπείας η δράση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων προέρχεται κατά κύριο λόγο από την εφαρμογή υψίσυχνων ρευμάτων με συχνότητα μεγαλύτερη των 300kHz. Η υψίσυχη ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα μετά την εισχώρηση της στον ιστό. Πρόκειται, δηλαδή, για μια μορφή θερμοθεραπείας που μπορεί να έχει θεραπευτικά αποτελέσματα σε πιο εν τω βάθει ιστούς. Η εν τω βάθει αυτή θερμότητα δεν μεταδίδεται από εκπομπή θερμότητας από κάποιο άλλο σώμα αλλά από της μετατροπή της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας σε θερμότητα μέσα στον ιστό. (Φραγκοράπτης, 2011)

Κεφάλαιο 2 : Θερμότητα και υπερθερμία

Η θερμότητα αποτελεί έναν απο τους αποτελεσματικούς τρόπους αγωγής σε περιπτώσεις μυοσκελετικών κακώσεων, για την μείωση του πόνου και την ελάττωση της σπαστικότητας. Η χρήση της θερμότητας είναι ένα εργαλείο των θεραπειών για την ανακούφιση και αναστολή των συμπτωμάτων των ασθενών. (Nanda B, K., 2015)

2.1 Ιστορική αναδρομή

Η θερμοθεραπεία είναι πιθανότατα μια απο τις πιο παλίες μορφές φυσικοθεραπείας. Καθόλη την διάρκεια της ιστορίας η θερμότητα εφαρμοζόταν στο σώμα για την επούλωση. (Robertson V., Ward A., et al. 2006)

Η χρήση της θερμότητας για τη θεραπεία των ασθενειών, συμπεριλαμβανομένου του καρκίνου, είναι μια ιδέα που χρονολογείται από τις πρώιμες αιγυπτιακές εποχές, πριν από περισσότερα από 5000 χρόνια. Πράγματι, ο αιγυπτιακός ιατρικός παπύρος αναφέρει μια προσπάθεια να θεραπευθεί ο καρκίνος του μαστού με ένα "θερμαινόμενο ραβδί". Ομοίως, πολλοί Έλληνες γιατροί, μεταξύ των οποίων και ο Ιπποκράτης, πρότειναν καυτηρίαση επιφανειακών όγκων χρησιμοποιώντας θερμαινόμενο μέταλλο. Πολλοί αρχαίοι πολιτισμοί, συμπεριλαμβανομένων των ρωμαϊκών, κινεζικών, ινδών και ιαπωνικών πολιτισμών, έχουν χρησιμοποιήσει αυτήν την έννοια για τη θεραπεία ποικίλων ασθενειών. (Ah. Bettaieb, P.K. Wrzal et al 2013)

2.2 Η Δράση της θερμότητας

Το 1953 ο Lehmann μελέτησε την επίδραση της θερμότητας στους ιστούς και απέδειξε ότι θερμοκρασίες πάνω απο 40 C και κάτω απο 45C μπορούν να είναι θεραπευτικές σε διάφορες παθολογικές καταστάσεις (G.P. Ganzit, L. Stefanini, et al 2015)

Η αύξηση της αιματικής ροής που προκαλείται απο την αύξηση της θερμοκρασίας και αυξάνοντας την ανταλλαγή θερμοκρασίας, επιτυγχάνονται θερμότητες που έχουν θεραπευτικά αποτελέσματα αλλα ταυτόχρονα δεν προκαλούν κυτταρική νέκρωση.

Ο ιστός λειτουργεί ως ένας ημιαγωγός, δηλαδή, υπάρχει κάποια αντίσταση στην διέλευση του ρεύματος και λόγω παραγόμενης τριβής που προκαλείται μεταξύ των διάφορων στοιχείων και του ρεύματος δημιουργείται η αυξημένη θερμοκρασία.

Η θεραπευτική δράση εξαρτάται απο :

1. Την αύξηση της θερμότητας
2. Την αύξηση του ενεργειακού δυναμικού των κυτταρικών μεμβρανών

(E. Parolo, M.P. Onestra, 2003)

2.3 Υπερθερμία

Η υπερθερμία είναι μια τεχνηκή φυσικοθεραπείας που αυξάνει τη θερμοκρασία σε έναν ιστό μεταξύ 41,5 ° C και 45 ° C και την διατηρεί σε αυτό το εύρος για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Σαν μέθοδος θεραπείας έχει χρησιμοποιηθεί στην ογκολογία για περισσότερα από 35 χρόνια, μαζί με την ακτινοθεραπεία, στη αντιμετώπιση διαφόρων όγκων. Το 1994, η υπερθερμία είχε ήδη εισαχθεί σε πολλές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ως μέθοδος θεραπείας στον χώρο της αθλητικής τραυματολογίας και της φυσικής ιατρικής.

Η υπερθερμία βασίζεται σε εξοπλισμό που παράγει κύματα ραδιοσυχνότητας. Συνδυάζει ένα επιφανειακό σύστημα ψύξης και μια πηγή βαθιάς θέρμανσης με μια γεννήτρια ισχύος μικροκυμάτων στα 434 MHz. Σε αντίθεση με πολλές άλλες μορφές ηλεκτροθεραπείας, το ρεύμα δεν μεταδίδεται με άμεση επαφή, αλλά με την κίνηση έλξης και απόρριψης ηλεκτρικών φορτίων. Παράγει βαθιά υπερθερμία αυξάνοντας την εσωτερική θερμοκρασία και το ενεργειακό δυναμικό των κυτταρικών μεμβρανών, αυξάνοντας την θερμοκρασία των ιστών σε θεραπευτικές τιμές σε βάθος αρκετών εκατοστών από το δέρμα χωρίς κίνδυνο υπερθέρμανσης των επιφανειακών ιστών. Η υπερθερμία πιστεύεται ότι αυξάνει τις κυτταρικές μεταβολικές διεργασίες και συμβάλλει στην αποκατάσταση της φυσιολογίας των ιστών και θεωρείται ότι μειώνει τον πόνο. (A. Giombini et al.2007)

2.4 Φυσιολογικές επιδράσεις της θερμότητας στον ανθρώπινο ιστό

2.4.1 Κυτταρικές αλλαγές

Οι αυξημένες θερμοκρασίες μπορούν να αυξήσουν τους ρυθμούς βιοχημικών αντιδράσεων και αυτό θα αυξήσει τον μεταβολισμό των κυττάρων. (Ah.Bettaieb, P.K. Wrzal et al 2013)

Ο ρυθμός του μεταβολισμού αυξάνεται κατά 13% για κάθε C αύξησης της θερμοκρασίας των ιστών.Μεγαλύτερη αύξηση του μεταβολισμού εμφανίζεται στο σημείο της μέγιστης εφαρμόσιμης θερμότητας. Η πετυχημένη αύξηση του μεταβολισμού λόγω της θερμότητας επιφέρει κάποιες ευεργετικές θεραπευτικές επιδράσεις για την αντιμετώπιση κακώσεων και μολύνσεων. (Nanda B,K.,2015)

Οι θερμοκρασίες στην περιοχή της μέτριας υπερθερμίας μπορεί να είναι μην είναι θανατηφόρες (39 έως 42 ° C) ή θανατηφόρες (> 42 ° C). Η υπερθερμία προκαλεί πολλές αλλαγές στα κύτταρα και οδηγεί σε απώλεια της κυτταρικής ομοιόστασης.(Hildebrandt B et al 2002)

Κυτταρικά αποτελέσματα της θερμότητας:

- Αναστολή της σύνθεσης DNA, της μεταγραφής, της επεξεργασίας του RNA και της μετάφρασης,
- Αυξημένη αποικοδόμηση συσσωματωμένων / λανθασμένα πτυχωμένων πρωτεϊνών μέσω των πρωτεασωματικών και λυσοσωμικών οδών,
- Διάσπαση του κυτταροσκελετού μεμβράνης,
- Μεταβολικές μεταβολές (π.χ., σύζευξη οξειδωτικής φωσφορυλίωσης) που οδηγούν σε μειωμένα επίπεδα ATP. και
- Μεταβολές στη διαπερατότητα της μεμβράνης που προκαλούν αυξήσεις στα ενδοκυτταρικά επίπεδα των Na⁺, H⁺ και Ca²⁺. (Richter K et al. 2010; Sonna LA et al.2002)
- Η υπερθερμία μπορεί να προκαλέσει αλλαγές στα λιπίδια, αλλά αυτά φαίνονται να είναι αντιστρεπτά .(Sugahara T et al.2004)

2.4.2 Επιδράσεις στο ιξώδες των ιστικών υγρών και της κυτταρικής μεμβράνης

Η αύξηση της θερμότητας μειώνει το ιξώδες του αίματος και της λέμφου αυξάνοντας την λεμφική επιστροφή , την αιματική ροή και την εκτασιμότητα του κολλαγόνου ιστού.

Οι μεταβολές στο ιξώδες της μεμβράνης συνδέονται με την αύξηση της δραστηριότητας της εξαρτώμενης από ATP αντλίας νατρίου-καλίου Na⁺ και K⁺ σε όλη τη μεμβράνη του πλάσματος έναντι μιας βαθμίδας συγκέντρωσης (Diana A. Bates et al.1985; Nanda B,K.,2015)

2.4.3 Επιδράσεις στην αιματική ροή

Η σημαντικότερη αντίδραση που προκαλείται από την υπερθερμία είναι η αύξηση της ροής του αίματος στις περιφερειακές περιοχές του σώματος. Η αύξηση της ροής του αίματος οφείλεται σε φυσιολογικές αγγειακές μεταβολές όπως το άνοιγμα των αγγείων και αύξηση της τριχοειδούς διαπερατότητας. Με αυτήν την δράση παρατηρείται μια αύξηση συγκέντρωσης θρεπτικών ουσιών και οξυγόνου στην θερμαινόμενη περιοχή. Τόσο οι θρεπτικές ουσίες όσο και το οξυγόνο είναι κρίσιμες για οποιαδήποτε από τις αναβολικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε έναν οργανισμό και είναι απαραίτητες για την επιδιόρθωση των ιστών(επούλωση) (Lehmann JF et al.1970)

Ένα άλλο αξιοσημείωτο αποτέλεσμα είναι η ουδετεροποίηση του pH. Επιπλέον, η εξαγγείωση αυξάνεται, έτσι ώστε τα μακροφάγα και τα κοκκιοκύτταρα να φθάνουν στην τραυματισμένη περιοχή πιο αποτελεσματικά. Τόσο νεκρά κύτταρα όσο και περισευόμενα υγρά, εάν υπάρχουν, αφαιρούνται ευκολότερα λόγω μιας πιο αποτελεσματικής αποστράγγισης,παραδείγματος χάριν ευκολότερη απομάκρυνση αιματόματος από μία τραυματισμένη περιοχή(A. Giombini et al.2007).

2.4.4.Επίδραση στους κολλαγόνους ιστούς

Κατά την θέρμανση του κολλαγόνου ιστού ενδέχεται να μεταβληθούν οι φυσιολογικές ιδιότητες των ιστών αυτών . Σε θερμοκρασίες 40 -45C αυξάνεται η διατασημότητα του κολλαγόνου ιστού σε συνδιασμό με την διατασή του.(Nanda B,K.,2015)

2.4.5 Νευρολογικές αλλαγές

Πόνος

Η θερμότητα καταπραΰνει τον πόνο και τον μυϊκό σπασμό διότι επιταχύνει τις μεταβολικές διαδικασίες και μειώνει την συγκέντρωση των τοξικών μεταβολικών. Η διαδικασία αυτή επιτυγχάνεται από την αύξηση της τοπικής κυκλοφορίας, όπου και γίνεται γρηγορότερα η φλεγμονώδης απάντηση στο σημείο της φλεγμονής. Επίσης σημαντικό ρόλο έχει η επίδραση της θερμότητας στην ψυχολογία του ασθενή καθώς η αίσθηση που νιώθει ο ασθενής από την θερμότητα είναι ευχάριστη και έτσι είναι καλύτερη και η συναισθηματική του ανταπόκριση στον πόνο και στην μείωση του επώδυνου μυϊκού σπασμού (Tepperman P. S., M. Devlin 1986; Lehmann JF et al. 1970).

Επιπρόσθετα η θερμότητα συμβάλει στην μείωση του πόνου μέσω της αύξησης της ταχύτητας νευρικής αγωγής. Σύμφωνα με μελέτες η αύξηση της ταχύτητας της αισθητηριακής αγωγής έχει επιδράσεις στις αισθητηριακές αποκρίσεις μέσω της αύξησης της ενδορφίνης. Με αυτόν τον τρόπο επηρεάζεται τελικά ο μηχανισμός της πύλης ελέγχου του πόνου και ο πόνος μειώνεται. (Nanda B, K., 2015)

Αρθρική δυσκαμψία

Η αύξηση της ακαμψίας/δυσκαμψίας μίας άρθρωσης ωφείλεται στην αύξηση του ιξώδους αρθρικού υγρού. Η θερμότητα έχει ενδείξεις για την μείωση του ιξώδους υγρού από την άρθρωση (Tepperman P. S., M. Devlin 1986).

Μυϊκή σύσπαση

Η θερμότητα βελτιώνει τη συστολική απόδοση των μυών, καθώς αυξάνει τη δραστηριότητα της ATPάσης και αλλάζει τις μηχανικές ιδιότητες του κολλαγόνου στους τένοντες. (A. Giombini et al. 2007)

Οι μυϊκές συσπάσεις μπορούν να βελτιωθούν/μειωθούν με την εφαρμογή τοπικής θερμοθεραπείας, και έτσι διευκολύνεται η συμμετοχή του ασθενή στην άσκηση, καθώς υπάρχει λιγότερη δυσφορία. Ωστόσο αυτό είναι εφικτό με μικρότερους ιστούς διότι πρακτικά είναι δύσκολο να θερμανθεί αποτελεσματικά ο συσσωματικός ιστός. (Lehmann JF et al. 1970; Tepperman P. S., M. Devlin 1986)

Μυϊκή σπαστικότητα

Η μείωση της σπαστικότητας, η οποία είναι αποτέλεσμα διαταραχών των ανώτερων κινητικών νευρώνων, μπορεί να επιτευχθεί με εφαρμογή τοπικής θερμοθεραπείας μέσω της φυσιολογικής και ψυχολογικής χαλάρωσης που επέρχεται. Η μείωση αυτή όμως είναι προσωρινή και ο κύριος λόγος εφαρμογής θερμότητας για μείωση της σπαστικότητας είναι διευκόλυνση της εμβέλειας της κίνησης και των διατάσεων και όχι για καθολική αντιμετώπιση της. (Tepperman P. S., M. Devlin 1986)

Άλλα πιθανά αποτελέσματα που σχετίζονται με την ειδική δράση του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου μπορούν να προκύψουν, αλλά δεν έχουν αποδειχθεί (G.P. Ganzit, L. Stefanini, G. Stesina et al 2015 ; M.Hawamdeh et al 2014).

2.5 Υπερθεμία στον καρκίνο

Η υπερθερμία στην θεραπεία του καρκίνου αποτελεί μία από τις λίγες μεθόδους η οποία είναι πολλά υποσχόμενη μεταξύ των εναλλακτικών μεθόδων θεραπεία του καρκίνου. Υπερθερμία ορίζεται η μέτρια αύξηση της θερμοκρασίας είτε με τρόπο φυσιολογικό όπως σε πυρετικές καταστάσεις είτε όταν ο οργανισμός εκτείνεται σε υψηλότερες θερμοκρασίες. Η κλινική εφαρμογή της υπερθερμίας στην αντιμετώπιση του καρκίνου προβλέπει την έκθεση των ιστών σε θερμοκρασίες από 39C μέχρι 45C όπου τα καρκινικά κύτταρα μπορούν να καταστραφούν αλλά ταυτόχρονα οι φυσιολογικοί ιστοί δέχονται ελάχιστη βλάβη. (Ah.Bettaieb, P.K. Wzral, et al 2013)

Οι διάφορες τεχνικές εφαρμογής υπερθερμίας εφαρμόζονται συνδυαστικά με καθιερωμένες θεραπευτικές τεχνικές, όπως η ακτινοθεραπεία και η χημειοθεραπεία για την αντιμετώπιση του καρκίνου. Υπάρχουν αρκετές μορφές και μέσα που χρησιμοποιούνται για την θέρμανση του ιστού και υπάρχει ποικιλία όσον αφορά τις θεραπευτικές ικανότητες, τα τεχνικά προβλήματα, τις δαπάνες και τα στοιχεία αποτελεσματικότητας που παρουσιάζονται στην κάθε μια από τις μορφές αυτές.

Αρχικά υπάρχει η γενικευμένη υπερθερμία που απευθύνεται σε όλο το σώμα (WBH) και η υπερθερμική αιμάτωση μεμονωμένων άκρων (HILP) καθώς και η υπέρθερμη περιτοναϊκή διάχυση (HPP)).

Το κοινό χαρακτηριστικό όλων των μεθόδων υπερθερμίας είναι ότι η αποτελεσματικότητά τους δεν αρκεί ώστε να αντικαταστήσει οποιονδήποτε από τους καθιερωμένους τρόπους θεραπείας αλλά, αναμφίβολα, ενισχύουν την αποτελεσματικότητά στην θανάτωση των κυττάρων από κυτταροτοξικά φάρμακα και / ή ακτινοβολία.

Άρα η υπερθερμία δεν αποτελεί μεμονωμένο τρόπο θεραπείας του καρκίνου και των όγκων αλλά λειτουργεί συμπληρωματικά μαζί με άλλες μεθόδους και στοχεύει στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας. Σύμφωνα με κλινικά αποτελέσματα, ασθενείς που τους εφαρμόστηκε υπερθερμία και ακτινοθεραπεία συνδυαστικά είχαν βελτιωμένη ανταπόκριση και ποσοστά επιβίωσης σε σχέση με ασθενείς που εφαρμόστηκε μόνο ακτινοθεραπεία. (B.Hildebrandt, P. Wust, et al 2002)

2.5.1 Ιστολογική επίδραση της υπερθερμίας στον καρκίνο

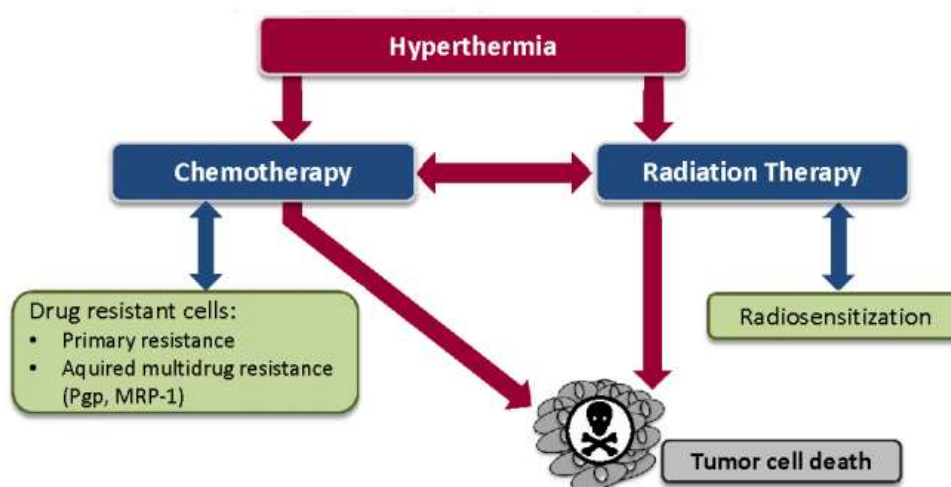
Το βιολογικό ορθολογικό για τη χρήση της υπερθερμίας στη θεραπεία του καρκίνου είναι πολύ ισχυρό. Θερμοκρασίες 42,5 ° C και άνω έχουν την ικανότητα να καταστρέψουν τα καρκινικά κύτταρα. Τα ευρήματα από μελέτες in vitro γενικά υποδεικνύουν ότι δεν υπάρχει ενδογενής διαφορά στην ευαισθησία θερμότητας μεταξύ φυσιολογικών και καρκινικών κυττάρων. Ωστόσο, σε υψηλότερες θερμοκρασίες μπορεί να υπάρξουν επιλεκτικά αποτελέσματα υπερθερμίας σε καρκινικά κύτταρα.

Σε συμπαγείς όγκους, το αγγειακό σύστημα βρίσκεται σε διαταραχή, πράγμα που οδηγεί άλλες περιοχές να υποστούν υποξία και χαμηλά επίπεδα pH σε σύγκριση με τους φυσιολογικούς ιστούς. Οι συνθήκες in vivo καθιστούν τα κύτταρα πιο ευαίσθητα στις κυτταροτοξικές επιδράσεις της υπερθερμίας. Ως εκ τούτου, η υπερθερμία μπορεί να είναι ευεργετική προκαλώντας άμεση κυτταροτοξικότητα σε κύτταρα όγκου, εκτός

από την επιλεκτική καταστροφή κυττάρων όγκου σε υποξικά και χαμηλού pH περιβάλλοντα εντός στερεών όγκων.

Επιπλέον η ήπια υπερθερμία μπορεί να ενεργοποιήσει ορισμένες λειτουργίες του ανοσοποιητικού συστήματος, οι οποίες θα μπορούσαν επίσης να παρέχουν προστασία έναντι ανάπτυξης όγκων.

Ένα περαιτέρω πλεονέκτημα είναι ότι η υπερθερμία μπορεί να εξαλείψει τα ανθεκτικά στα φάρμακα και τα ραδιοανθεκτικά κύτταρα όγκου (Εικόνα 12). Μια άλλη μορφή υπερθερμίας συνεπάγεται πολύ υψηλές θερμοκρασίες (> 60 ° C), οι οποίες μπορούν να καταστρέψουν ή να «μαγειρέψουν» τους όγκους με μια τεχνική γνωστή ως θερμική απόσπαση. (Ah.Bettaieb, P.K. Wrzal, et al 2013)



Εικόνα 12: Η υπερθερμία συμβάλλει στην τοπική θεραπεία του καρκίνου, όπως είναι η χημειοθεραπεία και η ακτινοθεραπεία για την καταστροφή των καρκινικών κυττάρων. Τροποποιημένο από <https://www.semanticscholar.org/paper/Hyperthermia-%3A-CancerTreatment-and-Beyond-Bettaieb-Wrzal/a48a83fccb3ed1c14849be2303ed69b38087f5b3>

2.6 Εφαρμογή της υπερθερμίας και ασφάλεια

Οποιαδήποτε και αν είναι η μέθοδος θερμοθεραπείας που χρησιμοποιείτε κάθε φορά σημαντικές μεταβλητές είναι το αν υπάρχει άμεση επαφή του δέρματος και του θερμαντικού μέσου ,το μέγεθος της περιοχής που σώματος που γίνεται η θεραπεία και η θερμική ικανότητα της μεθόδου. Σε περιπτώσεις που χρησιμοποιείτε ηλεκτροθεραπεία ,που η περιοχή του σώματος υποβάλλεται σε θεραπεία εντός ενός ηλεκτρομαγνητικού πεδίου ,υπάρχουν παράμετροι που ρυθμίζουν το μέγεθος του πεδίου αυτού , η ένταση του και το βάθος διεισδυσής .Μέθοδοι όπως τα θερμά επιθέματα ή το παραφινόλουτρο έχουν πιο μικρή ικανότητα διύσδυσής στους εν τω βάθει ιστούς και χρησιμοποιούνται καλύτερα σε επι πολείς θεραπείες.

Όλοι οι μέθοδοι θερμοθεραπείας ,εκτός απο ηλεκτροθεραπεία τυπου Ultrasound ,διαρκούν απο 20 μέχρι 30 λεπτά ώστε να επιτευχθεί το επιδιωκόμενο φυσιολογικό αποτέλεσμα. Το Ultrasound μπορεί να εφαρμοστεί απο 2 μέχρι 10 λεπτά καθώς

χρειάζεται λιγότερο χρόνο για να αυξηθεί η θερμοκρασία στους ιστούς .(Tepperman P. S., M. Devlin 1986)

Τόσο ο χρόνος όσο και η θερμοκρασία εφαρμογής πρέπει να ελέγχονται για να αποφευχθεί κάποιο ανεπιθύμητο αποτέλεσμα. Η αποτελεσματικότητα της εφαρμογής μιας συσκευής υπερθερμίας είναι εξίσου σημαντική με την ασφάλειά της.

Όσον αφορά την ασφάλεια των χειριστών, για να μειωθούν οι επιπτώσεις της έκθεσής τους σε ακτινοβολία, έχει καθοριστεί όριο $10 \text{ mW} \times \text{cm}^{-2}$ σε απόσταση 1 m μπροστά από ενεργή συσκευή και 0,5 m στο πίσω μέρος ως όριο ασφαλείας ολόκληρου του σώματος, όπως ορίζουν η Επιτροπή INRPA και οι κανόνες ασφαλείας της CCE για τον ηλεκτρομαγνητικό εξοπλισμό. (A. Giombini et al.2007)

2.7 Κίνδυνοι και αντενδείξεις

Όλοι οι μέθοδοι θερμοθεραπείας μπορεί να είναι δυνητικά επικίνδυνοι καθώς μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά εγκαύματα ακόμα και με σωστή εφαρμογή τους. Στην πράξη, στην μυοσκελετική ιατρική, δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 45.8C για χρονικό διάστημα 30 λεπτών. (A. Giombini et al.2007)

Οι αντενδείξεις της θερμοθεραπείας χωρίζονται στις γενικές και τις αντενδείξεις που αφορούν το άτομο (ειδικές). Οι αντενδείξεις αφορούν την αποφυγή εγκαυμάτων.

Η υπερθερμία αντενδείκνυται:

1. Σε παιδιά μικρής ηλικίας
2. Σε καταστάσεις μειωμένης αισθητικότητας και ειδικά σε ασθενής με προβλήματα στην αντίληψη της αύξησης ή μείωσης της θερμοκρασίας, δεν υπάρχει η σωστή ανατροφοδότηση του θεραπευτή από τον ασθενή για το αν η θεραπεία είναι υποφερτή ή ανυπόφορη.
3. Σε ασθενής που πάσχουν από διαταραχές της περιφερικής κυκλοφορίας του αίματος η θερμοκρασία δεν μπορεί να αυξηθεί και κατά συνέπεια να μην επιτευχθεί το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα και να δημιουργηθεί ισχαιμία.
4. Όταν η αύξηση της αιματικής ροής είναι αδύνατη ο ασθενής είναι πιο επιρρεπής σε εγκαύματα.
5. Σε οξύ στάδιο φλεγμονής -αιματώματος η θερμοθεραπεία αντενδείκνυται καθώς μπορεί να προκαλέσει μεγαλύτερη αιμοραγία.
6. Σε μη φλεγμονώδες οίδημα με υγρο, οι ιστοί είναι ευαίσθητοι σε εγκαύματα και μια αύξηση της υδροστατικής πίεσης λόγω αγγειοδιαστολής μπορεί να επιδεινώσει το οίδημα.
7. Σε ασθενείς με βηματοδότη η διαθερμία βραχέων κυμάτων αντενδείκνυται διότι μπορεί να επηρεάσει την λειτουργία του.
8. Σε ασθενείς που έχουν μεταλλικά εμφυτεύματα η θεραπεία μικροκυμάτων αντενδείκνυται γιατί υπάρχει αυξημένος κίνδυνος ηλεκτροπληξίας.

9. Σε παθολογικές αρθρώσεις όπου υπάρχει διόγκωση ,η θέρμανση θα πρέπει να αποφεύγεται καθώς μπορεί να επιδεινώσει την φλεγμονή ,να αυξήσει τον πόνο και να προκαλέσει εγκάυματα.

10 .Σε περιπτώσεις τοπικής θρόμβωσης,

11. Σε εγκυμοσύνη

12.Σε ανοιχτό τραύμα

(Terperman P. S., M. Devlin 1986; A. Giombini et al.2007)

Κεφάλαιο 3: Διαθερμία και Θεραπεία Tecar

3.1 Η τεχνολογία των διαθερμιών

Ως διαθερμία ορίζεται η θεραπευτική μέθοδος που έχει στόχο την θέρμανση των βαθύτερων ή επιφανειακών ιστών μέσω μιας τεχνικής διάταξης, όπου η εκπεμπόμενη ΥΣ ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα μέσα στο σώμα. (Φραγκοράπτης, 2011)

Η διαθερμία αποτελεί μια μέθοδο που χρησιμοποιείται για την αύξηση μέτριας θερμότητας κατευθείαν πάνω σε παθολογικές βλάβες των βαθύτερων ιστών του σώματος. Αυτή η αύξηση της θερμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την καταστροφή μολυσμένων ιστών, του νεοπλάσματος και σαν πρόληψη για εκτεταμένες αιμορραγίες των αγγείων. Η διαθερμία πλέον χρησιμοποιείται κατα κόρον για την θεραπεία και αποκατάσταση μυοσκελετικών παθήσεων. (M.Hawamdeh et al 2014)

Η διαθερμία συναντάται σε τρεις τύπους: Το υπερηχογράφημα, την διαθερμία βραχέων κυμάτων και την διαθερμία μικροκυμάτων. (Tranquilli et al. 2009)

3.2 Ιστορική αναδρομή

Η εφαρμογή διαθερμίας πραγματοποιήθηκε για πρώτη φορά στα τέλη του 19ου αιώνα στις ΗΠΑ από τον Γιουγκοσλάβο Tesla και τον D' Arsoval στην Γαλλία. Το 1907 παρουσιάστηκε η διαθερμία μακρών κυμάτων από τον Nagelschmidt. Το 1927 έγιναν οι πρώτες εφαρμογές της διαθερμίας βραχέων κυμάτων από τον Esau και Schliephake στην Γερμανία και από τον Schereschewky στις ΗΠΑ. Ο Αμερικάνος Krusen με τους συνεργάτες του το 1947 παρουσίασαν την διαθερμία μικροκυμάτων. Η Γερμανική εταιρία Φυσικής Ιατρικής και Βιοκτηματολογίας το 1959 κατάφερε να εγκρίνει την διαθερμία υπερβραχέων κυμάτων με μήκος κύματος 69cm. Την διαθερμία αυτή παρουσίασαν για πρώτη φορά το 1938 οι Korb και Oswald. Στο διεθνές συνέδριο που πραγματοποιήθηκε στο Atlantic city το 1947 αποφασίστηκε η χρήση των διαθερμιών με τις παρακάτω συχνότητες:

1. $\nu=27\text{MHZ}$ (βραχέα κύματα), $\lambda=10,06\text{cm}$
2. $\nu=434\text{MHZ}$ (υπερβραχέα κύματα), $\lambda=69\text{cm}$
3. $\nu=2450\text{MHZ}$ (μικροκύματα), $\lambda=12\text{cm}$

Με την εξέλιξη της τεχνολογία η διείσδυση των ΥΣ ρευμάτων έγινε καλύτερη, η κατανομή της θερμότητας στα διάφορα στρώματα των ιστών επιτυγχάνεται με μεγαλύτερη ομοιογένεια.

(Φραγκοράπτης et al 2011)

3.3 Δράση των διαθερμιών

3.3.1 Βιολογικές επιδράσεις των διαθερμιών

Καθώς η θερμότητα που προκαλείται είναι ένα δευτερογενές φαινόμενο προκύπτουν κάποιες διαφορές με άλλες μεθόδους θερμοθεραπείας:

- Η θερμότητα δεν εκπέμπεται αλλά δημιουργείται με φυσικές ιδιότητες κατά την διήθηση της ηλεκτρικής και ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας.
- Η θερμότητα που παράγεται εξαρτάται από την συχνότητα των ΥΣ ρευμάτων και το πεδίο μέσα στο οποίο βρίσκεται το βιολογικό αντικείμενο.

Η θερμότητα που προκαλείται εξηγείται με δύο τρόπους:

- με τον νόμο του Joule ,σύμφωνα με τον οποίο η θερμότητα δημιουργείται από την αντίσταση που προβάλλουν οι διάφοροι ιστοί στην ροή των ΥΣ ρευμάτων.
- με τον προσανατολισμό των διπόλων μορίων ,που συμβαίνει όταν αυτά βρεθούν μέσα σε ηλεκτρικό ή μαγνητικό πεδίο.

Μέσα στο σώμα τα δίπλα μόρια βρίσκονται σε ακαταστασία. Η εναλλασσόμενη υψίσυχνη τάση που εκπέμπεται από τις διαθερμίες υποβάλουν τα μόρια αυτά σε παλινδρομική ή περιστροφική κίνηση με αποτέλεσμα να παράγεται θερμότητα στους ιστούς λόγω της τριβής που δημιουργείται με τα γειτονικά μόρια. Η θερμότητα αυτή στην μέθοδο πεδίου πυκνωτή φτάνει σε ένα συγκεκριμένο βάθος καθώς όταν τα αγώγιμα στοιχεία των ιστών βρεθούν στο κέντρο του πεδίου του πυκνωτή κινούνται πιο αργά και έτσι μειώνεται και το φαινόμενο της τριβής (Joule). Αντιθέτως πάνω στο δέρμα η αύξηση της θερμότητας είναι πολύ μεγαλύτερη εξαιτίας της μεγάλης παλινδρομικής κίνησης που δημιουργείται.

3.3.2 Φυσιολογικές επιδράσεις διαθερμιών στους βιολογικούς ιστούς

- Η παραγόμενη θερμότητα (μέχρι 2C) προκαλεί υπεραιμία η οποία μέσω αντανάκλαστικών οδών και της κυκλοφορίας του αίματος μεταφέρεται και σε πιο απομακρυσμένα όργανα και ιστούς
- Η άξηση της τοπικής θερμότητας ως αποτέλεσμα της αγγειοδιαστολής υπολογίζεται σε ποσοστό 80-200%. Η υπεραιμία παραμένει έως και 90 λεπτά μετά τη θεραπεία και μετά από αρκετές συνεδρίες μπορεί να διατηρηθεί για μεγαλύτερο διάστημα .
- Γίνεται άξηση του ενεργητικού μεταβολισμού μετά το πέρας αρκετών συνεδριών και αυτή η άξηση ωφείλεται στο νόμο αντίδραση -ταχύτητα- θερμοκρασία (σύμφωνα με τον οποίον μια άξηση της θερμοκρασίας 10% γίνεται διπλασιασμός όλων των χημικών αντιδράσεων) και στον νόμο της όσμωσης σύμφωνα με τον οποίο αυξάνεται η διαπερατότητα των τριχοειδών αγγείων.

3.3.3 Αποτελέσματα της άξησης της θερμοκρασίας στους ιστούς

- 1 Αύξηση της αιματικής και λεμφικής κυκλοφορίας
- 2 Αύξηση μεταβολισμού

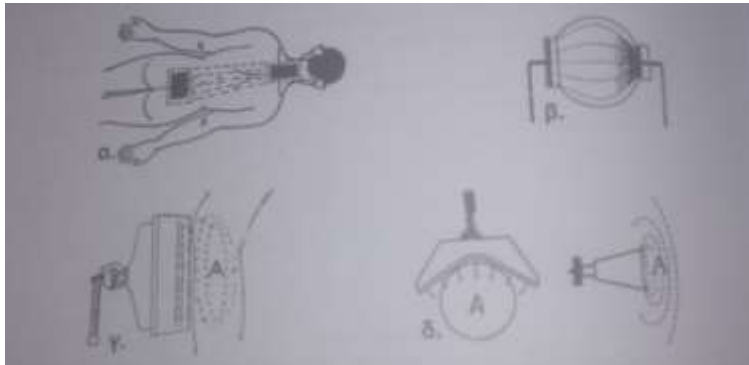
- 3 Αύξηση της τοπικής έκκρισης αδένων
- 4 Αύξηση των καρδιακών παλμών και αναπνοών
- 5 Αύξηση ιδρώτα
- 6 Ελάττωση του μυϊκού σπασμού
- 7 Μείωση της αρτηριακής πίεσης
- 8 Μείωση της σκληρότητας των αρθρώσεων και καταπράυνση των αισθητικών νεύρων

(Φραγκοράπτης et al 2011;Σπυρόπουλος Β., 1993):

3.4 Μέθοδοι εφαρμογής διαθερμιών

4 κύριοι μέθοδοι:

1. Μέθοδος ηλεκτρικού πεδίου:Το σώμα βρίσκεται σαν μία αντίσταση μεταξύ 2 μεταλλικών ηλεκτροδίων.Σε αυτήν την μέθοδο υπάγεται η κλασσική διαθερμία ,η οποία πλέον δεν χρησιμοποιείται ($\nu=300\text{Khz}-1\text{Mhz}$, $\lambda=100\text{m}-300\text{m}$) (Εικόνα 13,σχήμα α.)
2. Μέθοδος πεδίου πυκνωτή:Το σώμα βρίσκεται σαν ανομοιογενές διηλεκτρικό μέσα σε ένα υψίσυχο ηλεκτρικό πεδίο που εκπέμπεται απο δύο μονωτικά ηλεκτρόδια.(βραχέα κύματα , $\lambda=20-10\text{m}$, $\nu=15-30\text{ Mhz}$).(Εικόνα 13,Σχήμα β.)
3. Μέθοδος πηνίου πυκνωτή βραχέα κύματα) :Το σώμα βρίσκεται μέσα σε υψίσυχο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο ενός πηνίου (θεραπεία με δινόρευμα)(Εικόνα 13,Σχήμα γ.)
4. Μέθοδος πεδίου ακτινοβολίας :Το σώμα βρίσκεται δίπλα σε πεδίο ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας υψηλής τάσης (υπερβραχέα και μικροκύματα $\lambda=10-10\text{cm}$, $\nu=300-300\text{Mhz}$) (Εικόνα 13,Σχήμα δ.)



Εικόνα 14 : Οι διαφορετικές μέθοδοι των ΥΣ ρευμάτων:α) ηλεκτρικό πεδίο,β) πεδίο πυκνωτή,γ) πεδίο πηνίου,δ) πεδία ακτινοβολίας. Τροποποιημένο απο Φραγκοράπτης Ελευθ. 2011, «Εφαρμοσμένη Ηλεκτροθεραπεία- Θεωρία και πράξη μεθόδων ηλεκτροθεραπείας»

3.5 Είδη διαθερμιών

Στον χώρο της φυσικοθεραπευτικής αποκατάστασης και της χειρουργικής τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία συναντώνται πλέον πολύ συχνά. Οι διαθερμίες αποτελούν μία από τις προϋποθέσεις για να αδειοδοτηθεί ένα φυσικοθεραπευτικό εργαστήριο πράγμα που τις καθιστά ως αναγκαίο φυσικοθεραπευτικό εξοπλισμό σε ένα φυσιοθεραπευτήριο (E Tzima, C J Martint et al 1994)

Στην φυσιοθεραπεία συναντώνται συχνά οι διαθερμίες μικροκυμάτων και οι διαθερμίες βραχέων κυμάτων.

3.5.1 Διαθερμίες μικροκυμάτων

Οι διαθερμίες μικροκυμάτων (Εικόνα 15) χρησιμοποιούν ΥΣ ηλεκτρομαγνητικά κύματα με μήκος κύματος (λ) 33cm και 12,5cm και συχνότητα (ν) 915MHz και 2450MHz αντίστοιχα. Το όνομα της διαθερμίας αυτής δόθηκε από τους Αμερικάνους λόγω του μικρού μήκους κύματος της. Η εκπομπή των υψίσυχνων ηλεκτρομαγνητικών ταλαντώσεων παράγεται από μια λυχνία-γεννήτρια μαγνητικού πεδίου γνωστή και ως Magnetron που κατά την λειτουργία της τα ηλεκτρόνια κινούνται κυκλικά. Η ροή της ενέργειας μπορεί να γίνει παλμικά και συνεχόμενα.

Στις λυχνίες Magnetron η κάθοδος βρίσκεται στο κέντρο και μετά την θερμανσή της που διαρκεί 2-3 λεπτά γίνεται η εκπομπή ηλεκτρονίων. Γύρω από την κάθοδο, σε μια ορισμένη απόσταση, βρίσκεται η βάση της ανόδου που αποτελείται από χαλκό κυκλικού σχήματος. Μεταξύ ανόδου και καθόδου η τάση που δημιουργείται είναι 800-1500 Volt. Τα ηλεκτρόνια που ταξιδεύουν μέσα από την κάθοδο διαμέσου του μαγνητικού πεδίου αλλάζουν κατεύθυνση και αφού διανύσουν μια σπειροειδή οδό φτάνουν στην άνοδο και διεγείρουν ηλεκτρομαγνητικές ταλαντώσεις. Κατά την εφαρμογή της θεραπείας υπάρχει ίση κατανομή της θερμότητας στο δέρμα και το βάθος διευσδυσσης της είναι μέχρι 8 cm. Στα όργανα και στους ιστούς που βρίσκονται εν τω βάθει δεν φτάνει η θερμική δράση.

Η ηλεκτρομαγνητική ενέργεια απορροφάται από τους ιστούς και μετατρέπεται σε θερμότητα. Ιστοί όπως ο μυϊκός ιστός χαρακτηρίζονται από μεγάλη περιεκτικότητα σε νερό οπότε η απορρόφηση της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας και κατά συνέπεια η αύξηση της θερμοκρασίας γίνεται πιο εύκολα από ιστούς χαμηλής περιεκτικότητας σε νερό. Ωστόσο, το δέρμα και ο λιπώδης ιστός λειτουργούν σαν εμπόδιο στην διέλευση της ενέργειας με αποτέλεσμα την μεγάλη αύξηση της θερμοκρασίας αυτών και πολύ μικρότερη αύξηση των εν τω βάθει ιστών. Για αυτόν τον λόγο όταν χρησιμοποιείται διαθερμία μικροκυμάτων η αύξηση της θερμότητας παρατηρείται σε βάθος 3,5cm εφόσον ο λιπώδης ιστός της περιοχής δεν είναι πάνω από 2 cm. (Φραγκοράπτης et al 2011; Παπαδημητρίου Ι., 2001)



Εικόνα 15: Συσκευή διαθερμίας μικροκυμάτων. Τροποποιημένο από <http://antiselphysio.gr/el/product/radormed-650>

3.5.2 Διαθερμία βραχέων κυμάτων

Η διαθερμία βραχέων κυμάτων παράγει ηλεκτρικά-μαγνητικά πεδία τα οποία εναλλάσσονται με υψηλή συχνότητα και οι φυσιολογικές επιδράσεις και τα θεραπευτικά ωφέλη παράγονται από τα ραγδαία εναλλασσόμενα πεδία. Το εναλλασσόμενο ρεύμα υψηλής συχνότητας μετατρέπεται σε θερμότητα μέσα στον ιστό που εγαρμόζεται. Ένα χαρακτηριστικό-παρενέργεια αυτών των διαθερμιών είναι η παραγωγή μη επιθυμητής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Σε επίπεδο ασφάλειας και φυσιολογίας αυτή η ακτινοβολία δεν είναι επικίνδυνη για τον άνθρωπο.

Οι διαθερμίες βραχέων κυμάτων χρησιμοποιούν τις παρακάτω συχνότητες:

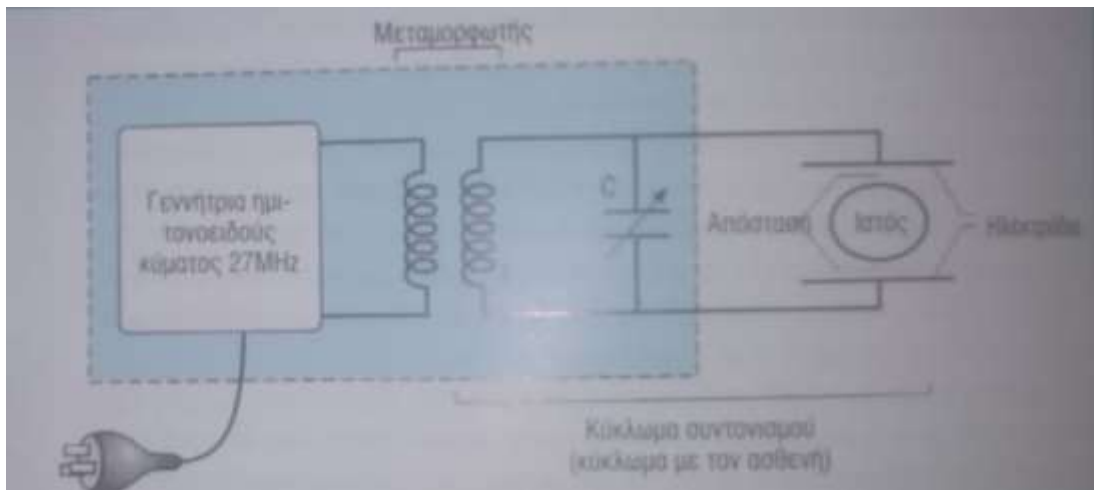
- 13,65MHz με μήκος κύματος 22 m
- 27,12MHz με μήκος κύματος 11 m
- 40,68MHz με μήκος κύματος 7,5 m

Πιο συχνά χρησιμοποιείται η δεύτερη συχνότητα 27,12MHz με μήκος κύματος 11m.

Η συσκευή μίας διαθερμίας βραχέων κυμάτων αποτελείται από την γεννήτρια ημιτονοειδούς κύματος η οποία παράγει εναλλασσόμενο ρεύμα με συχνότητα 27.12MHz και ένα συντονιστή(αντηχείο) δηλαδή ένα κύκλωμα που ρυθμίζεται σε αυτή την συχνότητα και πέρνει την ενέργεια από την γεννήτρια(Εικόνες 16,17). Το αντηχείο κατασκευάζεται συνδιάζοντας ένα αυτοεπάγωγο πηνίο και ένα πυκνωτή. Η συχνότητα που συντονίζεται ή ταλαντώνεται το κύκλωμα εξαρτάται από το την χωρητικότητα και την αυτοεπαγωγή (ηλεκτρικές ιδιότητες). (Robertson V. 2006; Nanda B,K.,2015)



Εικόνα 16: Διαθερμία βραχέων κυμάτων.Τροποποιημένο απο http://www.scottmedical.com/item/enrafnonius_curapuls_970_shortwave/174/91/616/



Εικόνα 17: Η διάταξη της διαθερμίας βραχέων κυμάτων .Τροποποιημένο απο Robertson V.,Ward A. ,Low J.,Reed A. « Βασικές Αρχές και Πρακτική Εφαρμογή» ,4η έκδοση,Εκδόσεις: Παρισίανου (2006).

Το μήκος κύματος εξαρτάται από την συχνότητα με βάση τον τύπο:

$$c = \lambda f$$

όπου λ είναι το μήκος, f είναι η συχνότητα και c η ταχύτητα του φωτός.

Οι διαθερμίες βραχέων κυμάτων μπορούν να λειτουργήσουν με παλμική ή συνεχόμενη λειτουργία. Στην παλμική λειτουργία η συσκευή απελευθερώνει ηλεκτρομαγνητικά πεδία με την μορφή βραχέων παλμών (burst). Ανάμεσα σε κάθε παλμό υπάρχει ένα χρονικό διάστημα που δεν περνάει ηλεκτρομαγνητική ενέργεια.

Στην συνεχή λειτουργία τα βραχέα κύματα απελευθερώνονται συνεχόμενα χωρίς περίοδο παύσης.

Κατά την εφαρμογή της Διαθερμίας βραχέων κυμάτων η παλμική λειτουργία έχει θερμική και μη θερμική επίδραση. Η συνεχόμενη λειτουργία χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο για τα θερμικά αποτελέσματά της.

Οι ρυθμιζόμενοι παράμετροι των συσκευών αυτών είναι

- Ο ρυθμός επανάληψης παλμών (εύρος 26-800 παλμού ανά δευτερόλεπτο)
- Η διάρκεια του παλμού (εύρος 20-400 μικροδευτερόλεπτα)
- Το μέγεθος ισχύς του παλμού (από 150-200W).

Οι παράμετροι αυτοί ρυθμίζονται από τον χειριστή ανάλογα με τις απαιτήσεις και το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα της εκάστοτε κατάστασης.

Οι επιδράσεις της διαθερμίας βραχέων κυμάτων (σε συνεχή λειτουργία), αφορούν το κυκλοφορικό σύστημα και ειδικότερα τα τριχοειδή αγγεία και τις μικρές αρτηρίες όπου διαστέλονται πιο αποτελεσματικά από οποιαδήποτε άλλη μορφή θερμοθεραπείας. Επιπρόσθετα παρατηρείται και μια μετακίνηση της λέμφου με την οποία αυξάνεται η κυκλοφορία των ιστών. Αν εφαρμοστεί χαμηλή ένταση για δέκα περίπου λεπτά βελτιώνεται η κυκλοφορία ενώ αν η ένταση και ο χρόνος θεραπείας αυξηθεί τότε τα αποτελέσματα είναι η αγγειοσυστολή και η ελάτωση της αιματικής ροής.

(Σπυρόπουλος, 1993)

Εν κατακλείδι η διαθερμία βραχέων κυμάτων μπορούν να επιφέρουν ευεργετικά αποτελέσματα στην κυκλοφορία του αίματος λόγω της διαστολής των αγγείων και από την ανάλογη αύξηση της κυκλοφορίας της λέμφου.

(Watson, 2011)

3.6 Ενδείξεις – Αντενδείξεις διαθερμιών:

3.6.1 Ενδείξεις:

1. Σε παθήσεις των οστών και των αρθρώσεων: αρθρίτιδες, μετατραυματικές αρθροπάθειες, χρόνιες αρθροπάθειες, εκφυλιστικές αρθροπάθειες.
2. Παθήσεις μυών: θλάσεις, μυϊκές τοπικές σκληρύνσεις, μυϊκός ρευματισμός, οσφυαλγία.

3. Παθήσεις δέρματος: Δοθήνες, αποστήματα υδροτοπιών αδενών μασχάλης, παρωνυχία, υποδόρια φλεγμονή δακτύλων.
4. Παθήσεις και κακώσεις των περιφερικών νεύρων:νευρίτιδα,νευραλγία.
5. Παθήσεις των νεφρών και των ουροφόρων οδών:νεφρίτιδες ,οξεία σπειραματονεφρίτιδα ,ολιγουρία,ανουρία,πυελίτιδα ,χρόνια κυστίτιδα,ελκώδη κυστίτιδα.
6. Παθήσεις αγγείων:Κρυοπαγήματα,αγγειονευρώσεις σε υπερτασική μορφή,αποπληξίες
7. Παθήσεις οφθαλμών:αποστήματα,φλεγμονές των βλεφάρων και των δακρυγόνων κύστεων,φλεγμονές του κόνχου,πάρεσητων μυών του βολβού,οπισθοβολβική νευτίτιδα,οπισθοβολβικά αιματώματα.
8. Ωτορινολαρυγγολογικές παθήσεις:περιπτώσεις πυώδους ή παχύρευστου εκκρίματος,χρόνιες καταστάσεις των κόλπων του προσώπου ,φλεγμονές του λάρυγγα ,οι πολύποδες,τα κόμβια,καταρροϊκή ωτίτιδα.
9. Γυναικολογικές παθήσεις: σαλπγγίτις, συμφύσεις σαλπγγών , μητρίτις, παραμητρίτις, αποστήματα Δουγλασείου χώρου, συμφύσεις απο φλεγμονές μετενχειρητικές και μετατραυματικές επιπλοκές, ορμονικές διαταραχές . (Φραγκοράπτης et al 2011)

3.6.2 Αντενδείξεις διαθερμίας

Η εφαρμογή της συνεχούς και παλμικής διαθερμίας βραχέων κυμάτων, δεν ενδείκνυται σε περιπτώσεις, όπως:

1. Βηματοδότες και άλλα «ενεργά» εμφυτεύματα
 2. Εγκυμοσύνη
 3. Μέταλλο στους ιστούς
 4. Μείωση της αισθητικότητας του δέρματος
 5. Νεοπλασίες-καρκίνος
- (Watson et al 2011)

3.7 Θεραπεία Te.C.A..R

3.7.1 Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια έχει κάνει αισθητή την παρουσία της στον χώρο την φυσικοθεραπείας μία νέα μορφή διαθερμίας η οποία μεταφέρει την ενέργεια με χωρητικό και αντιστατικό τρόπο και είναι γνωστή ως θεραπεία TECAR.

(M.Hawamdeh et al 2014)

Η κλινική πρακτική της συγκεκριμένης θεραπείας έχει ιστορία μόνο 20 χρόνια αλλά μόνο τα τελευταία χρόνια έχουν διεξαχθεί μερικές μελέτες που αφορούν την αποτελεσματικότητά της .(Clijsen R., Leoni D. et al.2019)

Η TECAR είναι μια μη επεμβατική θεραπεία που ενσωματώνεται στην ομάδα των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, πιο συγκεκριμένα στη διαθερμία που ορίζεται ως η διαδικασία θέρμανσης του σώματος εσωτερικά μέσω εναλλασσόμενων ηλεκτρικών ρευμάτων υψηλής συχνότητας.(M.Hawamdeh et al 2014)

Παράγει ηλεκτρομαγνητικό πεδίο και επομένως μια βιοσυμβατή ενέργεια που έχει την ικανότητα να εισέλθει στους ιστούς του ανθρώπου.(Terranova A.,et al 2008)

Το TECAR παράγει ένα ενδοθερμικό αποτέλεσμα που εξαρτάται από την ισχύ που εφαρμόζεται και επίσης από την αντίσταση των διαφορετικών ιστών κατά τη ροή ρεύματος (Tranquilli et al.2009,). Η συχνότητα που χρησιμοποιείται είναι σημαντικά χαμηλότερη από αυτή που χρησιμοποιείται για άλλες θεραπείες, όπως τη διαθερμία βραχέων κυμάτων (27 MHz) (η οποία μπορεί να προκαλέσει μυϊκές συσπάσεις), υπερθερμία (454 MHz) και θεραπεία με ραντάρ (2,5 GHz).

Το TECAR χρησιμοποιεί ρεύματα με συχνότητα που κυμαίνεται από 0,45 έως 0,6 MHz (Ganzit G.P., L. Stefanini, et al 2015; Tranquilli et al.2009; Renaudin, M.2018). Η μεταφορά ενέργειας στους ιστούς πραγματοποιείται με δυο τρόπους,τον χωρητικό και τον αντιστασιακό,συμβαδίζοντας με την λογική της λειτουργίας του συμπτωκνωτή,όπως και στην διαθερμία βραχέων κυμάτων.

Η φυσική αρχή της TECAR βασίζεται στις ιδιότητες του συμπτωκνωτή ,δηλαδή ένα μονωμένο μεταλλικό σπλισμό (ηλεκτρόδιο που τοποθετείται πάνω στην τραυματισμένη περιοχή) και ο άλλος σπλισμός είναι ο βιολογικός ιστός που θεραπεύεται και έχει την μορφή αγωγού. Η αρχή του συμπτωκνωτή βασίζεται στην ικανότητα να έλκει ή να αποθεί τα ηλεκτρικά φορτία μέσα στο ιστό απέναντι απο το ηλεκτρόδιο (χωρητικό μετατοπιζόμενο ρευμα),επιτρέποντας την θεραπεία βαθύτερων ιστών.

Οι βιολογικές επιδράσεις της TECAR ωφείλονται στην αύξηση του δυναμικού της μεμβράνης ,στην κίνηση των ιόντων στον ενδοκυτταρικό χώρο και στο ενδιάμεσο υγρό καθώς και στην επακόλουθη αύξηση της ενδογενούς θερμοκρασίας.

(Sanguedolce G.,et al. 2009; Terranova A.,et al 2008; Tranquilli C,et al.2009; Renaudin, M.2018)

Όσο άυξανεται η ένταση στο ενεργό ηλεκτρόδιο παράγεται μια ηλεκτρολυτική κίνηση στον ιστό. (M.Hawamdeh et al 2014)

Ο εξοπλισμός του TECAR βασίζεται σε ένα σύστημα που αποτελείται από μια γεννήτρια βραχέων κυμάτων και ηλεκτρόδια που θα παρέχουν συγκεκριμένες βιολογικές επιδράσεις (Εικόνα 18). Οι κύριες διαφορές των κλασικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται στις διαθερμικές συσκευές είναι η δομή των ηλεκτροδίων, οι συχνότητες και η ισχύς που χρησιμοποιείται. (M.Hawamdeh et al 2014; Melegati,2009; Tranquilli C. et al 2009;Sanguedolce G et al.2009)



Εικόνα 18: Η συσκευή Tecar .Στην εικόνα απεικονίζεται η γεννήτρια, τα ηλεκτρόδια χωρητικής και αντιστατικής εφαρμογής, η γείωση (μεταλλική πλάκα) και το υλικό (αγώγιμη κρέμα) που εφαρμόζεται πάνω στο δέρμα κατά την διάρκεια της θεραπείας. Τροποποιημένο από <https://www.parimed.gr/>

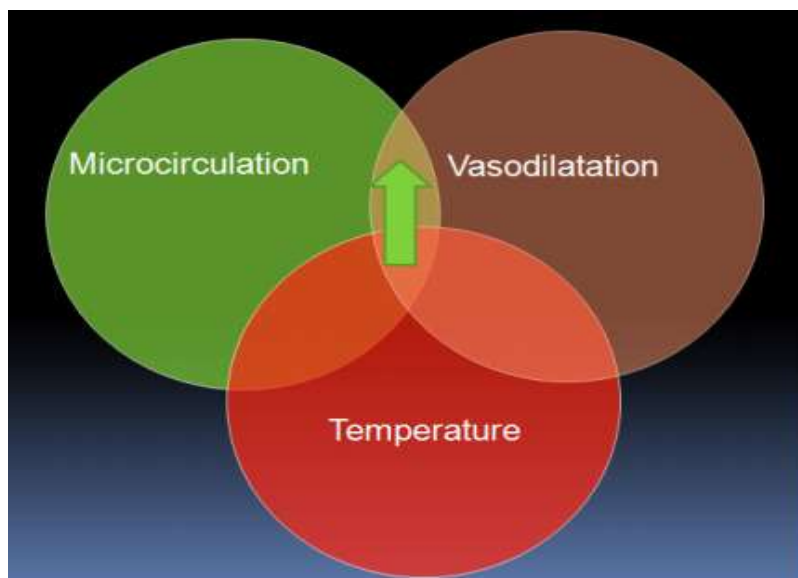
3.7.2 Βιολογικές επιδράσεις της TECAR

Τα αποτελέσματα της TECAR ποικίλλουν ανάλογα με την ισχύ που χρησιμοποιείται. Κατά την εφαρμογή χαμηλών, μη θερμικών ενεργειακών επιπέδων, η βιοδιέγερση οφείλεται σε αυξημένους μετασχηματισμούς ενδοκυτταρικής ενέργειας (αυξημένη συγκέντρωση σε ATP και ATPases), προκαλεί αύξηση της πρόσληψης οξυγόνου με αυξημένες διαδικασίες πολλαπλασιασμού, αυξημένη σύνθεση κολλαγόνου, αυξημένη εκτασιμότητα συνδετικού ιστού, μειωμένο πόνο λόγω απελευθέρωσης ενδορφίνης και μειωμένες μυϊκές συστολές. Χρησιμοποιώντας μεσαία επίπεδα, οι επιδράσεις των χαμηλών επιπέδων που αναφερθηκαν παραπάνω, συν την τριχοειδής μικρο-υπεραιμία, που προκαλείται από την αυξημένη ζήτηση οξυγόνου από τους ιστούς, προάγουν μια αρχική αύξηση της ενδογενούς θερμοκρασίας και αγγειοδιαστολή της μικροκυκλοφορίας. Η χρήση υψηλών επιπέδων συνδυάζει τις επιδράσεις των δύο επιπέδων που αναφέρονται παραπάνω, με αποτέλεσμα αγγειοδιαστολή, αυξημένη λεμφική αποστράγγιση και αύξηση θερμότητας. (Ganzit G.P., L. Stefanini, et al 2015; Melegati 2009; Sanguedolce G et al.2009)

Το TECAR, όταν χρησιμοποιείται με χαμηλή ενέργεια, επιτρέπει την ηλεκτρομαγνητική αλληλεπίδραση ιστών χωρίς θερμική επίδραση, επιτρέποντας έτσι την αντιμετώπιση παθολογιών στην οξεία ή υποξεία φάση χωρίς να προκαλεί αύξηση της φλεγμονώδους διαδικασίας (Sanguedolce G. et al. 2009; Ribeiro, S., Henriques, B. et al 2018)

Αποτελέσματα της δράσεις του TECAR (M. Hawamdeh M. 2014)(Εικόνα 19):

1. Αύξηση της μικροκυκλοφορίας
2. Αύξηση της αγγειοδιαστολής
3. Αύξηση της οξυγόνωσης
4. Αύξηση της εσωτερικής θερμότητας



Εικόνα 19: Επιδράσεις της χωρητικής και αντιστατικής εφαρμογής . Τροποποιημένο από Hawamdeh M. 2014. The effectiveness of Capacitive Resistive Diathermy (Tecartherapy) in acute and chronic musculoskeletal lesions and pathologies

Χρησιμοποιεί τους βιολογικούς ιστούς ως ηλεκτρική αντίσταση ή εναλλακτικά ως συμπακνωτή, έτσι ώστε το ρεύμα μεταδίδεται μέσα στους ιστούς και δεν δημιουργούνται ισχυρές συγκεντρώσεις ενέργειας στο δέρμα του ασθενούς. Υπάρχουν κινήσεις έλξης και απόρριψης ηλεκτρικών φορτίων, που επιτρέπουν την ισχυρή διέγερση σε κυψελοειδή επίπεδα, παρέχοντας την αρχή των φυσικών διαδικασιών επούλωσης του σώματος. Με αυτόν τον τρόπο, μπορεί να επιτευχθεί μια επιλεκτική εφαρμογή που καλύπτει όλα τα επίπεδα των ιστών, από τον πιο επιφανειακό μέχρι και τον βαθύτερο, χωρίς καμία απώλεια ενέργειας. (Terranova A. et al 2008; Renaudin, M.2018)

Το πλεονέκτημα της εφαρμογής του TECAR είναι ότι δεν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιείται ενέργεια πολύ υψηλής συχνότητας για να επηρεάσει τους εν τω βάθει ιστούς, γεγονός που θα μπορούσε να προκαλέσει περιορισμούς εφαρμογής καθώς και θερμικά προβλήματα (M. Hawamdeh M. 2014; Melegati 2009; Tranquilli C. et al 2009; Sanguedolce G. et al. 2009).

3.7.3 Τρόποι εφαρμογής

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η θεραπεία Tecar έχει δύο τρόπους μεταφοράς της ενέργειας :τον χωρητικό και τον αντιστατικό τρόπο.

Χωρητικός τρόπος: Τα αποτελέσματα που παράγονται από το χωρητικό σύστημα απευθύνονται περισσότερο σε ιστούς με υψηλότερο ηλεκτρολυτικό περιεχόμενο (μύες, μαλακοί ιστοί). Στην χωρητική μέθοδο, η μεταφορά ενέργειας γίνεται μέσω ενός χωρητικού ηλεκτροδίου που είναι απομονωμένο με ένα κεραμικό υλικό. Οι φορτίσεις συσσωρεύονται κοντά στο ηλεκτρόδιο, το οποίο πρέπει πάντα να βρίσκεται σε κίνηση. Τα αποτελέσματα θα είναι στο επίπεδο των μαλακών και υγρών ιστών (μύες, αίμα κ.α). Το χωρητικό ηλεκτρόδιο μπορεί να ονομαστεί και διηλεκτρικό. (Εικόνα 20)

Το κύκλωμα αποτελείται από έναν πυκνωτή δύο πλαισίων, ένας από τους οποίους είναι ένας αγωγίμος μεταλλικός δίσκος (πλάκα επιστροφής) και ο άλλος είναι ένα χωρητικό ηλεκτρόδιο στην άλλη πλευρά της επιφάνειας, μεταξύ των οποίων σχηματίζεται ένας αγωγός (τύπος 2) από τον βιολογικό ιστό. Αυτός ο τύπος δύο αγωγών χαρακτηρίζεται από ρεύματα μετατόπισης αντί αγωγιμότητας (τύπου 1). Εξαιτίας αυτού, υπάρχει μεγαλύτερη αύξηση της ενέργειας στους μύες που περιβάλλει το ηλεκτρόδιο. Εάν το ηλεκτρόδιο παραμείνει ακίνητο, η αίσθηση της θερμότητας στο δέρμα μπορεί γρήγορα να γίνει ανυπόφορη. Συνεπώς, είναι απαραίτητη η συνεχής μετακίνηση των ηλεκτροδίων ηλεκτροδίου με κυκλικό τρόπο και η κίνηση αυτή να έχει μέτρο ίσο με το μέγεθος της κεφαλής του ηλεκτροδίου.

(Ganzit G.P., L. Stefanini, et al 2015; Melegati 2009; Ribeiro, S., Henriques, B. et al 2018; M. Hawamdeh 2014)

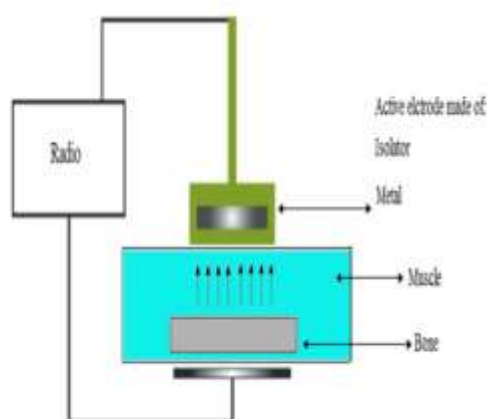


Figure 1: Capacitive Electrode

Εικόνα 20: Χωρητική μέθοδος. Τροποποιημένο από Hawamdeh M. 2014. The effectiveness of Capacitive Resistive Diathermy (Tecartherapy) in acute and chronic musculoskeletal lesions and pathologies

Αντιστατικός τρόπος: Στη μέθοδο αντίστασης, η μεταφορά ενέργειας πραγματοποιείται μέσω ενός μη μονωμένου ηλεκτροδίου, όπου συσσωρεύονται φορτία μεταξύ του ηλεκτροδίου αντίστασης και του αντίθετου ηλεκτροδίου (πλάκα επιστροφής που επιτρέπει στο κύκλωμα να κλείνει). Αυτά τα φορτία συναντώνται στους πιο πυκνούς και ανθεκτικούς βιολογικούς ιστούς, οι οποίοι συμπεριφέρονται σαν ένα διηλεκτρικό και υπερκαλύπτουν τα χωρητικά ηλεκτρόδια. Το ηλεκτρόδιο αντίστασης είναι ένα μεταλλικό, επομένως αγωγίμο, ηλεκτρόδιο. Οι αντιστατικοί ιστοί θα είναι οι τένοντες, οι σύνδεσμοι, τα οστά, οι αρθρώσεις οστεοδεξίνης, οι αρθρώσεις, ο ινώδης ιστός, ο χόνδρος, η μυοσκελετική περιτονία.

Η μέθοδος αντίστασης ενεργεί σε βάθος, και η δράση της καθιστά δυνατή την πρόσβαση σε ζώνες που ήταν απρόσιτες μέχρι τότε. Υπάρχει επίσης μια αύξηση της θερμοκρασίας σε βάθος. (Εικόνα 21) Σε αυτή την περίπτωση, η υψηλότερη ενεργειακή πυκνότητα βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια των οστών στο επίπεδο του τένοντα, του συνδέσμου και της άρθρωσης. Επομένως, το ενεργό ηλεκτρόδιο μπορεί να παραμείνει ακίνητο και η αίσθηση αυξημένης ενέργειας θα γίνει αισθητή στις προαναφερθείσες θέσεις. (Εικόνα 22)

(Ganzit G.P., L. Stefanini, et al 2015; Melegati 2009; Ribeiro, S., Henriques, B. et al 2018; M. Hawamdeh 2014)

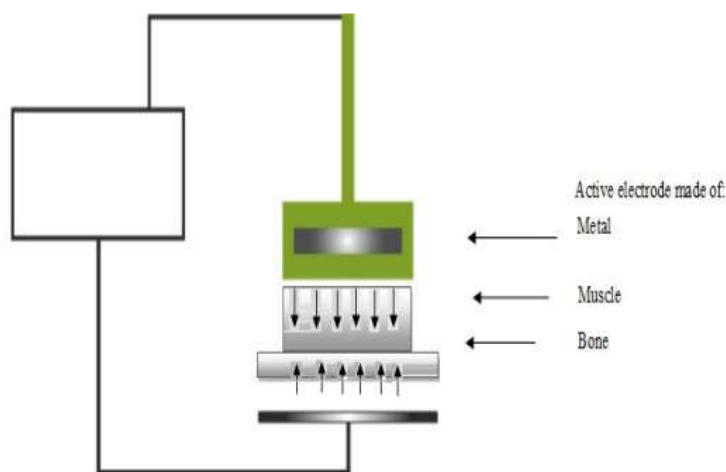
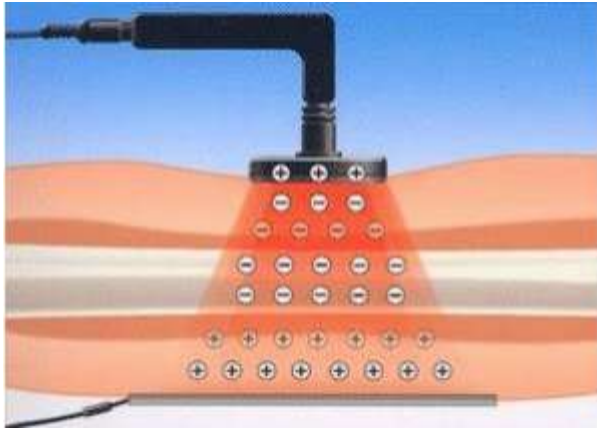


Figure 2: Resistive Electrode

Εικόνα 21 : Αντιστατική μέθοδος. Τροποποιημένο από Hawamdeh M. 2014. The effectiveness of Capacitive Resistive Diathermy (Tecartherapy) in acute and chronic musculoskeletal lesions and pathologies

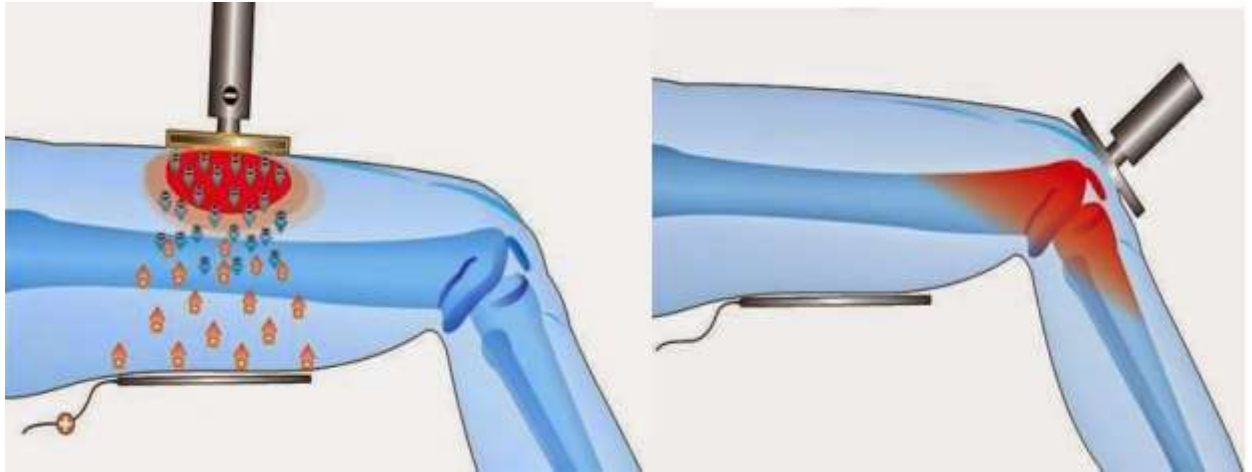


Εικόνα 22: Διείσδυση σε εν τω βάθει ιστούς. Τροποποιημένο από <https://www.kentavros.com.gr/en/targeted-treatment-with-radiofrequencies-tecar-n>

Όλες οι δομές που λειτουργούν ως αγωγός θα υποβληθούν σε ηλεκτρομαγνητικά κύματα και θα παρουσιάσουν μια αύξηση της ενέργειας που συσσωρεύεται λόγω της αυξημένης ιοντικής κίνησης. Σε κάθε περίπτωση υπάρχει αύξηση της θερμοκρασίας. Όσο αυξάνεται η ισχύς στην γεννήτρια τόσο πιο αντιληπτή θα είναι η επίδραση από τον ασθενή. Η θερμοκρασία του δέρματος με την χρήση ηλεκτροδίου αντίστασης μειώνεται προοδευτικά προς το αντίθετο ηλεκτρόδιο (πλάκα επιστροφής).

Η αύξηση της θερμοκρασίας γίνεται με μεγάλη ταχύτητα τα πρώτα 10 λεπτά και πιο αργά τα επόμενα λεπτά. Μετά από 20 λεπτά εφαρμογής η αύξηση της θερμοκρασίας είναι πολύ μικρή ενώ ανάλογα με την κυκλοφοριακή ροή που έχουν συγκεκριμένες περιοχές τείνει να αυξάνεται περισσότερο.

Η σωστή τοποθέτηση του ηλεκτροδίου και της πλάκας επιστροφής επιτρέπει την θεραπεία διάφορων περιοχών του σώματος. Για παράδειγμα, για την θεραπεία μίας μυϊκής βλάβης το χωρητικό ηλεκτρόδιο τοποθετείται μαζί με την πλάκα επιστροφής που κλείνει το κύκλωμα στην αντίθετη πλευρά του άκρου. Για την θεραπεία αρθρώσεων, το ηλεκτρόδιο τοποθετείται στην μία πλευρά της άρθρωσης και η πλάκα επιστροφής στην αντίθετη πλευρά της άρθρωσης (Εικόνα 23). (Ganzit G.P., L. Stefanini, et al 2015; M.Hawamdeh et al 2014).



Εικόνα 23 :Τοποθέτηση ηλεκτροδίων σε διαφορετικές θέσεις. Τροποποιημένο από <https://www.libreriauniverso.it/>

3.7.4 Φυσιολογικά αποτελέσματα απο την άυξηση της ενέργειας:

- Άυξηση της διατασημότητας του κολλαγονού ιστού λόγω της μείωσης στο ιζώδες.
- Μείωση του πόνου λόγω της απελευθέρωσης ενδορφινών.
- Μείωση των μυικών συσπάσεων και σπασμών
- Πιο γρήγορη διάσπαση του οξυγονού απο την αιμοσφαιρίνη που συνοδέυται απο την μείωση της ενεργοποίησης χημικών και μεταβολικών αντιδράσεων
- Αγγειοδιαστολή που έχει ως αποτέλεσμα την άυξηση της αιματικής ροής τοπικά,μεγαλύτερη πρόσληψη οξυγονού και θρεπτικών ουσιών αλλά και την απομάκρυνση καταβολιτών

(G.P.Ganzit, L. Stefanini, G. Stesina et al 2015 ; M.Hawamdeh et al 2014).

3.7.5 Ενδείξεις

Το TECAR φαίνεται να έχει ευρύ πεδίο εφαρμογής και είναι κατάλληλο για όλους τους τύπους παθολογιών, τόσο οξείας όσο και χρόνιας φύσεως καθώς και σε αθλητικούς και ορθοπεδικούς τραυματισμούς. Αυτή η τεχνική μπορεί ακόμα να εφαρμοστεί πριν από τη χειρουργική επέμβαση ή μετεγχειρητικά, προκειμένου να παρέμβει στις πιθανές επιπλοκές που υπάρχουν και / ή που είναι εγγενείς στην χειρουργική διαδικασία.

Ενδείξεις:

- Μυοσκελετικές παθήσεις(οσφυαλγία,ισχιαλγία,κατάγματα,εξαρθρήματα, υπεξαρθρήματα),
- Συνδεσμικές κακώσεις,

- Αρθροπάθειες και τενοντοπάθειες (Τενοντίτιδες, τενοντοελυτρίτιδες, θυλακίτιδες) στον ώμο,στο άνω άκρο,στο γόνατο,στο ισχίο,στον αστράγαλο και στην σπονδυλική στήλη
- Χονδροπάθειες
- Ρευματολογικές δυσλειτουργίες
- Ουρολογικές δυσλειτουργίες,
- Βελτίωση αρτηριακής και λεμφική μικροκυκλοφορίας ,
- Μείωση φλεγμονής και του χρόνου επούλωσης
- Τενοντίτιδες, τενοντοελυτρίτιδες, θυλακίτιδες
- Οξείες και χρόνιοι πόνοι

(Terranova et al. 2008; G.P.Ganzit, L. Stefanini, G. Stesina et al. 2015; Clijsen R., Leoni D. et al.2019)



Εικόνα 24 :Ενδεικτική θεραπεία TECAR για μείωση του πόνου στον ώμο

3.7.6 Αντενδείξεις

Η θεραπεία Tecar έχει τις ίδιες αντενδείξεις με τα άλλα είδη διαθερμιών ,οπως αναφέρθηκαν παραπάνω και κάποιες επιπλέον:

1. Γυναίκες κατά την εγκυμοσύνη
2. Βηματοδότης
3. Ασθενείς με Parkinson
4. Νεοπλασίες-καρκίνος
5. Μεταλλικά εμφυτεύματα
6. Διαταραχές αισθητικότητας
7. Διαταραχές πήκτικότητας του αίματος (θρομβοφλεβίτιδα)
- 8.Υπόταση
- 9.Τεχνητά όργανα

10. Εγκαύματα

11. Σοβαρές αγγειακές διαταραχές

12. Ανοιχτές πληγές

13. Πυρετός

14. Φλεβίτιδα

15. Μια απο τις βασικές αντενδείξεις της διαθερμίας και του TECAR είναι οτι δεν εφαρμόζεται τις πρώτες 72 ώρες μετά τον τραυματισμό καθώς πρόκυται για όξυ στάδιο φλεγμονής..Αν η θεραπεία ξεκινήσει στο οξύ στάδιο τότε η φλεγμονή θα αυξηθεί (Renaudin, M.2018; Terranova et al. 2008; M.Hawamdeh et al. 2014)

3.7.7 Αποτελέσματα της θεραπείας TECAR σε φυσιοθεραπευτικά πρωτόκολλα

- Σύμφωνα με μελέτη που διεκπεραιώθηκε απο τον C.Tranquilli,καταγραφική η αποτελεσματικότητα της θεραπείας TECAR στην μείωση του πόνου με δείγμα 116 ασθενείς με χρόνιες και οξείες μυοσκελετικές παθήσεις και χρησιμοποιώντας την κλίμακα μέτρησης του πόνου VAS (0-10) ,αποδείχθηκε οτι υπηρξέ σημαντική μείωση του πόνου πριν και μετά την εφαρμογή της θεραπείας .Επιπλέον σημαντική φάνηκε να ήταν και επίδραση της θεραπείας στην μείωση του χρόνου ανάκτησης και αποκατάστασης των ασθενών.
- Στην μελέτη του G.P. Ganzit παρατηρήθηκαν ανάλογα αποτελέσματα όπου 327 ασθενείς (207 αρρεν-120θηλυ) απο ηλικίες 18-60 επίσης με χρόνιες και οξείες αθλητικές παθήσεις υποβλήθηκαν σε θεραπεία TECAR και έδειξαν μείωση του πόνου και σηματική βελτίωση στην λειτουργικότητα τους στο τελευταίο στάδιο θεραπείας
- Ο P.Mondardini επίσης μελέτησε τις επιδράσεις της θεραπείας σε 30 ασθενείς και έδειξε 'τι ο χρόνος ανάκτησης των ασθενών ήταν πιο γρήγορος με την συγκεκριμένη θεραπεία.
- Παρόμοια αποτελέσματα ελήφθησαν απο την μελέτη του F.Parolo ο οποίος εφαρμόζοντας την χωρητική μέθοδο παρατήρησε ότι η πλειοψηφία τον ασθενών ανέφερε βελτίωση του πόνου στην καθημερινή δραστηριότητα τους.
- Η A.Molina έχοντας δείγμα 23 ασθενών παρατήρησε βελτίωση στο 65% των ασθενών που έλαβαν την θεραπεία διαθερμίας με χωριτικό και αντιστατικό τρόπο.
- Η Maria Perez Benitez σε ασθενείς με οστεοαρθρικές παθήσεις έβγαλε το πόρισμα οτι η χωρητική και αντιστατική μέθοδος μεταφοράς της ενέργειας μπορεί να είναι αποτελεσματική στην αντιμετώπιση των περισσότερων οστεοαρθρικών παθήσεων.Σημείωσε επίσης οτι ακόμα καλύτερα αποτελέσματα προκύπτουν αν η TECAR συνδιαστεί και με άλλες θεραπείες.
- G.Melegati σε 15 περιπτώσεις με διάστρεμα στον αστράγγαλο εφάρμοσε την θεραπεία TECAR και παρατήρησε ότι ο συγκεκριμένος τρόπος θεραπείας λειχε μεγάλη επίδραση στον έλεγχο της έκχυσης μετά απο το διάστρεμμα και

- οτι ο πόνος μειώθηκε σε μεγάλο βαθμό (M.Hawamdeh et al 2014)
- Οι G. SANGUEDOLCE, C. VENZA, P. CATALDO, G. LETIZIA MAURO στην μελέτη τους για την αποτελεσματικότητα του TECAR σε τενοντοπάθεια του στροφικού πετάλου του ώμου παρατήρησαν τα αποτελέσματα που προέκυψαν μετά το πέρας της θεραπευτικής περιόδου και αποδειχτηκε ότι η θεραπεία TECAR αποτελεί αποτελεσματική θεραπεία σε καταστάσεις τενοντοπάθειας του στροφικού πετάλου του ώμου καθώς μετά την ολοκλήρωση της θεραπείας της ομάδας που υποβλήθηκε στην συγκεκριμένη θεραπεία ,το οίδημα είχε υποχωρήσει ήδη απο τις πρώτες 3 συνεδρίες,η ενεργητική και παθητική κινητικότητα είχε αποκατασταθεί με σημαντική μείωση του πόνου οπως φαίνεται και απο την μεταβολή του μέσου όρου της κλίμακας VAS,και των δοκιμασιών του ώμου μετά απ τις πρώτες 4 βδομάδες.Περαιτέρω βελτιώσεις παρατηρήθηκαν μέχρι την 8η βδομάδα(Sanguedolce G. et al 2009)
 - Στην μελέτη των Luca Morelli, Simona Carla Bramani, Marco Cantaluppi, Mara Pauletto, Alessandro Scuotto για την αντιμετώπιση του ιδιοπαθή πόνου χαμηλά στην μέση (οσφυαλγία) χρησιμοποιήθηκε η θεραπεία Tecar ομάδα A και η θεραπεία οξυγόνου-όζοντος στην ομάδα B, συνδιαστικά με κινησιοθεραπεία και στις δύο περιπτώσεις. Στο τέλος της περιόδου θεραπείας έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο μεθόδων που εφαρμόστηκαν και αποδείχτηκε οτι η ομάδα A (Tecar group) έδειξε εξίσου μείωση της συμπτωματολογίας με αυτήν της ομάδας B (oxygen-ozone therapy).
 - Οι A. TERRANOVA ,G. VERMIGLIO, S. ARENA, A. CICCIO, S. DI DIO, M. VERMIGLIO1 στην μελέτη τους για την μείωση του οιδήματος και του πόνου μετενχειρητικά απο κάταγμα μηριαίου παρατήρησαν οτι η θεραπεία Tecar έχει σημαντική μείωση στον πόνο και στο οίδημα τις πρώτες μέρες μετάτο χειρουργείο.Συγκεκριμένα το οίδημα στην ομάδα TECAR είχε πιο μικρή αύξηση (0,8mm) συγκριτικά με την άλλη ομάδα που υποβλήθηκε σε κλασσική θεραπεία αποκατάστασης (1,8mm).Επίσης και στον πόνο υπήρχαν βελτιώσεις στην ομάδα TECAR σε σχέση με την άλλη ομάδα οπως φαίνεται στην σημαντική στατιστική μείωση την 4η και 7η μέρα.Όλα αυτά προκύπτουν απο τις ιδιαιτερότητες της TECAR όπου επιτρέπει την μεταφορά της ενέργειας με αθερμία απο την πρώτη κιολας μετενχειρητική μέρα ,με πιθανές επιδράσεις στην αρτηριακή μικροκυκλοφορία.

3.8 Προβληματισμοί σχετικά με την ακτινική έκθεση

Στον τομέα της φυσιοθεραπείας, η χρήση ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων για θεραπευτικούς σκοπούς είναι επιτακτική. Η πρακτική αποκατάστασης πολλών ασθενών που συνίσταται σε συνδυασμένη χρήση διαθερμίας ή ενδοδιαθερμίας οι οποίες προκαλούν εκπομπές χαμηλής συχνότητας ηλεκτρομαγνητικά πεδία στον ασθενή, προκαλούν ανησυχίες σχετικά με την επαγγελματική έκθεση των χειριστών σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (EMR). (Koutsojannis, C., et al. 2019)

Σχεδόν κάθε επαγγελματίας του τομέα της υγειονομικής περίθαλψης κατά τη διάρκεια της φυσιοθεραπευτικής αποκατάστασης εκτίθεται σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο υψηλής συχνότητας που προκαλείται από διαφορετικούς τύπους συσκευών διαθερμίας που χρησιμοποιούνται. Το εγχειρίδιο χρήσης αυτών των συσκευών περιλαμβάνει γενικές οδηγίες (συντήρηση, λειτουργία, αντενδείξεις κλπ.) και πρόθεση εξοικείωσης του χειριστή πριν από την κλινική χρήση σε ασθενείς. (Lagoumintzis G. et al. 2019)

Οι κίνδυνοι για την υγεία από την έκθεση σε πολύ περιορισμένη ακτινοβολία σημειώνονται στο χώρο εργασίας ενός φυσικοθεραπευτικού κέντρου λόγω ακατάλληλης χρήσης της συσκευής που είναι αναγνωρισμένα επικίνδυνο και σχετίζεται με τις θερμικές επιδράσεις της απορρόφησης των ηλεκτρομαγνητικών ενέργεια στο ανθρώπινο σώμα (Koutsojannis, C., et al. 2019)

Η εκτεταμένη χρήση της συσκευής περιοδικά οδηγεί σε μηχανικές βλάβες ή σε προβλήματα της μηχανής, η οποία, στις περισσότερες περιπτώσεις, δεν γίνεται αντιληπτή από τον χειριστή της συσκευής. Η αποτελεσματική λειτουργία όλων των συσκευών έχει σημαντικό αντίκτυπο στην ολοκλήρωση της διαδικασίας θεραπείας σε μεγάλο ποσοστό συγκεκριμένων κλινικών συνθηκών. Εάν η κατάσταση λειτουργίας της συσκευής είναι τεχνικά εκτός λειτουργίας ή σε κατάσταση υπερβολικής δραστηριότητας, οι χειριστές αναζητούν κυρίως λύσεις με την εξέταση της κλινικής περίπτωσης του ασθενούς. Αυτό εξαλείφει τη συμβολή τους κατά τη διάρκεια του κύριου θεραπευτικού σχεδίου ή αυξάνει τις συνεδρίες θεραπείας. Σε αυτή την περίπτωση, το ακτινικό φορτίο από η συσκευή θέτει σε κίνδυνο την υγεία του προσωπικού και των ασθενών. (Koutsojannis, C., et al. 2019, Andrikopoulos, A. et al., 2018)

Κάθε φορά που ένας φυσιοθεραπευτής ή ο βοηθός του / της εφαρμόζει τα θεραπευτικά του πρωτόκολλα σε έναν ασθενή σε συνδυασμό με τον εξοπλισμό του, όχι μόνο θα δημιουργηθούν υποθέσεις που σχετίζονται με την επαγγελματική έκθεση από την ακτινοβολία, αλλά και οι θεραπείες των ασθενών θα επηρεαστούν αρνητικά λόγω της μειωμένη ποιότητα παρεχόμενων υπηρεσιών υγείας. (Koutsojannis, C., et al. 2019)

Η σωστή φροντίδα του εξοπλισμού, πρέπει να γίνεται για εξασφαλιστεί ότι δεν υπάρχουν ζημιές σε μηχανική κατάσταση (όπως στην περίπτωση σπασιμάτων, ηλεκτρόδια, πίνακας ελέγχους) επηρεάζουν δυσμενώς την ασφάλεια του ασθενούς ή του χειριστή.

Όσον αφορά τα θεραπευτικά αποτελέσματα της συσκευής, είναι απαραίτητο για κάθε επαγγελματία υγείας εύλογη και υπεύθυνη χρήση του εξοπλισμού και του τηρώντας τα απαραίτητα μέτρα προστασίας της υγείας τόσο για τον ασθενή όσο και για τον φυσιοθεραπευτή.

3.9 Προβληματισμός σχετικά με συντήρηση και έλεγχο των συσκευών

Σε μελέτες , επαγγελματίες υγείας όταν ρωτήθηκαν αν είχαν καταγράψει ζημιές των συσκευών διαθερμίας (π.χ., αναφέροντας ελαττώματα, μηχανικές μετατροπές, επισκευές και το προσωπικό που τα ανίχνευσε και εκείνοι που καθόρισαν τη ζημία), το 86% απάντησε αρνητικά λόγω του γεγονότος ότι δεν ήταν σίγουροι αν ήταν είναι σε θέση να παρατηρήσουν μερικές από τις εξειδικευμένες ζημιές που αναφέρθηκαν παραπάνω ή δεν είχαν καταφέρει ποτέ να αντιμετωπίσουν οποιοσδήποτε ζημιές και το 14% αφορούσαν ζημιές που ήταν προφανείς. Αυτό δημιουργεί την ανάγκη για τη θέσπιση διαδικασίας ποιοτικού ελέγχου των συσκευών από ειδικευμένους ώστε να διατηρηθεί η αποτελεσματικότητά του στις συνεδρίες και να περιορίσει τον κίνδυνο τόσο για τους φυσικοθεραπευτές όσο και για τους ασθενείς. (Koutsojannis, C.,et al.2019, Andrikopoulos, A.et al.,2018)

Οι αναζητήσεις διεθνών βάσεων δεδομένων (PubMed, ISI, Scopus) δεν αποκάλυψαν διαδικασίες αξιολόγησης του ελέγχου ποιότητας ή της έκθεσης στην ακτινοβολία για τη διαθερμία βραχέων κυμάτων. Παρόμοια με την εφαρμογή των πρωτοκόλλων ποιοτικού ελέγχου και των διαδικασιών ασφαλούς χρήσης που ήδη εφαρμόζονται για τους σκοπούς της προστασίας από ιοντίζουσα ακτινοβολία, οι επαγγελματίες του τομέα της υγείας, όπως οι ιατρικοί φυσικοί, υποχρεούνται να διερευνήσουν τη διαθεσιμότητα και την αποτελεσματικότητα των πρωτοκόλλων ποιοτικού ελέγχου μαζί με τους κώδικες υγείας και ασφάλειας για εξοπλισμό διαθερμιών, βάσει των σχετικών κατευθυντήριων γραμμών που προτείνονται από διεθνείς και εθνικούς οργανισμούς. (Andrikopoulos, A.et al.,2017)

3.9.1 Δοκιμές ασφάλειας εξόδου

Διάφορες μέθοδοι έχουν προταθεί για τη μέτρηση δοσολογία του ασθενούς αλλά καμία από αυτές τις μεθόδους, αντανακλά απαραίτητα την δόση που χορηγείται σε έναν ασθενή. Όλος ο διαθέσιμος εξοπλισμός δοκιμής για τη μέτρηση της εξόδου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη αξιολόγηση και τυποποίηση της γραμμικότητας εξόδου ισχύος, την σταθερότητα, την αναπαραγωγιμότητα και συχνότητα στην ισχύ

Η σταθερότητα της εξόδου μπορεί να μετρηθεί σε μια περίοδο 20 λεπτών, καθώς αυτό είναι αντιπροσωπευτική μέση περίοδο μίας θεραπείας. Η ανάλυση της κυματομορφής εξόδου μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας ένα ψηφιακό παλμοσκόπιο.

Συνήθως το οι συσκευές δεν έχουν έγκυρη ισχύ δεδομένου ότι ο χρόνος εργασίας περνάει καθιερώνοντας την ανάγκη για έλεγχο των συσκευών από ειδικευμένους ώστε να διατηρηθεί η αποτελεσματικότητά του στις συνεδρίες και να αποσύρει πραγματικά την ενέργεια που ζητά ο θεραπευτής η συσκευή πιθανώς να παρουσιάζει δυσλειτουργία λόγω υπερβολικής χρήσης, με αποτέλεσμα οι φυσιοθεραπευτές να μην εφαρμόζουν σωστά τα πρωτόκολλα θεραπείας τους ασθενείς.

(Koutsojannis, C.,et al.2019)

3.10 Μέτρα προστασίας και αρχές ασφάλειας

Όσον αφορά τα θεραπευτικά αποτελέσματα της συσκευής, είναι απαραίτητο για κάθε επαγγελματία υγείας εύλογη και υπεύθυνη χρήση του εξοπλισμού και του τηρώντας τα απαραίτητα μέτρα προστασίας της υγείας τόσο για τον ασθενή όσο και για τον φυσιοθεραπευτή.

Οι αρχές προστασίας κατά τη χρήση υπερθερμίας Te.C.A.R συμπίπτουν με τις βασικές αρχές χρήσης διαθερμιών και συνοψίζονται παρακάτω

- Το ιατρικό προσωπικό ελέγχει την συσκευή για ζημιές, συμπεριλαμβανομένης της μόνωσης όλων των καλωδίων και ηλεκτροδίων, καθώς και των προειδοποιητικών λυχνιών της διαθερμίας, όπως επίσης και των προειδοποιητικών ήχων.
- Η συσκευή θα πρέπει να είναι τοποθετημένη σε σταθερό σημείο. Δεν πρέπει η γεννήτρια να έχει υγρασία ή να υπάρχουν τοποθετημένα δοχεία με υγρά πάνω σε αυτή.
- Αντενδείκνυται η χρήση φθαρμένων ή χαλασμένων ηλεκτροδίων, λαβίδων ή ψαλιδιών.
- Αντενδείκνυται η επισκευή ενεργών ηλεκτροδίων, λαβίδων ή ψαλιδιών.
- Αντενδείκνυται η χρήση της συσκευής με παρουσία εύφλεκτων υλικών (π.χ. αλκοόλης).
- Ο ασθενής πρέπει να είναι μονωμένος έναντι όλων των ηλεκτρικά αγωγίμων αντικειμένων.
- Στους ασθενείς με βηματοδότη ή απινιδωτή (όλων των τύπων) απαιτείται η συμβουλή των ειδικών πριν από την θεραπεία, γιατί πρέπει να υπάρχει γνώση τόσο σχετικά με τη συχνότητα της λειτουργίας του βηματοδότη ή του απινιδωτή, όσο και με τη συχνότητα λειτουργίας της διαθερμίας. Συνιστάται μόνιμη ηλεκτροκαρδιογραφική παρακολούθηση σε αυτούς τους ασθενείς, κατά τη διάρκεια της χρήσης της διαθερμίας. Η χρήση διπολικής διαθερμίας μπορεί να ελαχιστοποιήσει την πιθανότητα επιπλοκών. Εάν, όμως, χρησιμοποιείται μονοπολική ηλεκτροχειρουργική μονάδα, τότε πρέπει να τοποθετείται το ουδέτερο ηλεκτρόδιο όσο το δυνατόν πιο κοντά στο ενεργό ηλεκτρόδιο. Άμεση επαφή του ουδέτερου ηλεκτροδίου με την εμφυτευμένη συσκευή ή και τα ηλεκτρόδιά της πρέπει να αποφεύγεται.

(Σπυρόπουλος Β., 1993)

Στην ΕΕ και σε πολλές άλλες χώρες υπάρχουν νομικά όρια στην επαγγελματική έκθεση σε ραδιοσυχνότητες, με βάση τις κατευθυντήριες γραμμές της Διεθνούς Επιτροπής για την Προστασία από τις Μη Ιονίζουσες Ακτινοβολίες (ICNIRP), οι

οποίες αποσκοπούν στην πρόληψη πιθανών επικίνδυνων θερμικών επιπτώσεων στον εργαζόμενο στην υγειονομική περίθαλψη. Ωστόσο, τα πεδία ραδιοσυχνοτήτων που παράγονται από συσκευές διαθερμίας μπορούν δυνητικά να υπερβούν την ζώνη ασφαλείας (~ 1 m από τη συσκευή), ανάμεσα στη συσκευή και στον εργαζόμενο ή στους συνυπάρχοντες ασθενείς. Επιπλέον, σύμφωνα με αρκετές μελέτες, έχουν αναφερθεί επίσης σημαντικές ανησυχίες σχετικά με την επαγγελματική έκθεση των χειριστών στις ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες που είναι επικίνδυνα αναγνωρισμένες και σχετίζονται με τις θερμικές επιδράσεις της απορρόφησης ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας από το ανθρώπινο σώμα.

(Lagoumintzis G. et al., 2019)

Μπορεί επίσης να ξεπεραστεί το όριο επαγγελματικής έκθεσης, εάν περισσότερες από μια μονάδα διαθερμίας λειτουργεί εντός 2 m από το άλλο. Μετρήθηκε το πεδίο των υφιστάμενων στο χώρο ανάμεσα σε μια σειρά από συσκευές διαθερμίας (μικροκυμάτων και βραχέων κυμάτων), κατά τη χορήγηση των κοινών τρόπων θεραπείας. Έγινε υπέρβαση του συνιστώμενου ορίου μεταξύ των συσκευών βραχέων κυμάτων, αλλά όχι ανάμεσα σε δύο συσκευές μικροκυμάτων, πιθανόν λόγω της μεγαλύτερης κατευθυντικότητας των εφαρμοστών μικροκυμάτων. (Delpizzo & Joyner, 1987)

3.11 Συνέπειες της έκθεσης των φυσικοθεραπευτών στην ακτινοβολία

Σύμφωνα με τα διαθέσιμα επιστημονικά δεδομένα από ζώα και ανθρώπους σε επίπεδο ιστού, η έκθεση σε ηλεκτρομαγνητική (EM) ακτινοβολία θεωρείται πλέον να είναι επιβλαβής στην ανθρώπινη υγεία. Όπως επίσης, συμπεριλήφθηκε σε πρόσφατη ανακοίνωση της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας (WHO) ότι η μη ιονίζουσα ακτινοβολία περιγράφεται ως «Πιθανώς καρκινογόνα».

(Koutsojannis, C. et al., 2018)

Ο οργανισμός του ανθρώπου διαθέτει θερμορυθμιστικούς μηχανισμούς που κρατούν τη θερμοκρασία του σώματος σταθερή μεταξύ 36°C και 37°C. Όταν τα παραγόμενα ποσά θερμότητας είναι σχετικά μικρά, οι θερμορυθμιστικοί μηχανισμοί μπορούν να απάγουν αυτήν τη θερμότητα και να κρατούν σταθερή τη θερμοκρασία στους 36-37°C. Αντίθετα, όταν τα ποσά θερμότητας υπερβούν κάποια τιμή, τότε οι μηχανισμοί αυτοί δεν μπορούν να λειτουργήσουν σωστά κάτι που οδηγεί στην αύξηση της θερμοκρασίας σε ιστούς ή όργανα του σώματος άνω των 37°C (Habash R, 2007)

Ιδιαίτερα για τις διαθερμίες οι οποίες είναι συστήματα εκπομπής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και χρησιμοποιούνται από φυσιοθεραπευτές για θέρμανση του ιστού, τα προβλήματα με την απόδοση ισχύος μπορούν να επηρεάσουν την χωρική και χρονική ετερογένεια του ΗΜΓ, οδηγώντας σε ακατάλληλες θεραπευτικές συνεδρίες για τους ασθενείς και υπερβολική έκθεση σε μη ιονίζουσα ακτινοβολία στους φυσιοθεραπευτές (Andrikopoulos et al., 2017).

Αρκετές ερευνητικές ομάδες ανέφεραν ότι η υπερβολική έκθεση σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ραδιοσυχνοτήτων μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την εγκυμοσύνη

και να προκαλέσει προβλήματα στο αναπαραγωγικό σύστημα σε ορισμένες επαγγελματικές ομάδες όπως φυσιοθεραπευτές . Επιπλέον, οι **Kurppa et al.** (1983) ανέφεραν τις συσχετίσεις μεταξύ της επαγγελματικής έκθεσης των φυσιοθεραπευτών στην μη ιονίζουσα ακτινοβολία από τη χρήση διαθερμίας και την εμφάνιση συγγενούς δυσπλασίας όπως στοματικές σχισμές, ελαττώματα στο νευρικό και καρδιαγγειακό σύστημα και σκελετικές ανωμαλίες. Ο **Logue** και η ομάδα του ανέφεραν έναν στατιστικά σημαντικό κίνδυνο συγγενών δυσπλασιών μεταξύ των απογόνων ανδρών φυσιοθεραπευτών που εκτέθηκαν σε μη ιονίζουσα ακτινοβολία από τη συσκευή διαθερμίας (Logueetal., 1985). Επιπλέον, οι McDonaldetαϊ. (1986) ανέφεραν την εμφάνιση αμβλώσεων, και εκ γενετής, συγγενών ελαττωμάτων και χαμηλού βάρους βρέφη σε ομάδες φυσιοθεραπευτών, αν και τα ευρήματά τους δεν υποστηρίχθηκαν από ισχυρά στατιστικά αποτελέσματα.

Οι θερμικές επιδράσεις μπορεί να είναι ή να μην είναι αναστρέψιμες, ανάλογα με τον συγκεκριμένο ιστό ή το όργανο που εκτίθεται, την ένταση της ακτινοβολίας, τη συχνότητα ,τη διάρκεια της έκθεσης και την αποτελεσματικότητα του σώματος στη διάχυση της θερμότητας.

Κεφάλαιο 4

Ερευνητική Μελέτη

4.1 Εισαγωγή

Ο σκοπός αυτής της μελέτης είναι η καταγραφή των απαντήσεων που δώσαν Φυσικοθεραπευτές που χρησιμοποιούν συσκευή ενδοδιαθερμίας σε θέματα ασφάλειας της συσκευής, σε θέματα γνώσεων σχετικά με την εφαρμογή της θεραπευτικής μεθόδου (θεραπευτικά πρωτοκόλλα) και θέματα συντήρησης των συσκευών και τεχνικής υποστήριξης. Τα φυσικά μέσα χρησιμοποιούνται πλέον σε ένα ευρύ φάσμα παθήσεων τόσο στην Φυσικοθεραπεία όσο και στην Ιατρική με σκοπό την γρηγορότερη και ασφαλέστερη ίαση της εκάστοτε περίπτωσης. Η εφαρμογή τους από τους Φυσικοθεραπευτές και από τους ιατρούς πρέπει να πραγματοποιείται με σύνεση και με πλήρη κατανόηση των περιορισμών ώστε να παρθούν τα κατάλληλα μέτρα προστασίας για την καλή έκβαση της θεραπείας.

4.1.1 Η χρήση της ενδοδιαθερμίας στην Ελλάδα

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας προέκυψε από το γεγονός ότι οι ενδοδιαθερμίες σαν θεραπευτική μέθοδος χρησιμοποιείται ολοένα και περισσότερο τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα στον χώρο της αποκατάστασης και αρκετοί ασθενείς φαίνεται να την προτιμούν.

4.2 Σκοπός της έρευνας

- Η διερεύνηση της γνώσης των Φ/θεραπευτών, η άποψή τους για τον τρόπο χρήσης των διαθερμιών και ο τρόπος χρήσης τους.
- Η διερεύνηση της άποψης των Φ/θεραπευτών για θέματα τεχνικής υποστήριξης και συντήρησης των διαθερμιών
- Η διερεύνηση της άποψης των Φ/θεραπευτών για την ασφάλεια τους από την χρήση των διαθερμιών.

4.3 Υλικό και μέθοδος

Η ερευνά μας διεξάχθει στη Δυτική Ελλάδα και συγκεκριμένα στις πόλεις Αγρίνιο, Βόνιτσα, Αμφιλοχία, Θερμό, Μεσολόγγι, Ναύπακτος, Αστακός, Αίγιο, Κάτω Αχαΐα, Πάτρα, Χαλανδρίτσα, Καλάβρυτα, Κρέστενα, Αρχαία Ολυμπία, Ζαχάρω, Αμαλιάδα, Πύργος και Γαστούνη, σε ιδιωτικές επιχειρήσεις φυσιοθεραπευτών που διαθέτουν συσκευές ενδοδιαθερμίας (Te.C.A.R.). Έγινε επικοινωνία με 131 φυσικοθεραπευτήρια της Δυτικής Ελλάδας αλλά συνολικά συλλέχθηκαν 31 απάντημένα ερωτηματολόγια. Η επικοινωνία πραγματοποιήθηκε μέσω τηλεφώνου και ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (e-mail). Το συμπληρωμένο ερωτηματολόγιο συλλέχθηκε κατευθείαν από τα φυσικοθεραπευτήρια είτε αποστάλθηκε από αυτά μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Τα ερωτηματολόγια ήταν ειδικά σχεδιασμένα από το Εργαστήριο Υγιοφυσικής και Υπολογιστικής Νοημοσύνης (HPCI) που ανήκει στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας και ήταν ανώνυμης φύσεως. Το τελικό μέγεθος του δείγματος περιλαμβάνει φυσικοθεραπευτήρια που διαθέτουν συσκευές ενδοδιαθερμίας. Η ανάλυση και απεικόνιση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με την χρήση των προγραμμάτων SPSS και Word Excel.

4.4 Περιορισμοί

Απο την έρευνα αποκλείστηκαν τα φυσικοθεραπευτήρια που δεν διαθέταν συσκευές ενδοδιαθερμίας(σύνολο 83 φυσικοθεραπευτήρια) , 12 φυσικοθεραπευτήρια που δεν δέχτηκαν να συνεργαστούν καθώς και 5 φυσικοθεραπευτήρια που δεν αποστείλαν το απαντημένο ερωτηματολόγιο.

4.5 Σημαντικότητα της έρευνας

Η σημαντικότητα της ερευνάς είναι να υποστηρίξει το βιβλιογραφικό υλικό στο τομέα της θεραπείας Te.C.A.R.μελετώντας την αποτελεσματικότητά της και την ποιοτική χρήση και έλεγχο της απο τους φυσιοθεραπευτές.

4.6 Διαμοιρασμός Ερωτηματολογίου

Ο διαμοιρασμός των ερωτηματολογίων πραγματοποιήθηκε εντός της Δυτικής Ελλάδος. Στην πόλη της Πάτρας ο διαμοιρασμός έγινε δια χειρός ενώ στις άλλες πόλεις μέσω e-mail.

Αρχικά, οι διευθύνσεις των φυσιοθεραπευτικών επιχειρήσεων βρέθηκαν μέσω της χρήσης του ίντερνετ, και ειδικά για την πόλη Πάτρα χρησιμοποιήθηκε και ένας επαγγελματικός οδηγός σε έντυπη μορφή.

Η πρώτη επικοινωνία έγινε μέσω τηλεφώνου.

- Πρώτα πραγματοποιήθηκαν οι απαραίτητες συστάσεις ως φοιτητές φυσιοθεραπείας της σχολής του Αιγίου και έγινε σύντομη αναφορά της διεξαγωγής της στατιστικής έρευνας σχετικά με την θεραπεία Tecar.
- Έπειτα, ρωτήσαμε αν στο φυσιοθεραπευτήριο του επαγγελματία υπάρχει/χρησιμοποιείται αυτή η συσκευή.
- Στις περιπτώσεις που υπήρχε, γινόταν διασαφηνισμός του σκοπού της έρευνας, τονισμός πως τα ερωτηματολόγια ήταν ανώνυμης φύσεως και επεξήγηση του πως θα γινόταν η διανομή των ερωτηματολογίων (δια χειρός για την Πάτρα και ηλεκτρονικώς για τις υπόλοιπες πόλεις της δυτικής Ελλάδος).
- Τέλος ρωτήσαμε αν θέλουν να συμμετάσχουν στην έρευνα συμπληρώνοντας το ερωτηματολόγιο και αν έχουν περαιτέρω ερωτήσεις.

Με τους θεραπευτές που δέχθηκαν να συμμετάσχουν πραγματοποιήθηκε συνεννόηση για το πως θα συμπληρώνανε το ερωτηματολόγιο

- Στα φυσιοθεραπευτήρια που δέχθηκαν να συμμετάσχουν εντός Πατρών, αφού εκτυπώθηκαν πολλαπλά αντίγραφα του ερωτηματολογίου, αυτά συμπληρώθηκαν μετά από ραντεβού στον επαγγελματικό χώρο των θεραπειών. Οι ώρες των ραντεβού επιλέχθηκαν από τους ίδιους τους επαγγελματίες υγείας. Κατά την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, είμασταν παρόντες σε περίπτωση που χρειαζόνταν επεξήγηση κάποια ερώτηση.

- Στα φυσιοθεραπευτήρια που δέχθηκαν να συμμετάσχουν εκτός Πατρών, αφού πρώτα δημιουργήθηκε από εμάς μια φόρμα google στην μορφή του ερωτηματολογίου, στείλαμε την ηλεκτρονική διεύθυνση της φόρμας στις ηλεκτρονικές διευθύνσεις e-mail των θεραπειών. Στα μηνύματα που στάλθηκαν, υπήρχαν και πληροφορίες επικοινωνίας (τηλέφωνο) έτσι ώστε αν κάποια ερώτηση χρειαζόταν επεξήγηση, υπήρχε η δυνατότητα άμεσης επικοινωνίας μαζί μας.

Με τους θεραπευτές που δεν δέχθηκαν να συμμετάσχουν δεν επιμέναμε και δεν ξαναήρθαμε σε περαιτέρω επικοινωνία σεβόμενοι την επιλογή τους.

Κατά το διάστημα του διαμοιρασμού και της συμπλήρωσης επιδιώξαμε:

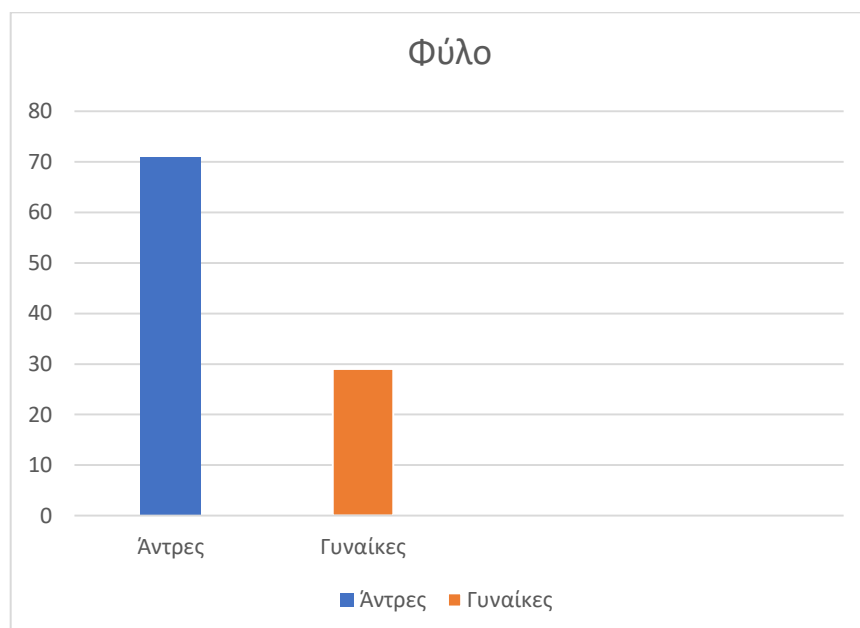
- Τον μεγαλύτερο δυνατόν αριθμό συμμετεχόντων.
- Ήπια, σαφής και σύντομη ενημέρωση του περιεχομένου της έρευνας.
- Άμεση ενημέρωση της ανώνυμης φύσης του ερωτηματολογίου και του μικρού απαιτούμενου χρόνου για την συμπλήρωση του.
- Πρόθεση για την διευκόλυνση των επαγγελματιών υγείας έτσι ώστε η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου να μην επηρεάσει την ροή εργασίας τους.

4.7 Αποτελέσματα της έρευνας

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε μορφή πινάκων σε αναλογική γραφική παράσταση για σαφή κατανόηση τους.

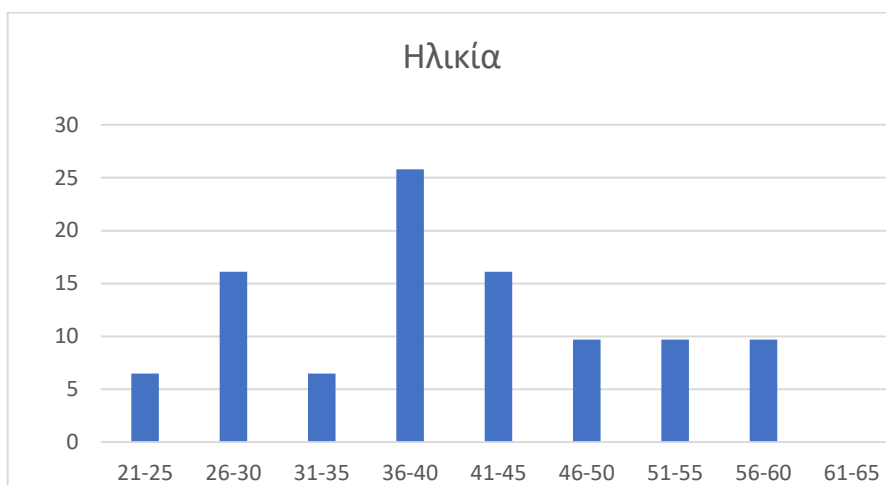
Πίνακας 1

Κατανομή απαντήσεων των φυσικοθεραπευτών σχετικά με το φύλο τους. Στην μελέτη πήραν μέρος 31 φυσικοθεραπευτές όπου οι 22 ήταν άνδρες και οι 9 ήταν γυναίκες.



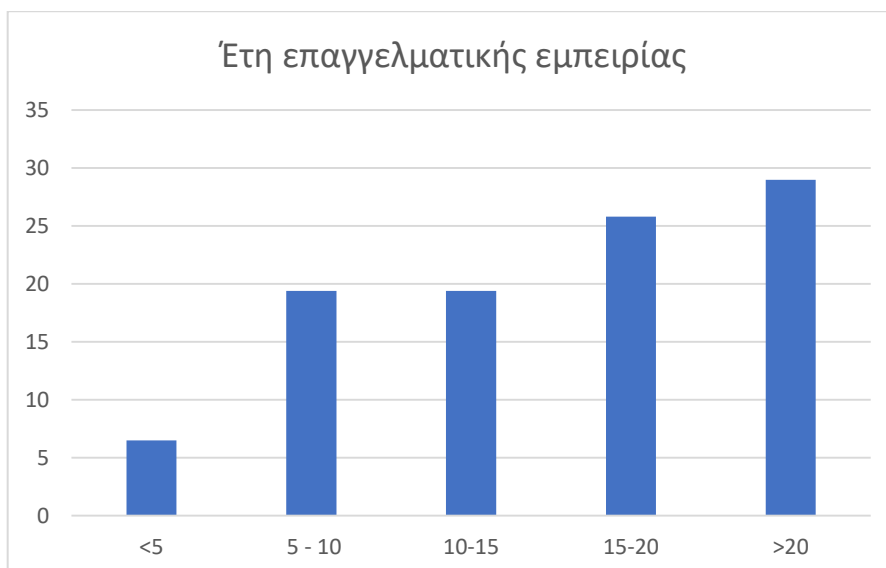
Πίνακας 2

Κατανομή των απαντήσεων σχετικά με την ηλικία των ερωτηθέντων. Το εύρος ηλικίας κυμαινόταν από 21 μέχρι 65 με πλειοψηφία το εύρος 36-40.



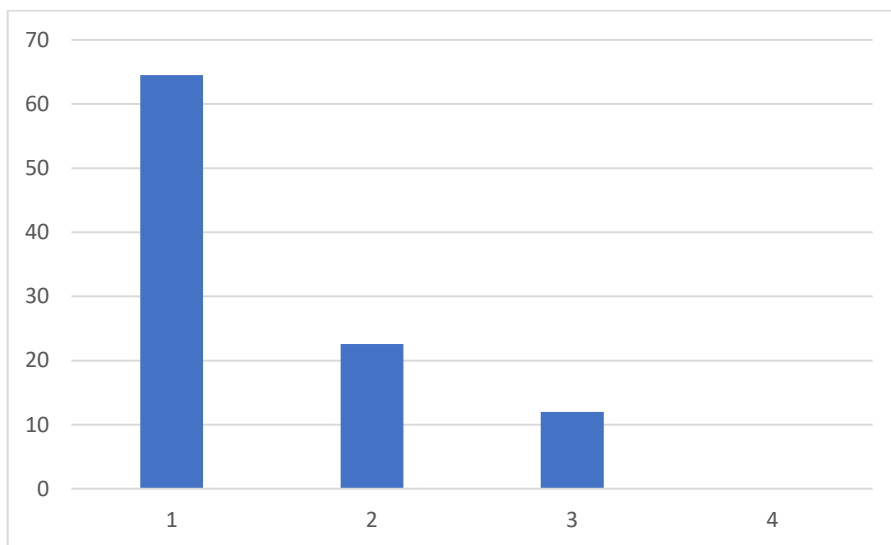
Πίνακας 3

Κατανομή απαντήσεων σχετικά με έτη επαγγελματικής εμπειρίας τους με διακύμανση από λιγότερα των 5 μέχρι και παραπάνω από 20



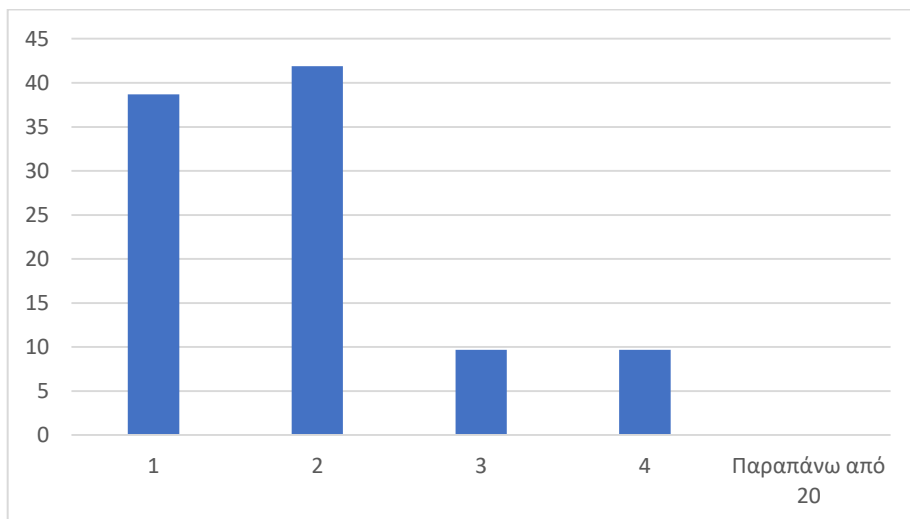
Πίνακας 4

Κατανομή των απαντήσεων σχετικά με τον αριθμό συσκευών ενδοδιαθερμίας που χρησιμοποιούν για θεραπεία.



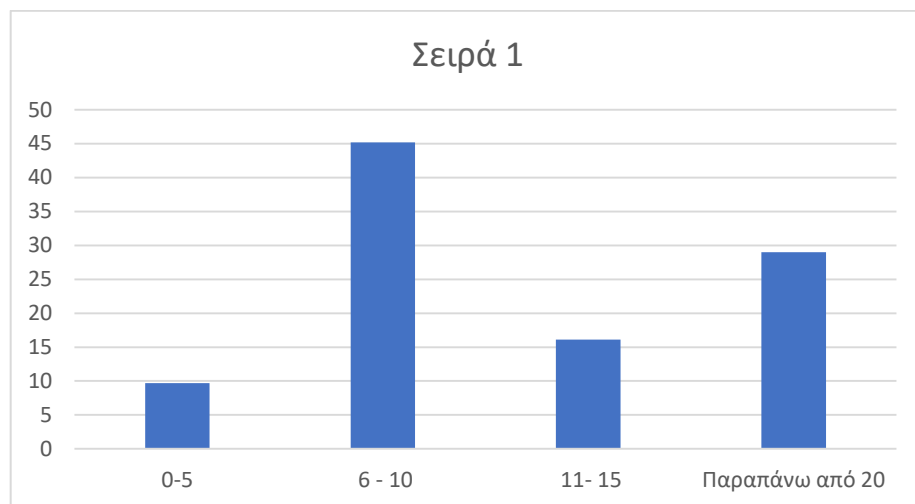
Πίνακας 5

Κατανομή των απαντήσεων σχετικά με τον αριθμό των επαγγελματιών υγείας/χρηστών των διαθερμιών που απασχολούνται σε κάθε φυσιοθεραπευτήριο συμπεριλαμβανομένου και του ερωτηθέντος. Ο αριθμός των χρηστών κυμαινόταν από 1 έως περισσότερους από 20 χρήστες σε κάθε φυσικοθεραπευτήριο.



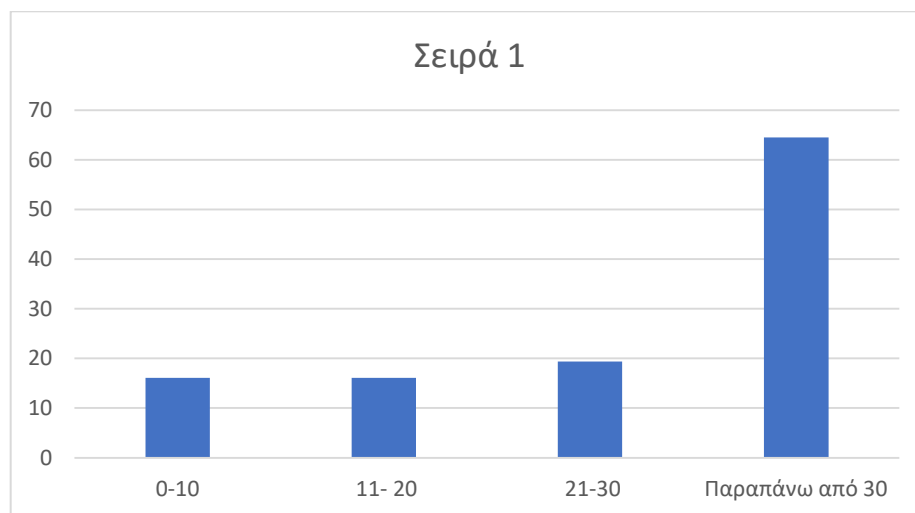
Πίνακας 6

Κατανομή των απαντήσεων σχετικά με τον αριθμό ασθενών που θεραπεύουν με την χρήση ενδοδιαθερμίας ημερησίως. Ο αριθμός κυμαινόταν από 0 μέχρι παραπάνω από 20 με μέσο όρο 11 έως 15 ασθενείς ημερησίως.



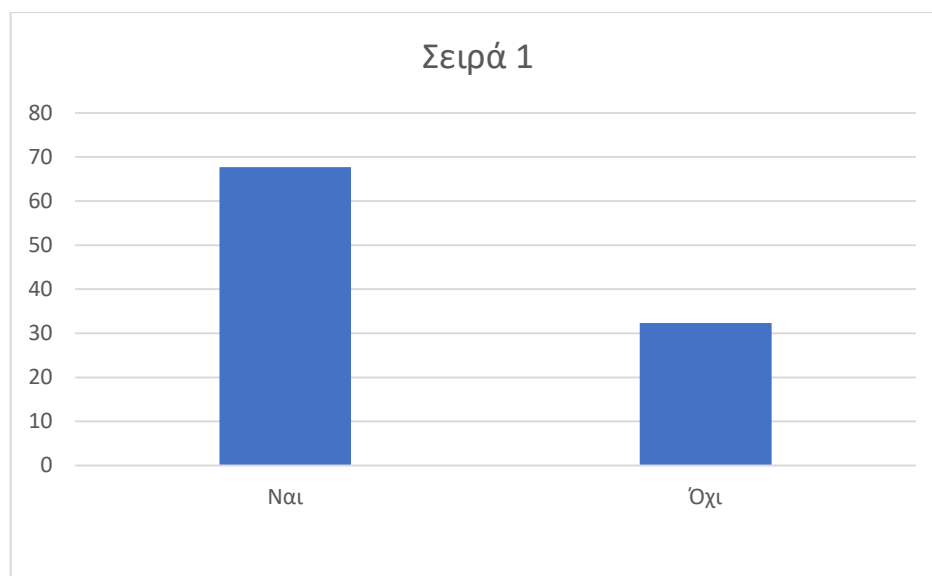
Πίνακας 7

Κατανομή των απαντήσεων σχετικά με τον αριθμό ασθενών που θεραπεύουν με την χρήση ενδοδιαθερμίας μηνιαίως. Ο αριθμός κυμαινόταν από 0 μέχρι παραπάνω από 30 με μέσο όρο 21 έως 30 ασθενείς μηνιαίως.



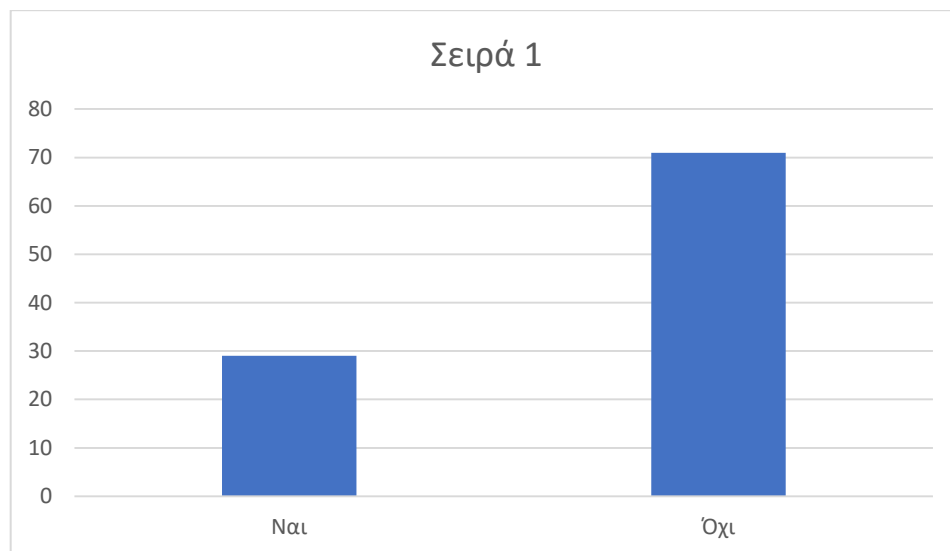
Πίνακας 8

Κατανομή των απαντήσεων των φυσικοθεραπευτών στο ερώτημα αν υπάρχουν διαθέσιμα γραπτά πρωτόκολλα για τυποποιημένες θεραπευτικές συνεδρίες για κάθε μηχανήμα ενδοδιαθερμίας. Κατά την προσωπική τους εκτίμηση 21 άτομα απάντησαν ναι και 10 απάντησαν όχι.



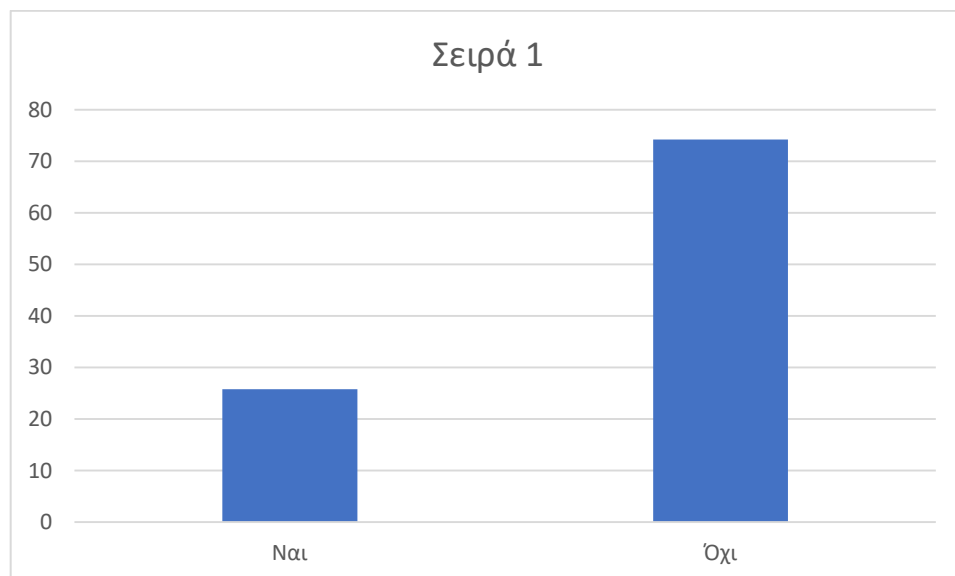
Πίνακας 9

Κατανομή των απαντήσεων στο ερώτημα αν υπάρχει ειδική προστασία (π.χ. προστατευτικές καλύπτρες, γυαλιά, κλπ.) για το προσωπικό και τους ασθενείς κατά την εγκυμοσύνη και γαλουχία. Το 29% απάντησε ΝΑΙ και το 71% απάντησαν όχι.



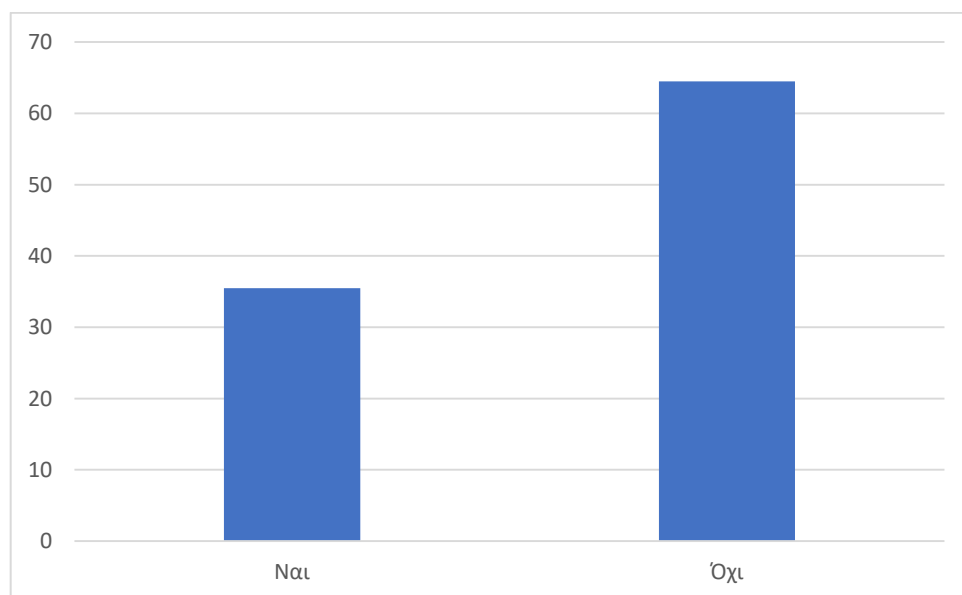
Πίνακας 10

Κατανομή των απαντήσεων στο ερώτημα αν υπάρχει πιστοποιητικό επάρκειας γνώσεων και καταρτίσεων των εργαζομένων που απασχολούνται στον χώρο τους σε θέματα ακτινοπροστασίας. . Το 25.8 % απάντησαν ναι και το 74.2% απάντησαν όχι.



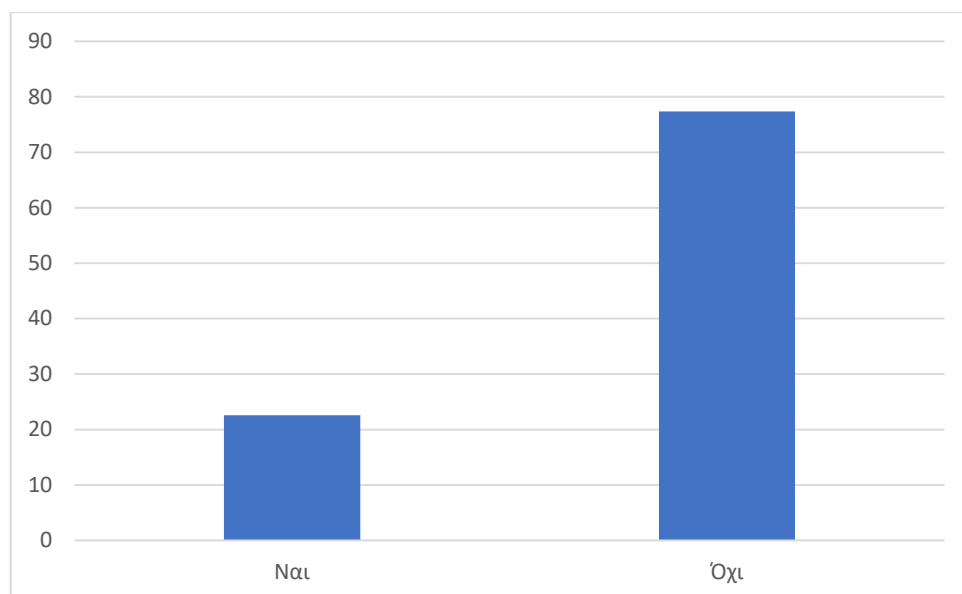
Πίνακας 11

Κατανομή των απαντήσεων των φυσικοθεραπευτών στο ερώτημα αν ενημερώνονται σχετικά με το αν υπάρχουν γραπτά πρωτόκολλα εργασίας για την προστασία από την ακτινοβολία από τις διαθερμίες. Το 35.5% απάντησαν ναι και το 64.5% απάντησαν όχι.



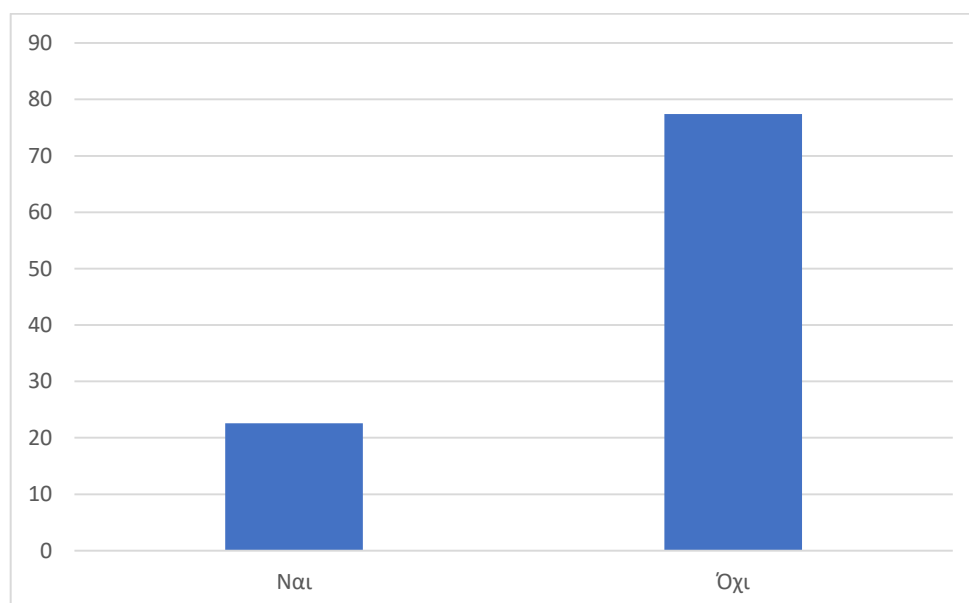
Πίνακας 12

Κατανομή των απαντήσεων στο ερώτημα αν το φυσιοθεραπευτήριο τους διαθέτει γραπτά πρωτόκολλα ελέγχων των συσκευών ενδοδιαθερμίας (π.χ. βλάβη στο ειδικό θωρακισμένο καλώδιο, παρατήρηση για λειτουργική συμπεριφορά του μηχανήματος). Το 12.9% απάντησαν ναι και το 12.1% απάντησαν όχι.



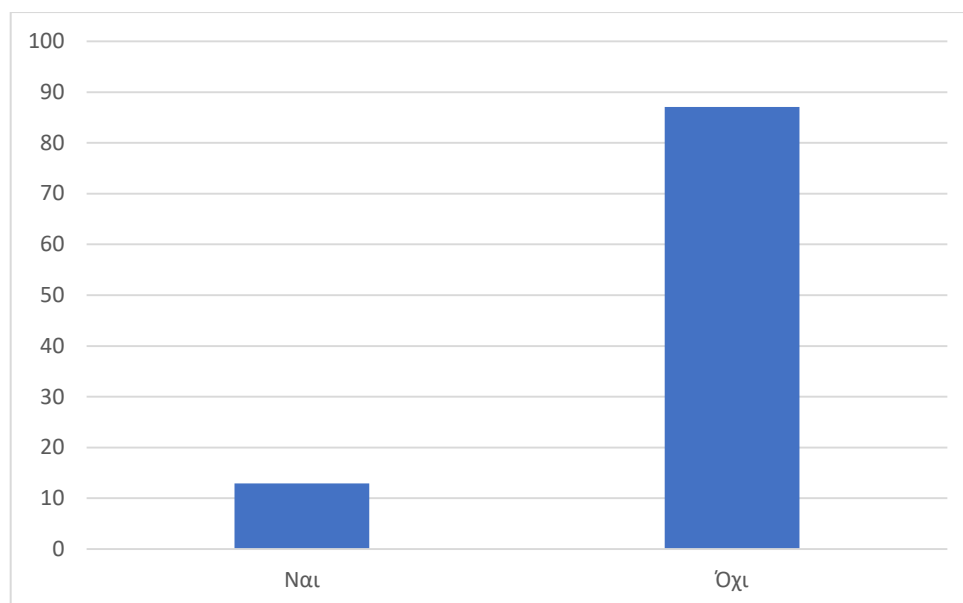
Πίνακας 13

Κατανομή των απαντήσεων στο ερώτημα αν τηρείται ημερολόγιο βλαβών της συσκευής ενδοδιαθερμίας (αναγραφή βλαβών, μετατροπών, επιδιορθώσεων και του προσωπικού που τις διαπίστωσε και αυτούς που διόρθωσαν την βλάβη). Το 22.6% απάντησαν ναι και το 77.4% απάντησαν όχι.



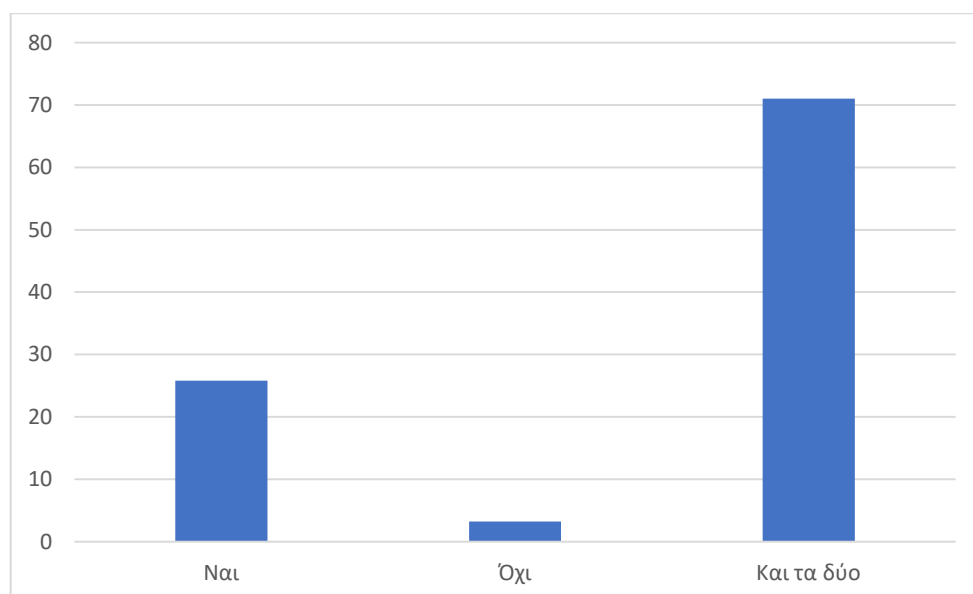
Πίνακας 14

Κατανομή των απαντήσεων στο ερώτημα αν τηρείται ημερολόγιο για κάθε συσκευή ενδοδιαθερμίας(αρχείο ελέγχων ποιότητας, έλεγχοι αποδοχής/εγκατάστασης, περιοδικοί τεχνικοί έλεγχοι, έλεγχοι μετά από κάθε φυσιοθεραπευτική συνεδρία). Το 12.9% απάντησαν ναι και το 87.1% απάντησαν όχι.



Πίνακας 15

Κατανομή των απαντήσεων στο ερώτημα αν όταν χρησιμοποιούν την διαθερμία καθορίζουν οι ίδιοι την δόση ανά πάθηση ή χρησιμοποιούν τα θεραπευτικά πρωτόκολλα που προτείνει η ίδια η συσκευή (εργοστασιακά). Το 25.8% απάντησαν ναι, το 3.2% απάντησαν όχι και το 71% και τα δύο.



Κεφάλαιο 5

Συζήτηση και Συμπεράσματα

Η χρήση των ακτινοβολιών είναι κάτι καθημερινό στους επαγγελματίες υγείας το οποίο βελτιώνει σημαντικά το έργο τους, από την διάγνωση παθήσεων με την χρήση τεχνολογιών όπως ακτινογραφίες, MRI, αξονικές ακτινογραφίες μέχρι και στην θεραπεία αυτών με την χρήση των μικροκυμάτων, των ραδιοκυμάτων και του ηλεκτρισμού. Αυτό ταυτόχρονα όμως σημαίνει πως η έκθεση των επαγγελματιών υγείας στις διάφορες μορφές ακτινοβολίας είναι καθημερινή και πολλές φορές πολύωρη. Σε πολλές από αυτές τις τεχνολογίες δεν υπάρχει επαρκής επαγγελματική κατάρτιση και παροχή ειδικού προστατευτικού εξοπλισμού για τον επαγγελματία υγείας.

Στον τομέα της φυσιοθεραπείας μία μορφή ακτινοβολίας αποτελεί αυτή των διαθερμιών. Η χρήση θερμότητας στα προγράμματα αποκατάστασης αποτελεί συχνή επιλογή των φυσιοθεραπευτών για την επώλωση τραυματισμών και την αναλγησία και ανακούφιση από αυτών. Ωστόσο, σημαντικό είναι να εφαρμόζονται κανόνες ασφαλείας για την χρήση τους τόσο για τον θεραπευόμενο όσο και για τον ίδιο τον θεραπευτή.

Στην παρούσα έρευνα παρουσιάστηκε η συσκευή ενδοδιαθερμίας Tecar ως προς τα οφέλη της, την λειτουργία της και τον εξοπλισμό της καθώς επίσης και οι πιθανοί κίνδυνοι της χρήσης της. Επίσης έγινε μια θεωρητική αναφορά στις βασικές έννοιες του ηλεκτρομαγνητισμού και στην τεχνολογία της υπερθερμίας και των διαθερμιών ως θεραπευτικά μέσα στον χώρο της ιατρικής και της φυσιοθεραπείας.

Στο ερευνητικό μέρος της εργασίας αναλύθηκαν ο αριθμός κατοχής των συσκευών ενδοδιαθερμίας Tecar, η συχνότητα χρήσης αυτών καθώς επίσης αξιολογήθηκε η κατάρτιση των θεραπευτών και των βοηθών που την χρησιμοποιούν. Τέλος καταγράφηκε η διαχείριση των μηχανημάτων, η συντήρηση τους, η παροχή ή όχι κατάλληλου εξοπλισμού προστασίας και πρωτοκόλλων θεραπείας.

5.1 Ανάλυση αποτελεσμάτων

Η πλειοψηφία των συμμετοχόντων ήταν άντρες έναντι των γυναικών, με το εύρος ηλικίας να κυμαίνεται κατά κυριο λόγο μεταξύ 26-30 και 36-45 και επαγγελματική εμπειρία από 5 έως και περισσότερα από 20 έτη. Το τελευταίο δεδομένο θα αναλυθεί παρακάτω με συνάρτηση με τα άλλα στοιχεία του ερωτηματολογίου καθώς δημιουργεί τον προβληματισμό για την πολυετή έκθεση των θεραπευτών στις συσκευές ενδοδιαθερμίας.

Όσον αφορά τον αριθμό ενδοδιαθερμιών που κατέχει κάθε φυσιοθεραπευτήριον, η συντριπτική πλειοψηφία των θεραπευτών ποσοστού 64.5% διακατείχαν μία μόνο συσκευή στον επαγγελματικό τους χώρο. Ένα μικρότερο ποσοστό 22.6% διακατείχαν 2 συσκευές, ένα ακόμα μικρότερο 12.9% 3 συσκευές και κανένας δεν είχε 4 ή και παραπάνω. Να σημειωθεί πως οι επαγγελματίες που είχαν από 2 και παραπάνω

συσκευές ήταν πιο έμπειροι με μεγαλύτερες επιχειρήσεις και βοηθητικό προσωπικό συγκριτικά από τους υπόλοιπους που είχαν 1. Οι πολλαπλές συσκευές ενδοδιαθερμιών δημιουργούν τον προβληματισμό της ακόμα μεγαλύτερης έκθεσης ακτινοβολίας, όχι μόνο στον θεραπευτή αλλά και στους βοηθούς/συνεργάτες του.

Ο αριθμός απασχολούμενων με την συσκευή ήταν κατά κύριο λόγο 1 έως 2 άτομα. Δεδομένου πως οι περισσότερες επιχειρήσεις που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο ήταν ιδιωτικές και όχι μεγάλα κέντρα αποκατάστασης με μεγάλο αριθμό προσωπικού, καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως ένα μεγάλο ποσοστό ιδιωτών εργάζονται μόνοι τους και χρησιμοποιούν τη συσκευή μόνο οι ίδιοι και όσοι έχουν βοηθό/συνεργάτη του επέτρεπαν να χειρίζεται την συσκευή.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει ο αριθμός των θεραπευόμενων που δέχονται την θεραπεία ενδοδιαθερμίας σε καθημερινή και μηνιαία βάση. Ένα μεγάλο ποσοστό φυσιοθεραπευτών 45.2 % θεραπεύουν 6-10 άτομα ημερησίως και ένα μικρότερο αλλά ακόμα σημαντικό ποσοστό 29 % θεραπεύουν παραπάνω από 20 ημερησίως. Με συντριπτική πλειοψηφία των 64,5 % θεραπεύονται πάνω από 30 άτομα μηνιαίως με χρήση ενδοδιαθερμίας. Ενώ το ποσό δείχνει πως οι ίδιοι οι θεραπευτές είναι ευχαριστημένοι από τα αποτελέσματα της θεραπείας, κάτι το οποίο υποστηρίζει την αποτελεσματικότητά της, δημιουργείται πάλι ο ίδιος προβληματισμός για το μεγάλο χρονικό διάστημα έκθεσης των θεραπευτών στη συσκευή. Σε συνδυασμό με την πολυετή εμπειρία κάποιων θεραπευτών, υποδεικνύεται πως η έκθεση στην ακτινοβολία πέρα από καθημερινή και πολύωρη πιθανόν να είναι και χρόνια.

Ενθαρρυντικό σημάδι αποτελεί η διανομή των πρωτοκόλλων θεραπείας από τις εταιρίες, καθώς η πλειοψηφία των θεραπευτών (67.7%) απάντησαν ΝΑΙ. Αυτό δείχνει πως η πλειοψηφία των προμηθευτών παρέχουν οδηγίες για την χρήση του μηχανήματος αφότου αυτό αγοραστεί από τον θεραπευτή. Υπάρχει η επιλογή της τήρησης των πρωτοκόλλων ή η προσωπική προσέγγιση ρύθμισης των μηχανημάτων, θέμα που θα αναλυθεί παρακάτω.

Προβληματισμό παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της παροχής εξοπλισμού προστασίας των θεραπευτών, ειδικά σε εγκυμονούσες, καθώς το πολύ μεγαλύτερο ποσοστό (71%) απάντησε ΟΧΙ στην ερώτηση. Να σημειωθεί πως έγινε σε όλους τους θεραπευτές διευκρίνηση πως το ερωτηματολόγιο δεν αναφερόταν τόσο σε ασθενείς ως εγκυμονούσες, καθώς αυτό αποτελεί αντέδειξη την οποία η πλειοψηφία των θεραπευτών είχαν υπόψιν, όσο σε φυσιοθεραπεύτριες εγκυμονούσες που χρησιμοποιούσαν το μηχάνημα.

Εξίσου μεγάλο προβληματισμό παρουσιάζει η ύπαρξη πιστοποιημένης κατάρτισης γνώσεων των θεραπευτών, καθώς το συντριπτικό ποσοστό 74.2% απάντησε ΟΧΙ στην ερώτηση. Δεδομένου πως η ερώτηση είχε διατυπωθεί γενικά αν υπάρχει τέτοιο πιστοποιητικό κατάρτισης γνώσεων και όχι αν ο ίδιος ο θεραπευτής κατέχει τέτοιο πιστοποιητικό, αυτό δείχνει είτε την ελλειπή ενημέρωση των θεραπευτών για την ύπαρξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων πιστοποίησης ή ότι την αγνοούσαν. Ο προβληματισμός συνεχίζεται, καθώς το 25.8% καθορίζει από κρίση του τις μετρήσεις και τις δόσεις θεραπείας, αφήνοντας μόνο ένα μικρό ποσοστό 3.2% το οποίο χρησιμοποιεί μόνο τις οδηγίες του πρωτοκόλλου. Λαμβάνοντας υπόψιν την έλλειψη κατάρτισης, η αποκλειστική χρήση μόνο της προσωπικής κρίσης για την χρήση των

ενδοδιαθερμιών δημιουργεί νέους προβληματισμούς για πιθανά επιβλαβή αποτελέσματα. Από την άλλη, το επάγγελμα του φυσιοθεραπευτή είναι βασισμένο και στην ικανότητα κρίσης του μαζί με την χρήση και τροποποίηση των πρωτοκόλλων, κάτι το οποίο στην συγκεκριμένη έρευνα φάνηκε να εφαρμόζει η πλειοψηφία των θεραπευτών (71%). Εξακολουθεί ο προβληματισμός περί κατάρτισης αλλά αποτελεί ευχάριστο το γεγονός πως οι θεραπευτές δεν ακολουθούν τυφλά τα πρωτόκολλα των προμηθευτών και ανταποκρίνονται διαφορετικά σε κάθε περίπτωση ασθενή.

Τέλος, όσο αφορά την συντήρηση των μηχανημάτων τα αποτελέσματα δείχνουν πως δεν πραγματοποιείται έλεγχος της κατάστασης των συσκευών ούτε από τους θεραπευτές ούτε από τους προμηθευτές, καθώς το 87,1 % των θεραπευτών δεν διαθέτουν γραπτά πρωτόκολλα ελέγχων των συσκευών. Αυτή η παρατήρηση ενισχύεται από τα αποτελέσματα των ερωτήσεων 13 και 14, σύμφωνα με τα οποία το 77,4 % των θεραπευτών δεν καταγράφουν ημερολόγιο βλαβών της συσκευής (πχ βλάβη στο ειδικό θωρακισμένο καλωδίο, φθορά των ηλεκτροδίων) και το 87,1 % δεν καταγράφουν ημερολόγιο της χρήσης και ελέγχου του μηχανήματος (έλεγχος μετά από κάθε συνεδρία, αρχείο ελέγχων ποιότητας, τεχνικοί έλεγχοι). Σε αυτό τον προβληματισμό πρέπει να αποδοθεί μια εξήγηση πως πιθανός λόγος της έλλειψης τακτικού ελέγχου των μηχανημάτων αποτελεί το κόστος του μηχανήματος, τόσο της αγοράς του όσο και της συντήρησής του λόγω των ακριβών ανταλλακτικών του. Ο κύριος προβληματισμός που προκύπτει αφορά την αποτελεσματικότητα της θεραπείας μετά από πιθανή βλάβη της συσκευής η οποία να έχει περάσει απαρατήρητη από τον θεραπευτή. Να σημειωθεί πως ο θεραπευτής δεν είναι υποχρεωμένος να είναι καταρτισμένος με τεχνολογικές γνώσεις φυσικής ιατρικής για να χρησιμοποιήσει ένα φυσικό μέσο, γεγονός που αποδίδει ένα κομμάτι ευθύνης της παροχής ελέγχου στους προμηθευτές.

5.2 Τελικά συμπεράσματα

Ο σκοπός της έρευνας αυτής ήταν να παρουσιαστούν ο τρόπος χρήσης των συσκευών ενδοδιαθερμίας Tecar από τους φυσικοθεραπευτές καθώς και τα αναγκαία μέτρα προστασίας που έπαιρναν ή παρείχαν προκειμένου να προστατευθεί η υγεία τόσο των ασθενών όσο και των ίδιων. Η παρούσα έρευνα μας έδειξε κάποια ενδεικτικά αποτελέσματα τόσο για την χρήση, την συντήρηση όσο και για την πρακτική εφαρμογή προστατευτικών μέτρων, με αρκετούς προβληματισμούς ως προς τις παραμέτρους αυτές. Παρόλα αυτά, θεωρείται αναγκαίο να διεξαχθούν περαιτέρω έρευνες σε διαφορετικές περιοχές με διαφορετικό δείγμα συμμετοχόντων προκειμένου τα αποτελέσματα να αποσαφηνιστούν περισσότερο και να επιβεβαιωθούν με μεγαλύτερη σιγουριά.

Ενώ η θεραπεία Tecar χρησιμοποιείται ολόένα και περισσότερο στον επαγγελματικό χώρο, τόσο στο εξωτερικό όσο και στον ελληνικό χώρο, με φαινομενικά θετική εκτίμηση της αποτελεσματικότητάς της από τους επαγγελματίες υγείας, υστερεί ακόμα σε κλινικές έρευνες και βιβλιογραφίες, καθιστώντας κάποιες πτυχές της άγνωστες. Αυτό αποτελεί έναν παραπάνω λόγο για την ανάγκη της καταρτισμένης της χρήσης σύμφωνα με τα σημερινά υπάρχοντα δεδομένα.

Όπως και σε άλλα φυσικά μέσα, η χρήση της Tecar δε πρέπει να εφαρμόζεται μηχανικά αλλά με έναν συνδυασμό καρτατισμένων γνώσεων και προσωπικής κρίσης. Η χρήση περιλαμβάνει από την σωστή και αποτελεσματική εφαρμογή της θεραπείας μέχρι και την διατήρηση της και την προφύλαξη του ίδιου του επαγγελματία και των ασθενών από τους πιθανούς κινδύνους που μπορεί να προκύψουν από το ίδιο το θεραπευτικό μέσο.

Βιβλιογραφία

1. **Γίοκαρης,Π.**,2007. «Θεραπευτικά σχήματα:Κλινική Ηλεκτροθεραπεία»,Αθήνα:Γραφικές Τέχνες ΓΡΑΜΜΑ Α.Ε.
- 2.**Καμπύλη Ν.,Μαρούλης Σ.** 2005. «Επιδράσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στον άνθρωπο και στο περιβάλλον»
3. **Παπαδημητρίου Ι.**, « Σύνγχρονη γενική χειρουργική »,Τόμος ΙΙ, Εκδόσεις :Παρισιάνου (2001)
4. **Σπυρόπουλος Β.**, « Τεχνολογία Εντατικής Ιατρικής και Χειρουργείου :Μαθήματα Βιοϊατρικής Τεχνολογίας ΙΙΙ» ,Εκδόσεις: Παρισιάνου (1993)
5. **Φραγκορόπτης Ελευθ.** 2011, «Εφαρμοσμένη Ηλεκτροθεραπεία- Θεωρία και πράξη μεθόδων ηλεκτροθεραπείας»
6. **Χαϊδεμένος Π.** 2011, «Ηλεκτρομαγνητική επιβάρυνση απο το τεχνολογικό εξοπλισμό εργαστηρίων Φυσικοθεραπείας»
7. **Nanda Β,Κ.**,2015. «ΗΛΕΚΤΡΟΘΕΡΑΠΕΙΑ,ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ»,2η Έκδοση ,Γενική επιμέλεια ελληνικής έκδοσης : Κοτταράς Σ. ,Επιμερούς Επιμέλεια:Κουτσογιάννης Μ. Κ.,Εκδόσεις:Π.Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ
8. **Robertson V.,Ward A. ,Low J.,Reed A. ,** (Επιμέλεια : Κατσουλάκης Κ.) , « Βασικές Αρχές και Πρακτική Εφαρμογή» ,4η έκδοση,Εκδόσεις: Παρισιάνου (2006)
9. **Watson T.** 2011, «Electrotherapy: Evidence- Based Practice –Ηλεκτροθεραπεία: Τεκμηριωμένη Πρακτική». Επιμέλεια ελληνικής έκδοσης Στριμπάκος Ν.

Αρθρογραφία

- 10.**Andrikopoulos, A., Adamopoulos, A. and Koutsojannis, C.**(2018): Microwave diathermy in physiotherapy units: lack of maintenance. Eur. J. Physio. 1–6
- 11.**Andrikopoulos, A., Adamopoulos, A., Seimenis, I. and Koutsojannis, C.**(2017): Microwave diathermy in physiotherapy units: a survey on spatial and time heterogeneity of the electromagnetic field. J. Radiol. Prot. 37(2), N27
12. **Bettaieb Ah., P.K. Wrzal, D. A. Averill-Bates** 2013. Hyperthermia: Cancer Treatment and Beyond. Chapter 12
13. **Clijssen R., Leoni D., Schneebeli A., Cescon C., Soldini E., Li L., Barbero M.** 2019. Does the Application of Tecar Therapy Affect Temperature and Perfusion of Skin and Muscle Microcirculation? A Pilot Feasibility Study on Healthy Subjects. The Journal of Alternative and Complementary Medicine. 00(00):1–7.

- 14. Costantino C., F. Pogliacomì, En. Vaiènti** 2005. Cryoultrasound therapy and tendonitis in athletes: a comparative evaluation versus laser CO₂ and t.e.ca.r. therapy. *Acta Bio Med* 2005; 76; 37-41
- 15. Delpizzo V & Jouner KH** (1987). On the safe use of microwave and shortwave diathermy units. *Aust J Physiother.* 33 (3): 152-162.
- 16. Diana A. Bates, Christian Le Grimellec, Jason H. T. Bates, Antoine Loutfi, and William J. Mackillop** 1985. Effects of thermal adaptation at 40 degrees C on membrane viscosity and the sodium-potassium pump in Chinese hamster ovary cells. *Cancer Res*, 45(10): 4895-9.
- 17. Ganzit G.P., L. Stefanini, G. Stesina** 2015. Tecar therapy in the treatment of acute and chronic pathologies in sports [online] Διαθέσιμο από: <https://www.trtherapy.cz/scientific-support-tecar-therapy-in-the-treatment-of-acute-and-chronic-pathologies-in-sports>
- 18. Giombini A., Giovannini V., Cesare A. D. Pacetti, P., Ichinoseki-Sekine, N., Shiraishi, M., Naito, H., Maffulli, N.** 2007. "Hyperthermia induced by microwave diathermy in the management of muscle and tendon injuries". *British Medical Bulletin.* 83: 379–96
- 19. Habash R** (2007). Bioeffects and therapeutic applications of electromagnetic energy. CRC Press.
- 20. Hawamdeh M.** 2014. The effectiveness of Capacitive Resistive Diathermy (Tecartherapy) in acute and chronic musculoskeletal lesions and pathologies
- 21. Hildebrandt B., P. Wust , Ol. Ahlers , An. Dieing, G. Sreenivasa , Th. Kerner , R. Felix , H. Riess** 2002. The cellular and molecular basis of hyperthermia. *Critical Reviews in Oncology/Hematology* 43 2002 Jul;43(1):33-56
- 22. Koutsojannis, C., Andrikopoulos, A., Adamopoulos, A. and Seimenis, I.** (2018): Microwave diathermy in physiotherapy: introduction and evaluation of a quality control procedure. *Radiat. Prot. Dosim* 181(3), 229–239 .
- 23. Koutsojannis, C., Andrikopoulos, A., Seimenis, I and Adamopoulos, A.** (2019) Magneto-Therapy in physiotherapy units: Introduction Of quality control procedure due to lack of maintenance. *Radiation Protection Dosimetry* , pp. 1–10
- 24. Lagoumintzis G., Andrikopoulos, A., Adamopoulos, A., Seimenis, I & Koutsojannis C.** (2019): Microwave diathermy induces mitogen-activated protein kinases and tumor necrosis factor- α in cultured human monocytes, *Electromagnetic Biology and Medicine*, DOI: 10.1080/15368378.2019.1613426
- 25. Lehmann JF, Masock A, Warren CG, Koblanski JN., 1970** , Effect of therapeutic temperature on tendon extensibility. *Arch PhysMed Rehabil* ; 51:481 -7.
- 26. Lepock JR.** 2005, How do cells respond to their thermal environment? *Int J Hyperthermia*, 21(8): 681-7

- 27. Manousos E. Kambouris, Zoi Zagoriti, George Lagoumintzis, Kostantinos Poulas** ,2014, From therapeutic Electrotherapy to Electroceuticals: Fortmats, Applications and Prospects of Electrostimulation. Annual Research & Review in Biology 4(20):3054-3070
- 28. Melegati** 2009, The use of Tecar therapy in ankle sprain traumas.
- 29. Morelli L., S. C. Bramani, M. Cantaluppi, M. Pauletto, Al. Scuotto** 2016. Comparison among different therapeutic techniques to treat low back pain: a monitored randomized study .Ozone Therapy 2016; volume 1:5842
- 30. Nanda B, K., 2015.** «ΗΛΕΚΤΡΟΘΕΡΑΠΕΙΑ, ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ», 2η Έκδοση , Γενική επιμέλεια ελληνικής έκδοσης : Κοτταράς Σ. , Επιμερούς Επιμέλεια: Κουτσογιάννης Μ. Κ., Εκδόσεις: Π.Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ
- 31. Parolo E., M.P. Onesta** 2003. Ipertermia a trasferimento energetico resistivo e capacitivo nel trattamento di lesioni muscolo-scheletriche acute croniche. Evidenze cliniche
- 32. Renaudin, M. 2018** , A eficiência da tecarterapia em Fisioterapia: revisão bibliográfica .
- 33. Ribeiro, S., Henriques, B., & Cardoso, R.** 2018. The Effectiveness of Tecar Therapy in Musculoskeletal Disorders. International Journal of Public Health and Health Systems, 3(5), 77.
- 34. Richter K, M Haslbeck, J Buchner** 2010, The heat shock response: life on the verge of death. Mol Cell, 40(2): 253-66.
- 35. Sanguedolce G. , C. Venza, P. Cataldo, G. Letizia Mauro** 2009. Tecar-terapia nelle tendinopatie della cuffia dei rotatori: nostra esperienza. European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine, 45, -.
- 36. Sonna LA, JUN FUJITA, STEPHEN L. GAFFIN, AND CRAIG M. LILLY** 2002, Invited review: Effects of heat and cold stress on mammalian gene expression. J Appl Physiol, 92(4): 1725-42.
- 37. Sugahara T, J. Van Der Zee, Harm H. Kampinga, Zeliko Vujaskovic, Motoharu Kondo, Takeo Ohnishi, Gloria Li, Heon J. Park, Dennis B. Leeper, Valentina Ostapenko, Elizabeth A. Repasky, Masami Watanabe & Chang W. Song** 2004, Kadota Fund International Forum 2004. Application of thermal stress for the improvement of health, 15-18 June 2004, Awaji Yumebutai International Conference Center, Awaji Island, Hyogo, Japan. Final report. Int J Hyperthermia, 2008. 24(2): 123-40.
- 38. Tepperman P. S., M. Devlin** 1986. The Therapeutic Use of Local Heat and Cold CAN. FAM. PHYSICIAN Vol. 32: MAY 19
- 39. Terranova A., G. Vermiglio, S. Arena, A. Ciccio, S. Di Dio, M. Vermiglio** 2008. Tecarterapia nel trattamento post-chirurgico delle fratture di femore. Vol. 44 - Suppl. 1 to No. 3 Europa Medicophysica

40. Tranquilli C., Ganzit G.P., Ciufetti A., Bergamo P., Combi F.,2009.
Mutilcentre study on Tecar Therapy in sports pathologies. MKT-2009-009 V01-
2009.12.18-UK

41. Tzima E , Martint C J, 1994. An evaluation of safe practices to restrict exposure
to electric and magnetic fields from therapeutic and surgical diathermy equipment
Physiol. Meas. 15 (1994) 201-216

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Ποιοτικός έλεγχος συσκευών Ενδοδιαθερμίας

Ερωτηματολόγιο για φυσιοθεραπευτές και βοηθούς

I. Φύλο:

Άνδρας Γυναίκα

II. Ηλικία:

21-25 26-30 31-35 36-40
41-45 46-50 51-55 56-60
61-65

III. Έτη επαγγελματικής εμπειρίας:

<5 5-10 10-15 15-20 > 20

1. Πόσες συσκευές ενδοδιαθερμίας περιλαμβάνει ο χώρος που χρησιμοποιείτε για τους ασθενείς σας;

1 2 3 4

2. Πόσοι επαγγελματίες υγείας/χρήστες συσκευών ενδοδιαθερμίας απασχολούνται στο χώρο του φυσιοθεραπευτηρίου, συμπεριλαμβανομένου και του εαυτού σας;

1 2 3 4 Παραπάνω από 20

3. Πόσους ασθενείς θεραπεύετε (με χρήση συσκευών ενδοδιαθερμίας) ημερησίως;

0-5 6-10 11-15 Παραπάνω από 20

4. Πόσους ασθενείς θεραπεύετε (με χρήση ενδοδιαθερμίας) μηνιαίως;

0-10 11-20 21-30 Παραπάνω από 30

5. Υπάρχουν διαθέσιμα γραπτά πρωτόκολλα για τυποποιημένες θεραπευτικές επεμβάσεις για κάθε μηχάνημα ενδοδιαθερμίας;

Ναι Όχι



6. Υπάρχει ειδική προστασία (π.χ. προστατευτικές καλύπτρες, γυαλιά, κλπ) για το προσωπικό και τους ασθενείς κατά την εγκυμοσύνη και γαλουχία;

Ναι Όχι

7. Υπάρχει πιστοποιητικό επάρκειας γνώσεων και καταρτίσεων των εργαζομένων που απασχολούνται στον χώρο σας σε θέματα ακτινοπροστασίας;

Ναι Όχι

8. Είσατε ενήμερος/η αν υπάρχουν γραπτά πρωτόκολλα εργασίας για την προστασία από την ακτινοβολία από τις συσκευές ενδοδιαθερμίας;

Ναι Όχι

9. Ο θεραπευτικός χώρος σας διαθέτει γραπτά πρωτόκολλα ελέγχων των συσκευών ενδοδιαθερμίας (π.χ. βλάβη στο ειδικό θωρακισμένο καλώδιο, παρατήρηση για λειτουργική συμπεριφορά του μηχανήματος);

Ναι Όχι

10. Τηρείτε ημερολόγιο βλαβών των συσκευών ενδοδιαθερμίας (αναγραφή βλαβών, μετατροπών, επιδιορθώσεων και του προσωπικού που τις διαπίστωσε και αυτούς που διόρθωσαν την βλάβη);

Ναι Όχι

11. Τηρείτε Ημερολόγιο για κάθε συσκευή ενδοδιαθερμίας (αρχείο ελέγχων ποιότητας, έλεγχοι αποδοχής/εγκατάστασης, περιοδικοί τεχνικοί έλεγχοι, έλεγχοι μετά από κάθε θεραπευτική συνεδρία, κλπ);

Ναι Όχι

12. Όταν χρησιμοποιείτε την συσκευή ενδοδιαθερμίας καθορίζετε εσείς την δόση ανά πάθηση ή χρησιμοποιείτε τα θεραπευτικά πρωτόκολλα που προτείνει η ίδια η συσκευή (εργοστασιακά);

Ναι Όχι Και τα δύο