



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗΣ

**Innovative therapeutic method: Diamagnetic  
accelerator of active molecules**

**Καινοτόμος θεραπευτική μέθοδος:  
Διαμαγνητικός επιταχυντής ενεργών μορίων**

**ΚΑΡΙΝΤΖΑΪΔΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ**

**Αριθμός μητρώου: 16036**

**Επιβλέπων Καθηγητής**

**Χρήστος Μιχαήλ**

Αθήνα 1/3/2023

Η Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Ο Επιβλέπων Καθηγητής

Χρήστος Μιχαήλ

Επίκουρος Καθηγητής

[ΥΠΟΓΡΑΦΗ]

Ιωάννης Βαλαής

Καθηγητής

[ΥΠΟΓΡΑΦΗ]

Νεκτάριος Καλύβας

Αναπληρωτής Καθηγητής

[ΥΠΟΓΡΑΦΗ]

Ο υπογράφων Καριντζαΐδης Παναγιώτης του Θεοδώρου, με αριθμό μητρώου 16036 φοιτητής του Τμήματος Μηχανικών Βιοϊατρικής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου».

Ημερομηνία

Ο Δηλών

1/3/2023

Καριντζαΐδης Παναγιώτης





## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Με την ολοκλήρωση αυτής της διπλωματικής εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής κ. Μιχαήλ Χρήστο για την πολύτιμη καθοδήγηση του κατά την διάρκεια συγγραφής της εργασίας μου.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την εταιρία Parimed στην οποία πραγματοποίησα την πρακτική μου άσκηση και τον κύριο Μουντζούρη Θεοφάνη φυσικοθεραπευτή για τις συμβουλές τους και την βοήθεια τους για την συγκέντρωση πληροφοριών σχετικά με την λειτουργία του μηχανήματος.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που ήταν δίπλα μου με κάθε τρόπο σε όλο το διάστημα των σπουδών μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

### Τίτλος:

**Καινοτόμος θεραπευτική μέθοδος: Διαμαγνητικός επιταχυντής ενεργών μορίων**

Ο σκοπός της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η παρουσίαση του Επιταχυντή Ενεργών Μορίων, ενός καινοτόμου μηχανήματος που βρίσκει εφαρμογή κυρίως στον τομέα της φυσικοθεραπείας. Αρχικά, γίνεται αναφορά στο φαινόμενο του μαγνητισμού στο οποίο και βασίζεται η αρχική ιδέα του μηχανήματος και στην συνέχεια αναλύονται έννοιες όπως ο Διαμαγνητισμός, Μαγνητικό Πεδίο και ιδιότητες των υλικών. Γίνεται περιγραφή της βασικής λειτουργίας του μηχανήματος, καθώς και αναφορά στους μηχανισμούς δράσης και τους τρόπους λειτουργίας του μηχανήματος. Στο δεύτερο μέρος της εργασίας παρουσιάζεται ο έλεγχος ποιότητας του Διαμαγνητικού επιταχυντή ενεργών μορίων που περιλαμβάνει διαδικασίες συντήρησης και αντιμετώπιση προβλημάτων που μπορούν να προκύψουν κατά την χρήση του. Τέλος, περιγράφεται μία σειρά από κλινικές αναφορές που έχει εφαρμοστεί ο Διαμαγνητικός επιταχυντής ενεργών μορίων προκειμένου να αντιμετωπιστούν σοβαρές παθολογίες. Με αυτόν τον τρόπο μας δίνετε η δυνατότητα να αξιολογήσουμε με βάση τα συμπεράσματα που προκύπτουν τις δυνατότητες του μηχανήματος.

**Λέξεις κλειδιά: Διαμαγνητισμός, Διαμαγνητικός επιταχυντής ενεργών μορίων, Μηχανισμοί δράσης, Κλινικές αναφορές**

## **ABSTRACT**

The purpose of this research is the presentation of the Accelerator of Active Molecules, an innovative machine that finds application mainly in the field of physical therapy. As a start, reference is made to the phenomenon of magnetism on which the original idea of the machine is based, and then concepts such as Diamagnetism, Magnetic Field and properties of materials are analyzed. The basic operation of the machine is described, as well as a reference to the mechanisms of action and the modes of operation of the machine. In the second part of the research, the quality control of the Diamagnetic accelerator of active molecules is presented, which includes maintenance procedures and troubleshooting that may arise during its use. Finally, a series of clinical reports and references in which the Diamagnetic accelerator of active molecules has been applied in order to treat serious pathologies are described. In this way, we have the possibility to evaluate the machine's capabilities based on the resulting conclusions.

**Keywords: Diamagnetism, Diamagnetic Accelerator of Active Molecules, Mechanisms of action, Clinical reports**

## Περιεχόμενα

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1.  | Εισαγωγή.....  | 9  |
| 1.1 | Ιατροτεχνολογικός εξοπλισμός στο κλάδο της φυσικοθεραπείας.....            | 9  |
| 1.2 | Η θεωρία του Μαγνητισμού .....   | 9  |
| 1.3 | Μαγνητικό πεδίο.....   | 13 |
| 1.4 | Μαγνητοθεραπεία.....   | 16 |
| 2.  | Περιγραφή του διαμαγνητικού επιταχυντή ενεργών μορίων .....                | 17 |
| 2.1 | Αρχή λειτουργίας Διαμαγνητικής αντλίας .....                               | 17 |
| 3.  | Έλεγχος ποιότητας του διαμαγνητικού επιταχυντή ενεργών μορίων .....        | 30 |
| 3.1 | Έλεγχος ποιότητας .....  | 30 |
| 3.2 | Προφυλάξεις.....   | 43 |
| 3.3 | Διαδικασίες συντήρησης - Αντιμετώπιση προβλημάτων.....                     | 45 |
| 4.  | Συμπεράσματα και αξιολόγηση του διαμαγνητικού επιταχυντή ενεργών μορίων .. | 48 |
| 5.  | Πηγές – Αναφορές .....   | 61 |



## 1. Εισαγωγή

### 1.1 Ιατροτεχνολογικός εξοπλισμός στο κλάδο της φυσικοθεραπείας

Με τον όρο φυσικοθεραπεία εννοούμε το σύνολο των μεθόδων που χρησιμοποιούν οι φυσικοθεραπευτές (αναγνωρίζονται μόνο οι πτυχιούχοι) έτσι ώστε να θεραπεύσουν ασθένειες και γενικότερα παθολογικές καταστάσεις που συνδέονται με μύοσκελετικά, κινητικά προβλήματα και νευρολογικές παθήσεις. Η φυσικοθεραπεία λοιπόν είναι η επιστήμη η οποία χρησιμοποιεί φυσικά μέσα όπως φως, νερό, ηλεκτρικό ρεύμα με στόχο την αντιμετώπιση των προβλημάτων που καθιστούν την καθημερινή ζωή των ασθενών μη λειτουργική. Οι άνθρωποι, επαγγελματίες υγείας οι οποίοι καλούνται να φέρουν εις πέρας το δύσκολο αυτό λειτούργημα, δηλαδή την φροντίδα ατόμων που πάσχουν από ένα μεγάλο φάσμα παθήσεων, ονομάζονται φυσικοθεραπευτές. Οι φυσικοθεραπευτές είναι πιστοποιημένοι πτυχιούχοι φυσικοθεραπείας οι οποίοι με τις γνώσεις τους έχουν την δυνατότητα να αξιολογούν το εκάστοτε πρόβλημα του κάθε ασθενή, να σχεδιάζουν ένα πλάνο θεραπείας και με την χρήση διαφόρων τεχνικών και ιατρικών μηχανημάτων, να προσφέρουν στους ασθενείς μία καλύτερη ποιότητα ζωής. Συμπερασματικά, η φυσικοθεραπεία αποτελεί ένα σημαντικό μέρος του συστήματος υγείας, διαθέτει μεθόδους όπως κρυοθεραπεία, ηλεκτροθεραπεία, μαγνητικά πεδία, υπερήχους που στοχεύουν στην αποκατάσταση σωματική και ψυχολογική των ασθενών.[1,2]

### 1.2 Η θεωρία του Μαγνητισμού

Όσον αφορά τον ορισμό του μαγνητισμού είναι η επιστήμη η οποία μελετά τις μαγνητικές αλληλεπιδράσεις, πιο συγκεκριμένα ένα μεταλλικό σώμα το οποίο έλκει ή απωθεί άλλα μεταλλικά σώματα λέγεται μαγνήτης. Ένας μαγνήτης αποτελείται από δύο μαγνητικούς πόλους, τον βόρειο μαγνητικό και τον νότιο μαγνητικό πόλο οι οποίοι παρουσιάζουν παρόμοια λειτουργία με τα ηλεκτρικά φορτία, δηλαδή οι ομώνυμοι απωθούνται και οι ετερόνυμοι έλκονται. Μεταξύ των μαγνητών δημιουργούνται δυνάμεις οι οποίες ονομάζονται μαγνητικές δυνάμεις. Είναι αρκετά δύσκολο να προσδιοριστεί που ακριβώς στον κόσμο χρησιμοποιήσαν για πρώτη φορά τον μαγνητισμό για θεραπευτικούς σκοπούς, υπάρχουν σχετικές αναφορές στην Κίνα σε ένα βιβλίο του 4<sup>ου</sup> αιώνα. Επίσης, άλλες πηγές αναφέρουν πως το 1600 ένας Άγγλος φυσικός και φιλόσοφος γνωστός ως William Gilbert ήταν ο πρώτος που χρησιμοποίησε όρους όπως ηλεκτρική έλξη, μαγνητικός πόλος. Μετά από έρευνα και αρκετά πειράματα που πραγματοποίησε, κατάφερε να περιγράψει τα μαγνητικά σώματα και κάποιες ιδιότητες τους, έκανε αναφορές στην πολικότητα του μαγνήτη καθώς και της γης. Ο William Gilbert για τον μαγνητισμό και γενικότερα για θέματα των φυσικών επιστημών παρουσίασε την δική του φιλοσοφία και αποτέλεσε πηγή έμπνευσης για τους μεταγενέστερους επιστήμονες.

Όπως αναφέραμε προηγουμένως η σχέση μεταξύ των φαινομένων του μαγνητισμού και του ηλεκτρισμού είναι γεγονός. Το 1820 ο Δανός Hans Oersted ανακάλυψε αυτή την σχέση καθώς παρατήρησε ότι η μαγνητική βελόνα μίας πυξίδας εκτρέποταν από την θέση της όταν ήταν κοντά σε αγωγό τον οποίο διέρρευε ηλεκτρικό ρεύμα. Η ανακάλυψη αυτή έμεινε γνωστή ως το *Πείραμα του Oersted* και ήταν η επιβεβαίωση της σχέσης μαγνητισμού και ηλεκτρισμού. Στη συνέχεια, ένας από τους μεγαλύτερους επιστήμονες ο Michael Faraday επανέλαβε το πείραμα και παρατήρησε αλλαγή στον προσανατολισμό της βελόνας όταν εκείνη πλησίαζε

σε ρευματοφόρο αγωγό, επιβεβαιώνοντας έτσι την σχέση των δύο φαινομένων. Λίγο αργότερα, ακολούθησε ένας άλλος σημαντικός επιστήμονας ο James Clerk Maxwell ο οποίος κατάφερε να αποδείξει ότι ένα μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό πεδίο δημιουργεί ένα μαγνητικό πεδίο. Επιπλέον, ο Maxwell παρουσίασε μία σειρά από εξισώσεις οι οποίες έδωσαν απαντήσεις σε πειράματα, παρατηρήσεις και θεωρίες για διάφορα φαινόμενα, για αυτό τον λόγο θεωρείται ένας εκ των κορυφαίων επιστημόνων στον κόσμο.

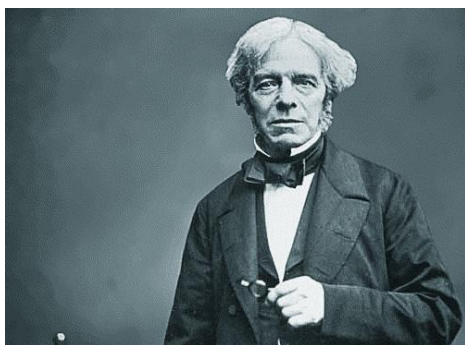
Μία ουσιαστική διαφορά που υπάρχει μεταξύ των φαινομένων του μαγνητισμού και του ηλεκτρισμού είναι πως οι μαγνητικοί πόλοι είναι πάντοτε σε ζεύγη ενώ τα ηλεκτρικά φορτία μπορούν να υπάρχουν στο χώρο και μεμονωμένα.[3,6]



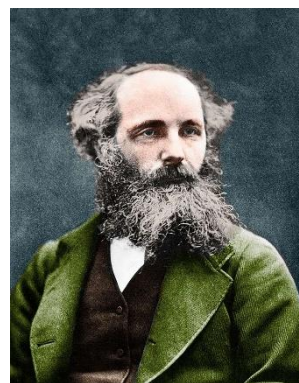
**Εικόνα 1: William Gilbert Κόλτσεστερ**  
1544 – Λονδίνο 1603 Άγγλος  
γιατρός και φυσικός.



**Εικόνα 2: Hans Oersted Ρούντκεμπινγκ**  
14 Αυγούστου 1777- 9 Μαρτίου 1851  
Δανός φυσικός και χημικός.



**Εικόνα 3: Michael Faraday Νιούινγκτον**  
Μπατς 22 Σεπτεμβρίου 1791- Χάμπτον Κορτ  
25 Αυγούστου 1867 Άγγλος επιστήμονας με  
σημαντική συμβολή στον Ηλεκτρομαγνητισμό.

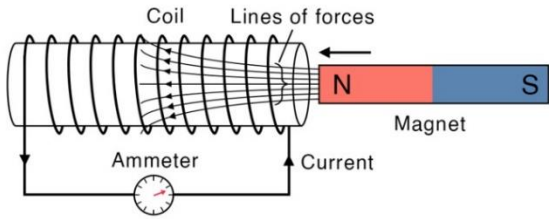


**Εικόνα 4: James Clerk Maxwell**  
Εδιμβούργο 13 Ιουνίου 1831- Κέιμπριτζ  
5 Νοεμβρίου 1879 Σκωτσέζος φυσικός  
από τους σπουδαιότερους επιστήμονες.

**Michael Faraday:** Ο Michael Faraday γεννήθηκε στις 22 Σεπτεμβρίου του 1791 στο Newington της Αγγλίας (Λονδίνο). Είναι ένας από τους μεγαλύτερους επιστήμονες του 19<sup>ου</sup> αιώνα με τεράστια επιρροή κυρίως στον επιστημονικό χώρο της φυσικής και της χημείας. Όλα ξεκίνησαν όταν ο Faraday παρακολούθησε τις διαλέξεις του Humphry Davy ενός αυτοδίδακτου χημικού. Το 1812 κατάφερε να συνεργαστεί μαζί του έχοντας την θέση του εργαστηριακού βοηθού, δίπλα του έμαθε αρκετά πράγματα για την επιστήμη της χημείας. Το 1820 η συνεργασία τους ολοκληρώνεται, ο Faraday γεμάτος πλέον εμπειρίες και γνώσεις σε θέματα που αφορούν την χημεία, την φυσική και τις εργαστηριακές μελέτες, πραγματοποιεί μία σειρά από σπουδαίες ανακαλύψεις όπως τον πρώτο ηλεκτρικό κινητήρα, την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από ένα μαγνητικό πεδίο, την επίδραση του μαγνητισμού στο φως και άλλα πολλά. Ο Faraday το 1845 ήταν αυτός που διαχώρισε τα υλικά σε διαμαγνητικά και παραμαγνητικά. Όσο περνούσαν τα χρόνια πραγματοποιούσε μελέτες και πειράματα χωρίς όμως να σημειώσει κάποια ιδιαίτερη ανακάλυψη όπως είχε συνηθίσει να κάνει. Το 1867 πέθανε στο Λονδίνο αφήνοντας πίσω του πολλές ανακαλύψεις και μένοντας στην ιστορία ως ένας από τους πιο επιδραστικούς επιστήμονες. Μία από τις πιο σημαντικές του ανακαλύψεις του, αποτελεί και έναν από τους θεμελιώδεις νόμους του ηλεκτρομαγνητισμού. Είναι ο γνωστός σε όλους νόμος του Faraday και σύμφωνα με αυτόν ένα μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο παράγει μία ηλεκτροκινητική δύναμη (emf). Όταν για παράδειγμα ένα πηνίο το οποίο είναι τυλιγμένο με σύρμα δεχθεί κάποια μεταβολή στο μαγνητικό του πεδίο τότε παράγει την ηλεκτρομαγνητική επαγωγή. Ο Faraday για να καταλήξει σε αυτό το συμπέρασμα πραγματοποίησε ένα πείραμα, χρησιμοποίησε ένα μαγνήτη και ένα πηνίο και αντιλήφθηκε πως η ηλεκτροκινητική δύναμη παραγόταν όταν ο μαγνήτης κινούταν προς το πηνίο. Όταν ο μαγνήτης είναι ακίνητος τότε δεν παρατηρείται δημιουργία της EMF, καθώς όμως ο μαγνήτης κατευθύνεται προς το πηνίο τότε δημιουργείται μία τάση. Όταν ο μαγνήτης περάσει από το πηνίο και κατευθυνθεί μακριά από αυτό τότε εμφανίζεται ξανά η ηλεκτροκινητική δύναμη αλλά με αντίθετο πρόσημο. Επομένως, οι μεταβολές που μπορούν να προκαλέσουν την δημιουργία της τάσης EMF είναι η ένταση του μαγνητικού πεδίου, η αλλαγή της θέσης του μαγνήτη προς το μέρος του πηνίου ή πιο μακριά από αυτό ή η αλλαγή της θέσης του πηνίου σε σχέση με τον μαγνήτη.

Συμπερασματικά, ο νόμος αναλύει τον τρόπο κατά τον οποίον ένα μαγνητικό πεδίο αλληλεπιδρά με ένα ηλεκτρικό κύκλωμα και παράγεται έτσι η ηλεκτροκινητική δύναμη EMF. Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι ο νόμος αυτός αποτελεί την βάση για τον τρόπο λειτουργίας των ηλεκτρικών κινητήρων, μετασχηματιστών, πηνίων και ηλεκτρομαγνητικών βαλβίδων. [5]

## Faraday's Law Equation



$$\varepsilon = -N \frac{d\phi}{dt}$$

$\varepsilon$  : Electromotive force (EMF)  
 $N$  : Number of turns of the coil  
 $\frac{d\phi}{dt}$  : Instantaneous change of magnetic flux with time

Science Facts

**Εικόνα 5: Το πείραμα του νόμου του Faraday.**

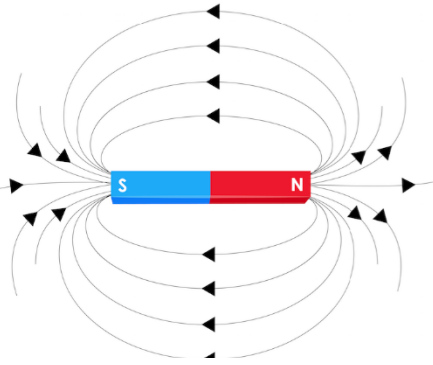
Ένας ακόμη νόμος ο οποίος είναι σημαντικός έτσι ώστε να κατανοήσουμε καλύτερα την λειτουργία του διαμαγνητικού επιταχυντή ενεργών μορίων είναι ο νόμος του Lenz. Υιοθετήθηκε το 1834 από τον Ρώσο φυσικό Heinrich Friedrich Lenz και βασίζεται στο νόμο του Faraday. Κατά την δημιουργία της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής ένα μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο παράγει μία ηλεκτροκινητική τάση EMF. Σύμφωνα με τον νόμο του Lenz η ηλεκτροκινητική δύναμη παράγει ένα ρεύμα του οποίου το μαγνητικό πεδίο είναι αντίθετο από το αρχικό μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο το οποίο ξεκίνησε την διαδικασία. Αυτό στην πραγματικότητα συμβαίνει διότι σε περίπτωση που το αρχικό μαγνητικό πεδίο είχε την ίδια κατεύθυνση με αυτό που δημιούργησε η EMF τότε σαν αποτέλεσμα θα υπήρχε ένα μεγαλύτερο μαγνητικό πεδίο με την ίδια κατεύθυνση δηλαδή μία συνεχής πηγή ενέργειας. Μπορούμε να πούμε πως ο νόμος του Lenz's αφογκράζεται την αρχή διατήρησης ενέργειας και τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα δηλαδή για κάθε δράση πρέπει να υπάρχει και η αντίστοιχη αντίθετη αντίδραση.[3,4]

**Πίνακας 1: Μαγνητικά μεγέθη.**

| Μαγνητικά μεγέθη         | Σύμβολο        | S.I & mksa          | Παράγοντας μετατροπής | Gaussian & cgs emu  |
|--------------------------|----------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| Ένταση μαγνητικού πεδίου | $\vec{H}$      | A/m                 | $4\pi/10^3$           | Oersted(Oe)         |
| Μαγνητική επαγωγή        | $\vec{B}$      | Tesla(T)            | $10^4$                | Gauss(G)            |
| Μαγνητική ροή            | $\Phi$         | Weber(Wb)           | $10^8$                | Maxwell(Mx)         |
| Μαγνητική ροπή           | $\vec{m}$      | Am <sup>2</sup>     | $10^3$                | emu                 |
| Μαγνήτιση                | $\vec{M}$      | A/m                 | $10^3$                | emu/cm <sup>3</sup> |
| Ειδική μαγνήτιση         | $\vec{\sigma}$ | Am <sup>2</sup> /kg | 1                     | emu/g               |
| Μαγνητική επιδεκτικότητα | $\chi$         | -                   | $1/4\pi$              | -                   |
| Μαγνητική διαπερατότητα  | $\mu$          | N/A <sup>2</sup>    | $10^7/4\pi$           | -                   |
| Σχετική διαπερατότητα    | $\mu_r$        | -                   | -                     | -                   |

### 1.3 Μαγνητικό πεδίο

Το μαγνητικό πεδίο είναι μια μορφή ηλεκτρομαγνητικού πεδίου. Ένας μαγνήτης δημιουργεί ένα μαγνητικό πεδίο γύρω του, όπως και με ένα ηλεκτρικό φορτίο. Το μαγνητικό πεδίο δημιουργείται λόγω της κίνησης των ηλεκτρικών φορτίων, αυτό γίνεται είτε από την ύπαρξη ρευμάτων είτε από την κίνηση των ηλεκτρονίων στα μαγνητικά υλικά. Η παρουσία ενός μαγνήτη στο χώρο έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός μαγνητικού πεδίου, ενώ το αντίστροφο δεν ισχύει. Όταν υπάρχει μαγνητικό πεδίο στο χώρο, αυτό δεν σημαίνει ότι υπάρχει μαγνήτης. Όσον αφορά την κίνηση των ηλεκτρονίων, η κατεύθυνση στην οποία περιστρέφονται καθορίζει την πολικότητα κάθε μαγνήτη. Όταν τα ηλεκτρόνια κινούνται δεξιόστροφα τότε δημιουργείται η βόρεια πολικότητα και το αρνητικό φορτίο, όταν τα ηλεκτρόνια κινούνται αριστερόστροφα τότε δημιουργείται η νότια πολικότητα και το θετικό φορτίο. Το μαγνητικό πεδίο εκφράζεται ποσοτικά από το διάνυσμα της μαγνητικής επαγωγής ( $\vec{B}$ ) και από το διάνυσμα της ισχύος του μαγνητικού πεδίου ( $\vec{H}$ ). Η μονάδα μέτρησης του μαγνητικού πεδίου στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων είναι 1 Tesla, μια άλλη μονάδα που χρησιμοποιήθηκε είναι το Gauss ( $1T=10^4$  G). Το μαγνητικό πεδίο μπορεί να περιγραφεί με γραμμές, αυτές οι γραμμές ονομάζονται μαγνητικές δυναμικές γραμμές, ξεκινούν πάντα από τον βόρειο πόλο του μαγνήτη και καταλήγουν στο νότιο πόλο. Οι μαγνητικές δυναμικές γραμμές δείχνουν την κατεύθυνση του πεδίου σε κάθε σημείο και ποτέ δεν τέμνονται. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το μαγνητικό πεδίο ασκεί δύναμη (F) σε οποιοδήποτε μαγνητικό δίπολο ή κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο που έχει ταχύτητα εντός του μαγνητικού πεδίου. Η μαγνητική δύναμη υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο:  $F = q * u * B$  (q = φόρτιση, u = ταχύτητα φόρτισης, B = ισχύ μαγνητικού πεδίου).



**Εικόνα 6: Μαγνητικές δυναμικές γραμμές.**



**Εικόνα 7: Μαγνητικό πεδίο**

Έχουμε ήδη αναφέρει τη σχέση μεταξύ μαγνητισμού και ηλεκτρισμού, επομένως πρέπει να υποδείξουμε τις κύριες διαφορές μεταξύ μαγνητικής και ηλεκτρικής δύναμης. Πρώτον, η ηλεκτρική δύναμη είναι παράλληλη ή αντιπαράλληλη με το διάνυσμα της έντασης ( $E$ ) του πεδίου σε αντίθεση με την μαγνητική δύναμη που είναι πάντα κάθετη προς το διάνυσμα μαγνητικής επαγωγής ( $B$ ). Επιπλέον, η ηλεκτρική δύναμη ασκείται σε όλα τα φορτία, αντίθετα η μαγνητική δύναμη ασκείται μόνο σε κινούμενα φορτία. Η μαγνητική δύναμη που προέρχεται από ένα σταθερό μαγνητικό πεδίο ( $B$ ) δεν παράγει έργο, επειδή η δύναμη ( $F$ ) είναι πάντα κάθετη στην ταχύτητα φόρτισης ( $u$ ) και επομένως στη μετατόπιση του φορτίου, αντίθετα η ηλεκτρική δύναμη είτε καταναλώνει είτε παράγει έργο.

Γενικότερα, οι θεωρίες, οι εξισώσεις και οι νόμοι όλων των παραπάνω επιστημόνων καθορίζουν τις σχέσεις ανάμεσα στα φαινόμενα του μαγνητισμού και του ηλεκτρισμού. Περιγράφουν πως ένα μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο δημιουργεί ένα ηλεκτρικό πεδίο και πως μπορεί να δημιουργηθεί ένα μαγνητικό πεδίο από το ηλεκτρικό ρεύμα και από τα μεταβαλλόμενα ηλεκτρικά πεδία.

**Πίνακας 2: Μαγνητικά πεδία.**

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| <b>Για ατομικούς πυρήνες</b>           | <b><math>10^{11}</math> T</b>     |
| <b>Σε υπεραγωγία σωληνοειδή</b>        | <b>20 T</b>                       |
| <b>Σε κύκλωμα υπεραγωγού πηνίου</b>    | <b>5 T</b>                        |
| <b>Κοντά σε μικρό κεραμικό μαγνήτη</b> | <b>0.1 T</b>                      |
| <b>Το πεδίο της γης στον Ισημερινό</b> | <b><math>4(10^{-5})</math> T</b>  |
| <b>Στο διαστρικό χώρο</b>              | <b><math>2(10^{-10})</math> T</b> |

Μαγνητική ροή: Για να κατανοήσουμε τη μαγνητική ροή χρησιμοποιούμε τις μαγνητικές δυναμικές γραμμές, καθώς όσο πιο πυκνές είναι τόσο μεγαλύτερη είναι η ροή. Γενικά η μαγνητική ροή χαρακτηρίζεται από τον αριθμό των μαγνητικών δυναμικών γραμμών που διέρχονται από μια επιφάνεια τοποθετημένη κάθετα σε αυτές. Σύμφωνα με τον νόμο του μαγνητισμού του Gauss, η συνολική μαγνητική ροή μέσω μίας κλειστής επιφάνειας είναι μηδέν. Η μαγνητική ροή είναι μια φυσική ποσότητα που δηλώνεται με  $\Phi$  και είναι ίση με το γινόμενο της έντασης  $B$  του μαγνητικού πεδίου επί το εμβαδόν  $S$  της επιφάνειας, η μονάδα μέτρησης της μαγνητικής ροής στο Διεθνές Σύστημα είναι ( $1 \text{ Wb} = 1 \text{ Tm}^2$ ) προς τιμήν του Γερμανού φυσικού Wilhelm Eduard Weber του 19ου αιώνα με σημαντικά έργα και εφευρέσεις στον ηλεκτρομαγνητισμό. [7,8,9]

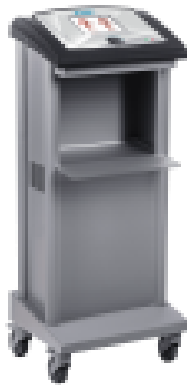
- $\Phi_B = \int B \cdot dA$



*Εικόνα 8: Wilhelm Eduard Weber 24  
Οκτωβρίου 1804- 23 Ιουνίου 1891  
Γερμανός φυσικός.*

#### **1.4 Μαγνητοθεραπεία**

Είναι γεγονός ότι η χρήση της ακτινοβολίας για θεραπευτικούς σκοπούς στον τομέα της φυσικοθεραπείας είναι απαραίτητη. Στη μαγνητοθεραπεία, εφαρμόζονται μαγνητικά πεδία που επηρεάζουν τα κύτταρα του ανθρώπινου σώματος μέσω παλμών. Αυτός ο τύπος θεραπείας μπορεί να ανακουφίσει τους ασθενείς από πόνο, να θεραπεύσει ασθένειες που σχετίζονται με τη ροή του αίματος, νευρολογικές διαταραχές, επούλωση πληγών και πολλά άλλα. Η μαγνητοθεραπεία μπορεί να εφαρμοστεί για περισσότερες από 15 συνεδρίες, το αναλγητικό της αποτέλεσμα αυξάνεται ανάλογα με τον αριθμό των συνεδριών που πραγματοποιούνται. Οι περισσότερες θεραπείες διαρκούν συνήθως τριάντα λεπτά. Τα μαγνητικά πεδία είναι μια αποτελεσματική και απλή μέθοδος θεραπείας και μέσω των παλμών που χρησιμοποιούν μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά τις κυτταρικές λειτουργίες.[10,11]



***Εικόνα 9: Σύστημα μαγνητοθεραπείας. Συσκευή  
EME MAGNETOMED 8400.***



***Εικόνα 10: Συσκευή Μαγνητοθεραπείας  
υψηλής τεχνολογίας EME MAGNETOMED  
7200 δυο ανεξάρτητων εξόδων.***



## 2. Περιγραφή του διαμαγνητικού επιταχυντή ενεργών μορίων

### 2.1 Αρχή λειτουργίας Διαμαγνητικής αντλίας

Η διαμαγνητική αντλία ή αλλιώς ο διαμαγνητικός επιταχυντής ενεργών μορίων είναι μια συσκευή για την παραγωγή μη ιονίζουσας ακτινοβολίας χαμηλών συχνοτήτων και πολύ υψηλής έντασης. Έχει δημιουργηθεί για την ιατρική εφαρμογή διαμαγνητικής θεραπείας και αξιοποιεί τη φυσική αρχή της μαγνητικής άπωσης ή της Μοριακής Διαμαγνητικής Επιτάχυνσης.

Η κύρια διαφορά μεταξύ ιονίζουσας και μη ιονίζουσας ακτινοβολίας είναι ότι η ιονίζουσα ακτινοβολία (ακτίνες X) έχει ενέργεια ικανή να διασπάσει ατομικούς δεσμούς ύλης, ατόμων ή μορίων, προκαλώντας βλάβη στα κύτταρα καθώς δημιουργείται το φαινόμενο του ιονισμού. Η μη ιονίζουσα ακτινοβολία που χρησιμοποιείται από τη διαμαγνητική αντλία έχει ενέργεια η οποία δρα στο υλικό εμφανίζοντας θερμικές, μηχανικές και βιοηλεκτρικές αλλαγές. Αυτή η ενέργεια έχει σημαντική επίδραση στο υλικό καθώς βελτιστοποιεί τη μεταφορά και την παράδοση της δραστικής ουσίας στους τραυματισμένους ιστούς. Για το λόγο αυτό, ο διαμαγνητικός επιταχυντής ενεργών μορίων αποτελεί ένα καινοτόμο και εξαιρετικά αποτελεσματικό εργαλείο στον τομέα της φυσικοθεραπείας.[12,13,14]



*Εικόνα 11: Εξέλιξη της διαμαγνητικής αντλίας.*

## 2.2 Διαμαγνητοθεραπεία

Το σύστημα διαμαγνητικής αντλίας βασίζεται στη διαμαγνητική θεραπεία η οποία είναι ουσιαστικά η εξέλιξη της μαγνητοθεραπείας. Υπάρχει μια σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο τεχνικών, καθώς η ισχύς του μαγνητικού πεδίου της αντλίας είναι πολύ υψηλότερη από αυτήν που χρησιμοποιείται από συσκευές μαγνητοθεραπείας. Επιπλέον, ο τρόπος εκπομπής μαγνητικών πεδίων είναι υπερπαλμικός σε αντίθεση με τη μαγνητοθεραπεία όπου η εκπομπή είναι συνεχής ή μεταβλητή. Η διαμαγνητική θεραπεία είναι μια μη επεμβατική μέθοδος που βασίζεται σε μηχανισμούς απόπτωσης, οι οποίοι δημιουργούνται σε βιολογικούς ιστούς λόγω μαγνητικών πεδίων υψηλής έντασης. Κατανοούμε ότι η φυσική αυτών των μαγνητικών πεδίων είναι η αρχή της λειτουργίας της διαμαγνητικής θεραπείας. Το σύστημα παρέχει φάρμακα με έναν ιδιαίτερα καινοτόμο τρόπο, χωρίς τη χρήση βελόνων ή ηλεκτρικής ενέργειας, ενεργοποιώντας ειδικούς μηχανισμούς κυτταρικής δράσης. Οι διαμαγνητικές θεραπείες εφαρμόζονται σε προ-χειρουργικές περιπτώσεις αλλά και σε μετεγχειρητική αποκατάσταση, είναι ιδανικές για παθολογίες του μυοσκελετικού και νευρικού συστήματος και για τη θεραπεία ρευματικών παθολογιών. Είναι γεγονός ότι η διαμαγνητική θεραπεία βελτιώνει την ποιότητα ζωής των ασθενών καθώς θεραπεύει τον πόνο και μειώνει το χρόνο νοσηλείας.[15,16]

*Πίνακας 3: Μαγνητοθεραπεία VS Διαμαγνητοθεραπεία*

| <b>Μαγνητοθεραπεία</b>     | <b>Ο ρόλος του νερού</b>                | <b>Διαμαγνητοθεραπεία</b>      |
|----------------------------|---|--------------------------------|
| Αγωγός της ηλεκτρικής ροής |   | Βασικό συστατικό της θεραπείας |
| 100 gauss                  | Ένταση πεδίου                           | 20.000 Gauss                   |
| Όχι                        | Επίδραση στα υγρά                       | Ναι                            |
| Όχι                        | Θεραπεία της παθολογίας στην οξεία φάση | Ναι                            |
| 4 ώρες                     | Μέσος χρόνος ανά συνεδρία               | 15 Λεπτά                       |
| Όχι                        | Ρυθμιζόμενο εύρος                       | Ναι                            |
| 45                         | Μέσος όρος συνεδριών                    | 15                             |

### 2.3 Μαγνητικές ιδιότητες υλικών

Για να κατανοήσουμε καλύτερα τη διαμαγνητική επίδραση της αντλίας, πρέπει να γνωρίζουμε τις μαγνητικές ιδιότητες των υλικών. Όλα τα υλικά παρουσιάζουν μαγνητικές ιδιότητες όταν έρχονται σε επαφή με εξωτερικό μαγνητικό πεδίο και έτσι ταξινομούνται ως διαμαγνητικά, παραμαγνητικά και σιδηρομαγνητικά. Τα υλικά παρουσιάζουν μαγνητική συμπεριφορά λόγω της τροχιακής περιστροφής και της σπιν στροφορμής των ηλεκτρονίων τους.

- **Διαμαγνητικά υλικά:** Είναι υλικά των οποίων τα ηλεκτρόνια έχουν αντίθετες περιστροφές. Δημιουργούν ένα μαγνητικό πεδίο προς την αντίθετη κατεύθυνση από το εξωτερικό μαγνητικό πεδίο που εφαρμόζεται σε αυτά. Η μαγνητική ευαισθησία τους είναι αρνητική και μικρότερη από αυτή του κενού, είναι της τάξης (-10 έως -5) για στερεά και υγρά και (-10 έως -8) για αέρια. Ο διαμαγνητισμός είναι γενικά μια αδύναμη ιδιότητα όλων των υλικών, επομένως τα αποτελέσματά του δεν είναι εμφανή στην καθημερινή ζωή. Ένα βασικό χαρακτηριστικό του διαμαγνητισμού είναι ότι η μαγνητική τάση σε ένα μαγνητικό πεδίο είναι σταθερή για μια δεδομένη ουσία σε ένα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών.

*Πίνακας 4: Διαμαγνητικά υλικά.*

| Υλικά                | $\chi_v^*(10^{-5})$ |
|----------------------|---------------------|
| Υπεραγωγός           | -10 <sup>5</sup>    |
| Πυρολυτικός άνθρακας | -40.9               |
| Βισμούθιο            | -16.6               |
| Υδράργυρος           | -2.9                |
| Άργυρος              | -2.6                |
| Άνθρακας(διαμάντι)   | -2.1                |
| Άνθρακας(γραφίτης)   | -1.6                |
| Μόλυβδος             | -1.8                |
| Χλωριούχο νάτριο     | -1.4                |
| Χαλκός               | -1.0                |
| Νερό                 | -0.91               |

- **Παραμαγνητικά υλικά:** Είναι υλικά που χαρακτηρίζονται από παράλληλη ταξινόμηση των ηλεκτρονικών περιστροφών. Αυτές οι ουσίες παραμένουν ουδέτερες όταν εφαρμόζεται ένα εξωτερικό μαγνητικό πεδίο επειδή οι δυνάμεις έλξης και απώθησης μεταξύ τους ισορροπούν. Η μαγνητική ευαισθησία τους είναι θετική, σε ορισμένες περιπτώσεις είναι ανεξάρτητη από τη θερμοκρασία, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις εξαρτάται από τη θερμοκρασία και μειώνεται όταν η θερμοκρασία αυξάνεται. Αυτό συμβαίνει όταν το υλικό θερμαίνεται, τα μόρια ταλαντεύονται πιο έντονα το ένα με το άλλο. Όπως είπαμε προηγουμένως, ο μαγνητισμός αυτών των υλικών είναι ανάλογος με το εφαρμοζόμενο μαγνητικό πεδίο, σύμφωνα με το νόμο του Curie:

$$M = C \left( \frac{B}{T} \right)$$

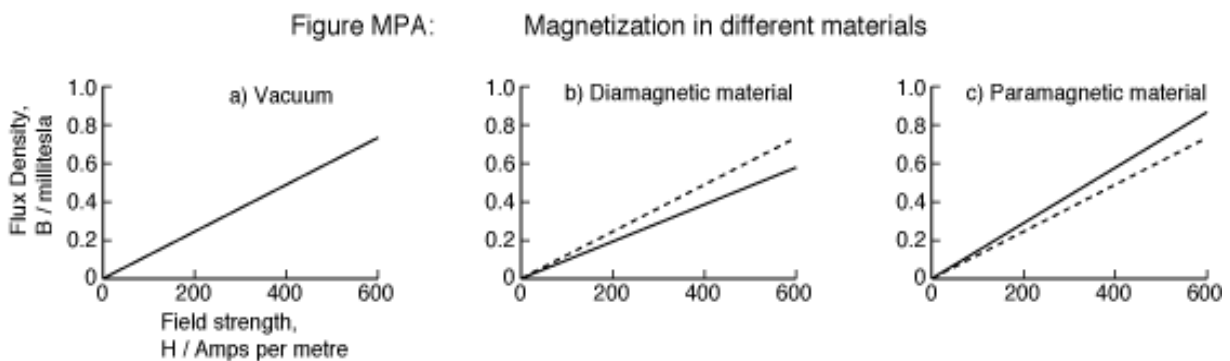
$M$  = magnetization       $B$  = magnetic field  
 $C$  = Curie's constant       $T$  = Temperature in Kelvins

Σύμφωνα με το νόμο του Curie, ο μαγνητισμός σε ένα παραμαγνητικό υλικό είναι ανάλογος με το εφαρμοζόμενο μαγνητικό πεδίο. Ωστόσο, όταν το υλικό θερμαίνεται, αυτό σημαίνει ότι η θερμοκρασία αυξάνεται, τότε ο μαγνητισμός μειώνεται, υπερισχύει μια αντιστρόφως ανάλογη σχέση μεταξύ θερμοκρασίας και μαγνητισμού. Μπορούμε να πούμε ότι η θερμοκρασία του Curie είναι αυτή στην οποία ένα σιδηρομαγνητικό υλικό μετατρέπεται σε παραμαγνητικό καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία.

- **Σιδηρομαγνητικά υλικά:** Αυτά τα υλικά μαγνητίζονται έντονα όταν βρίσκονται σε μαγνητικό πεδίο και η κύρια διαφορά με τα διαμαγνητικά και παραμαγνητικά υλικά είναι ότι η μαγνητική ευαισθησία τους δεν είναι σταθερή όταν τα μαγνητικά πεδία είναι μεταλλασόμενα. Μερικά από τα υλικά που αντιπροσωπεύουν αυτήν τη μαγνητική συμπεριφορά είναι ο σίδηρος, το κοβάλτιο, το νικέλιο και το γαδολίνιο, το δυσπρόσιο (σπάνιες γαίες). Η συμπεριφορά αυτών των υλικών οφείλεται στην ύπαρξη περιοχών (τομείς ή περιοχών Weiss) όπου οι μαγνητικές ροπές διατάσσονται παράλληλα μεταξύ τους χωρίς την επίδραση εξωτερικού μαγνητικού πεδίου. [17,18]

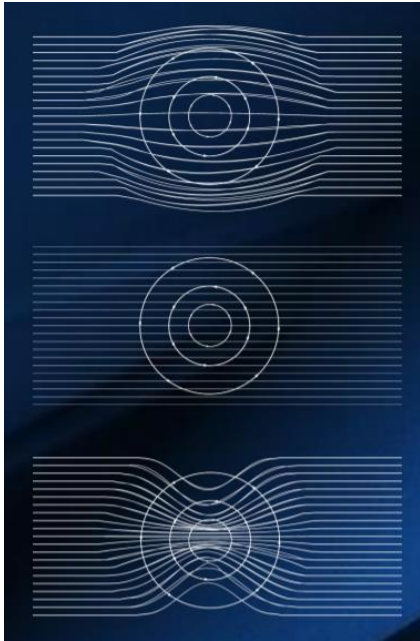
**Πίνακας 5: Θερμοκρασίες Curie για σιδηρομαγνητικά υλικά.**

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| Σίδηρος (Fe)               | 1.043 K |
| Κοβάλτιο (Co)              | 1.394 K |
| Νικέλιο (Ni)               | 631 K   |
| Γαδολίνιο (Gd)             | 293 K   |
| Αρσενίδιο μαγγανίου (MnAs) | 318 K   |



**Εικόνα 12: Μαγνήτιση σε διάφορα υλικά.**

Παρακάτω παρουσιάζεται η αντίδραση των υλικών όταν έρθουν σε επαφή με μαγνητικό πεδίο:

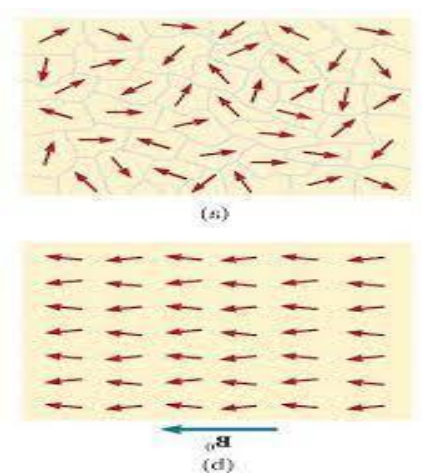


Διαμαγνητικά υλικά:  
Απωθούνται από το μαγνητικό πεδίο.

Παραμαγνητικά υλικά: Είναι ουδέτερα ή έλκονται ελαφρώς από το μαγνητικό πεδίο.

Σιδηρομαγνητικά υλικά:  
Έλκονται έντονα από το μαγνητικό πεδίο.

Περιοχές Weiss: Η θεωρία του Weiss εξηγεί γιατί τα σιδηρομαγνητικά υλικά έχουν αυθόρμητο μαγνητισμό και πώς αλλάζει με τη θερμοκρασία. Το 1907, για να εξηγήσει τη θεωρία του, ο Weiss θεώρησε ότι τα υλικά με σιδηρομαγνητική συμπεριφορά χωρίζονται σε μαγνητικές περιοχές. Κάθε περιοχή μαγνητίζεται σε διαφορετική κατεύθυνση, αλλά όταν εφαρμόζεται ένα εξωτερικό μαγνητικό πεδίο στο υλικό, τότε όλοι οι μαγνητισμοί γίνονται παράλληλοι με το εφαρμοζόμενο πεδίο.[19]



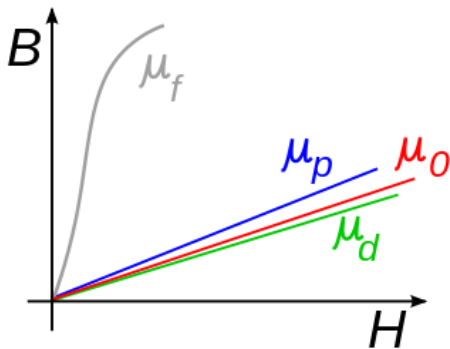
**Εικόνα 13 : Περιοχές Weiss.**

**Πρώτο τμήμα: Απουσία μαγνητικού πεδίου.**

**Δεύτερο τμήμα: Παρουσία ισχυρού μαγνητικού πεδίου.**

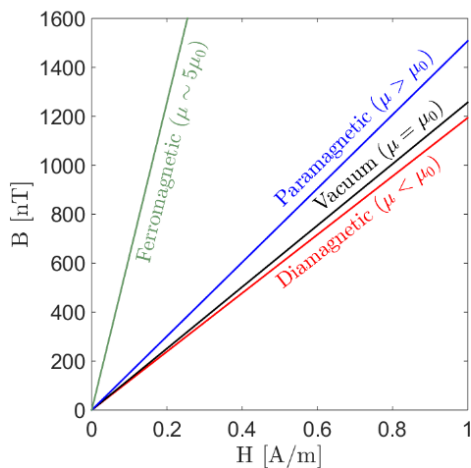
Μαγνητική διαπερατότητα: Είναι μια φυσική ιδιότητα που χαρακτηρίζει τον βαθμό του μαγνητισμού που προκαλείται από ένα υλικό λόγω ενός εξωτερικού μαγνητικού πεδίου. Η μαγνητική διαπερατότητα σχετίζεται με την ηλεκτρική αγωγιμότητα, αντιπροσωπεύει την αγωγιμότητα για μαγνητική ροή. Ακριβώς όπως τα υλικά με υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα επιτρέπουν τη ροή του ρεύματος πιο εύκολα, έτσι τα υλικά με υψηλή μαγνητική διαπερατότητα επιτρέπουν τη ροή της μαγνητικής ροής πιο εύκολα από άλλα υλικά.

Η μαγνητική διαπερατότητα ενός υλικού ορίζεται ως ο λόγος της πυκνότητας ροής προς την ισχύ του μαγνητικού πεδίου ( $\mu = B/H$ ). Ο όρος σχετική διαπερατότητα χρησιμοποιείται συχνά για να περιγράψει εάν ο επαγόμενος μαγνητισμός αυξάνει ή μειώνει την πυκνότητα μιας μαγνητικής ροής σε ένα υλικό. Η σχετική διαπερατότητα είναι ο λόγος μεταξύ της μαγνητικής διαπερατότητας ενός υλικού και της διαπερατότητας του κενού ( $\mu_r = \mu/\mu_0$ ). Η διαπερατότητα στο κενό είναι ( $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$ ). [20]



*Διάγραμμα 1: Πυκνότητα μαγνητικής ροής σε συνάρτηση με το μαγνητικό πεδίο.*

*Διάγραμμα 2: Πυκνότητα μαγνητικής ροής σε συνάρτηση με το μαγνητικό πεδίο.*



*Διάγραμμα 3 : Πυκνότητα μαγνητικής ροής σε συνάρτηση με την ένταση μαγνητικού πεδίου για διαμαγνητικά, παραμαγνητικά, σιδηρομαγνητικά υλικά και το κενό.*

## 2.4 Βασικοί μηχανισμοί δράσης της διαμαγνητικής αντλίας – Μέθοδοι λειτουργίας

Ο διαμαγνητικός επιταχυντής των ενεργών μορίων αντιπροσωπεύει την ανάπτυξη στον τομέα της μη επεμβατικής θεραπείας, καθώς παράγει και χρησιμοποιεί ένα μαγνητικό πεδίο υψηλής έντασης έως 2,2 Tesla (20.000 Gauss) και χαμηλής συχνότητας (7Hz). Με αυτόν τον τρόπο το διαμαγνητικό φαινόμενο γίνεται ορατό, δηλαδή ο μηχανισμός μαγνητικής απωθήσεως, ο οποίος έχει άμεση επίδραση στους βιολογικούς ιστούς. Πιο συγκεκριμένα, αυτός ο μηχανισμός επηρεάζει τόσο το εξωκυτταρικό όσο και το ενδοκυτταρικό επίπεδο, επιταχύνοντας τις διαδικασίες επούλωσης των ιστών, την επαναπορρόφηση του οιδήματος και τις κυτταρικές μεταβολικές διεργασίες. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται από τη διαμαγνητική αντλία εκμεταλλεύεται τους μηχανισμούς της διαμαγνητικής απώθησης, αλληλεπιδρώντας απευθείας με τους ιστούς του σώματος με ορατά οφέλη.[15,21]

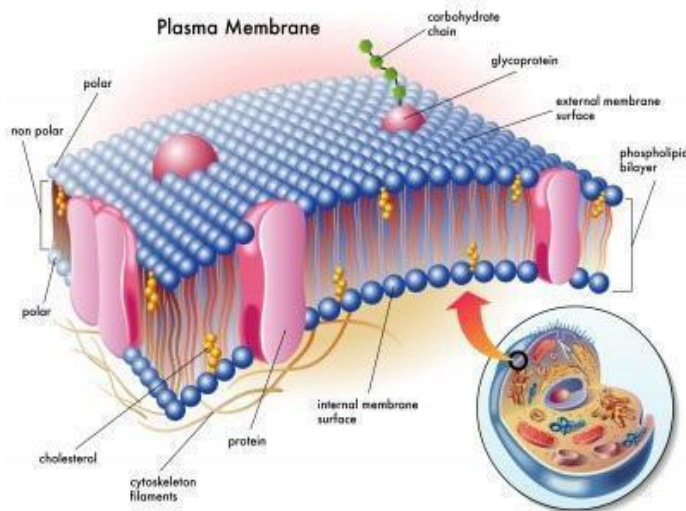
Ακολουθούν οι 4 κύριοι μηχανισμοί δράσης της διαμαγνητικής αντλίας: **κίνηση υγρών, ενδογενής βιοδιέγερση, έλεγχος πόνου, χορήγηση και εμφύτευση μορίων.**

- **Δράση και κίνηση των βιολογικών υγρών:** Η διαμαγνητική αντλία έχει πολύ ειδικά χαρακτηριστικά τα οποία εκμεταλλεύονται τις ιδιότητες των διαμαγνητικών υλικών, προωθώντας την κίνηση των υγρών στο έπακρο. Το ανθρώπινο σώμα αποτελείται από νερό και άλλες οργανικές ουσίες (λιπίδια, πρωτεΐνες) που παίζουν σημαντικό ρόλο στον ανθρώπινο μεταβολισμό. Η απωθητική μηχανική δύναμη που παράγεται από τη διαμαγνητική αντλία αλληλοεπιδρά με αυτές τις ουσίες που έχουν διαμαγνητικές ιδιότητες, επηρεάζοντας σημαντικά διάφορες κυτταρικές διεργασίες, όπως μεταφορά θρεπτικών ουσιών, προστασία της ομοιόστασης του σώματος, ρύθμιση θερμοκρασίας σώματος. Η υψηλή ένταση (2,2Tesla) του διαμαγνητικού επιταχυντή δημιουργεί το διαμαγνητικό φαινόμενο και σε συνδυασμό με τη διαμαγνητική ιδιότητα των υγρών, η συσκευή δρα στα υγρά, απωθώντας τα βίαια από την περιοχή όπου εφαρμόζεται το ισχυρό μαγνητικό πεδίο. Ένα άλλο αποτέλεσμα είναι η επίδραση στην κυκλοφορία του αίματος στο ανθρώπινο σώμα καθώς το μαγνητικό πεδίο της αντλίας είναι υψηλής έντασης και εντείνει τις δυνάμεις Lorentz. Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται η εσωτερική τριβή στα αγγεία και αυξάνεται η κυκλοφορία του αίματος, επιπλέον η έντονη ανάδευση του ενδοκυτταρικού υγρού που δημιουργείται από το μαγνητικό πεδίο αυξάνει την ωσμωτική πίεση. Ως αποτέλεσμα, οι ιστοί των τραυματισμένων κυττάρων αναρρώνουν ταχύτερα καθώς οι τοξίνες απομακρύνονται από την περιοχή. Είναι γεγονός, ότι το νερό επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την σχέση της διαμαγνητικής αντλίας με τα βιολογικά υγρά του ανθρώπινου οργανισμού καθώς αποτελεί το μέσο στο οποίο πραγματοποιούνται οι περισσότερες βιολογικές αντιδράσεις.[21]

- **Ενδογενής βιοδιέγερση:** Το έντονο μαγνητικό πεδίο το οποίο παράγεται από την διαμαγνητική αντλία δημιουργεί ενδογενή βιοδιέγερση στους ιστούς του ανθρώπινου οργανισμού. Αυτό μεταφράζεται με ηλεκτρική ρύθμιση της κυτταρικής μεμβράνης, καθώς ο ιστός είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού. Το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται από το μαγνητικό πεδίο του διαμαγνητικού επιταχυντή προκαλεί επαναφόρτιση της κυτταρικής μεμβράνης. Δύο βασικά χαρακτηριστικά της βιοδιέγερσης είναι: *ενδογενής* δηλαδή δημιουργείται μέσα στον ιστό και *ισοτροπική* δηλαδή κατανέμεται ομοιόμορφα τόσο στην επιφάνεια όσο και στο εσωτερικό του κυττάρου. Ένα σημαντικό αποτέλεσμα που προκύπτει από την δράση της ενδογενούς βιοδιέγερσης είναι η αποκατάσταση της ισορροπίας της αντλίας νατρίου-καλίου, έτσι η ανταλλαγή ιόντων και θρεπτικών ουσιών στα κύτταρα γίνεται με ταχύτερους ρυθμούς.[14,21]

*Φυσιολογικές συχνότητες διέγερσης:*

- Λείος μυς: έως 50 Hz
- Διαγραμμισμένος μυς: έως 100 Hz
- Νευρικός ιστός (αργής σύσπασης ίνες): έως 1.000 Hz
- Νευρικός ιστός (ίνες ταχείας συστολής): έως 5.000 Hz
- Κυψελοειδής δράση: έως 7.500 Hz
- Δράση μεμβράνης: έως 10.000 Hz
- Τενοντικός ιστός: πάνω από 10.000 Hz



**Εικόνα 14: Κυτταρική μεμβράνη.**



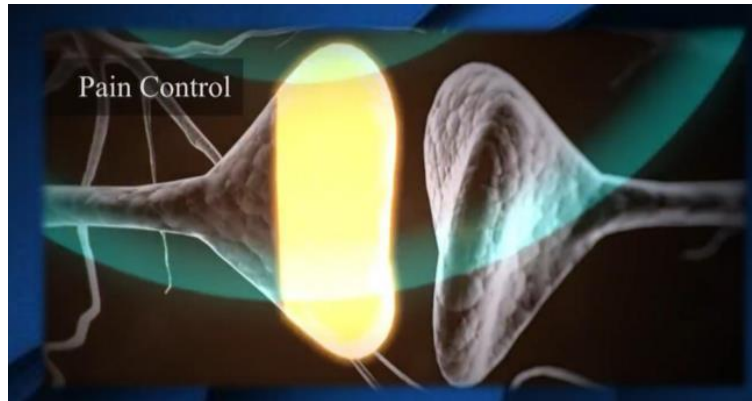


*Εικόνα 15: Αλλάζοντας το πλάτος του κύματος του μαγνητικού πεδίου, μπορούμε να ρυθμίσουμε και την μεταβολή που θα συμβεί στους ιστούς. Κάθε ιστός(λείοι μύς, γρήγορες νευρικές ίνες) ενεργοποιούνται σύμφωνα με το δικό τους φυσιολογικό επίπεδο.*

- **Έλεγχος και διαχείριση του πόνου:** Ο πόνος είναι ένα αίσθημα το οποίο βιώνουν όλοι οι άνθρωποι και πιο συγκεκριμένα αφού αναφερόμαστε στον τομέα της φυσικοθεραπείας και σε ένα μέσον της, με το οποίο αντιμετωπίζουμε μυοσκελετικά και άλλου είδους προβλήματα στην καθημερινότητα του ανθρώπου, αντιλαμβανόμαστε την σημασία του για την ψυχική και σωματική υγεία των ασθενών. Είναι γεγονός ότι ο κάθε άνθρωπος βιώνει με διαφορετικό τρόπο τον πόνο και αυτό οφείλεται σε παράγοντες που επηρεάζουν αυτή την συνθήκη όπως είναι η ηλικία, το φύλλο ακόμη και ο χαρακτήρας. Ο πόνος ορίζεται ως μία δυσάρεστη αισθητηριακή και συναισθηματική εμπειρία και σχετίζεται με πιθανή βλάβη των ιστών του ανθρώπινου οργανισμού. Μία από τις βασικές δράσεις της διαμαγνητικής αντλίας είναι ο έλεγχος του πόνου, αυτό συμβαίνει επειδή η συσκευή εκπέμπει μία συγκεκριμένη συχνότητα 230kHz η οποία αλληλεπιδρά με τους υποδοχείς του πόνου και με σημεία ενεργοποίησης(trigger points). Το μαγνητικό πεδίο που εκπέμπει η συσκευή έχει αναλγητική και αντιφλεγμονώδη δράση, σε συνδυασμό με τις συχνότητες ηλεκτρικής διέγερσης δρα στοχευμένα στο σημείο του πόνου. Αξίζει να σημειωθεί πως ο μαγνητικός παλμός που παράγει ο διαμαγνητικός επιταχυντής δεν γίνεται αντιληπτός, αυτό σημαίνει ότι ο ασθενής δεν αισθάνεται πόνο. Γενικά οι ανθρώπινοι οργανισμοί διαθέτουν αρκετά συστήματα που τους καθιστούν το ανώτατο είδος στον πλανήτη, ένα τέτοιο σύστημα είναι αυτό των αισθητήριων οργάνων. Χάρη σε αυτό το σύστημα ο άνθρωπος μπορεί να δέχεται και να αλληλεπιδρά σε μεταβολές που συμβαίνουν στο εξωτερικό περιβάλλον. Το σύστημα αισθητήριων οργάνων διαθέτει κύτταρα και υποδοχείς τα οποία είναι υπεύθυνα να αντιλαμβάνονται τις αλλαγές που συμβαίνουν, να συλλέγουν πληροφορίες, έτσι ώστε όλα αυτά να μεταφέρονται στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Γενικά η αίσθηση του πόνου είναι μία διαδικασία που εξαρτάται από το μέγεθος και την ένταση του ερεθίσματος αλλά και από όσα έχουν προκληθεί στο παρελθόν στην αντίστοιχη τραυματισμένη περιοχή. Δύο όροι που χρησιμοποιούνται αρκετά συχνά όταν γίνεται αναφορά στο αίσθημα του πόνου είναι η υπεραλγησία και η αλλοδυνία:

*Υπεραλγησία* είναι η αύξηση του μεγέθους του πόνου που προκαλείται από ένα επώδυνο ερέθισμα.

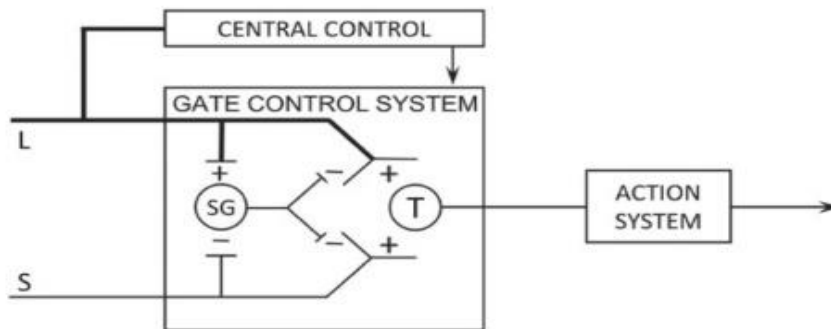
*Αλλοδυνία* είναι η κατάσταση όταν ένα μη επώδυνο ερέθισμα μετατρέπεται σε επώδυνο.[14,21]



**Εικόνα 16 : Η διαμαγνητική αντλία αλληλοεπιδρά με τους υποδοχείς πόνου.**

Υποδοχείς του πόνου: είναι νευρικές απολήξεις οι οποίες βρίσκονται στο ανθρώπινο σώμα σε διάφορα μέρη όπως στο δέρμα, στα οστά, στους μυς, στις αρθρώσεις, αυτοί οι υποδοχείς διεγείρονται από έντονα ερεθίσματα(μηχανικά, θερμικά, χημικά). Οι υποδοχείς του πόνου είναι γενικά ευαίσθητοι σε ότι μπορεί να προκαλέσει φθορά στους ιστούς και για αυτό το λόγο το αίσθημα του πόνου γίνεται αντιληπτό από τον άνθρωπο σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Ο άνθρωπος ‘χρησιμοποιεί’ τον πόνο σαν προστατευτικό μηχανισμό προκειμένου να ανταπεξέρχεται σε διάφορα ερεθίσματα που δέχεται. Μόλις οι υποδοχείς πόνου δεχθούν ένα επιβλαβές ερέθισμα τότε το επεξεργάζονται και το μετατρέπουν σε ηλεκτρικό σήμα το οποίο μεταφέρεται αρχικά στις νευρικές ίνες, στην συνέχεια στον νωτιαίο μυελό και τέλος καταλήγει στον εγκέφαλο. Ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν οι ίνες Αδ και οι ίνες C καθώς διοχετεύουν τον πόνο στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Οι ίνες Αδ προκαλούν γρήγορο πόνο ενώ οι ίνες C προκαλούν αργό πόνο.[21,22,23]

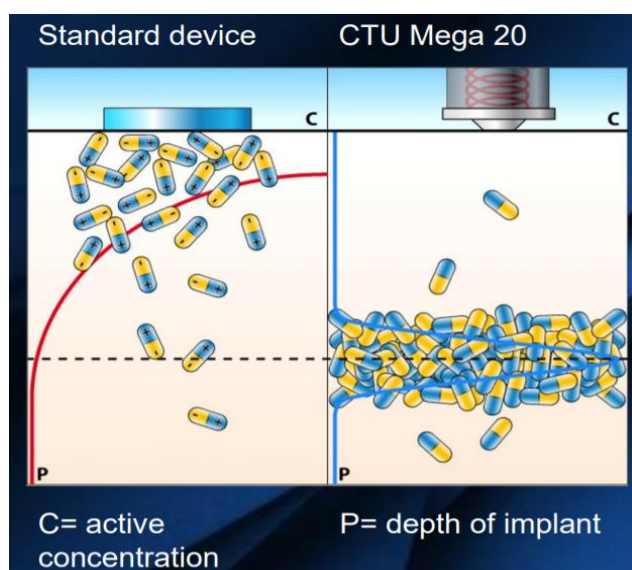
Gate Control Theory: Κοντά στην δεκαετία του 1960 δύο ερευνητές γνωστοί ως Ronald Melzack και Patrick Wall διατύπωσαν την θεωρία της πύλης ελέγχου του πόνου. Σύμφωνα με αυτή την θεωρία υπάρχει στον νωτιαίο μυελό των οστών του ανθρώπου μία πύλη η οποία ρυθμίζει και ελέγχει τα διάφορα σήματα πόνου που πρόκειται να μεταφερθούν στον εγκέφαλο μέσω των νευρικών ιών. Η βασική λειτουργία της πύλης είναι να επιτρέπει την διέλευση των σημάτων πόνου όταν αυτά μεταφέρονται μέσω μικρών νευρικών ιών και να εμποδίζει τα σήματα τα οποία προέρχονται από μεγάλες νευρικές ίνες. Για πρώτη φορά σε αυτή την θεωρία έγινε αναφορά σε ψυχολογικούς παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τον τρόπο που ένας άνθρωπος αντιλαμβάνεται τον πόνο, τέτοιοι παράγοντες μπορεί να είναι τα συναισθήματα και η διάθεση των ανθρώπων. Ακόμη και αν η θεωρία αυτή δεν δίνει εξηγήσεις σε όλα τα ερωτήματα που θέτονται όσον αφορά την φύση του πόνου και τον τρόπο με τον οποίο γίνεται αντιληπτός από τον άνθρωπο· είναι κοινά αποδεκτό ότι αποτελεί την βάση για την ερμηνεία πολλών πτυχών του αισθήματος του πόνου.[24,25]



**Εικόνα 17: Η λειτουργία της πύλης ελέγχου σύμφωνα με την θεωρία Melzack & Wall.**

- **Χορήγηση και εμφύτευση μορίων:** Η διαμαγνητική αντλία βασίζεται στην απωθητική μηχανική δύναμη η οποία παράγεται από το ισχυρό μαγνητικό πεδίο της, εκμεταλλευόμενη τις διαμαγνητικές ιδιότητες των υλικών αποκτά μεγάλο πλεονέκτημα σε σχέση με άλλες συσκευές φυσικοθεραπείας που χρησιμοποιούν υπέρηχους και ηλεκτρικό ρεύμα. Η διαμαγνητική αντλία έχει την δυνατότητα να μεταφέρει ενεργά μόρια κατευθείαν στο εσωτερικό του ανθρώπινου ιστού χωρίς να χρησιμοποιεί κάποια επεμβατική τεχνική. Το σύστημα του διαμαγνητικού επιταχυντή είναι ικανό να παρέχει δραστικές ουσίες(φάρμακα, ενεργά μόρια) στο σημείο που υπάρχουν οι τραυματισμένοι ιστοί φτάνοντας σε βάθη που οι παραδοσιακές μέθοδοι(ιοντοφόρηση, ηλεκτροφόρηση) δεν μπορούν να πλησιάσουν. Ο μηχανικός τρόπος με τον οποίο προωθούνται τα ενεργά μόρια από την διαμαγνητική αντλία προσφέρει υψηλή αποδοτικότητα όσον αφορά την δραστικότητα τους. Αυτό συμβαίνει καθώς οι δραστικές ουσίες ακολουθούν μια γραμμική καμπύλη με Γκαουσιανή (Gaussian) κατανομή, δηλαδή όσο αυξάνεται το βάθος, η συγκέντρωση των ενεργών μορίων παραμένει υψηλή και δεν μειώνεται όπως σε άλλες μεθόδους.

Αυτό ακριβώς παρατηρείται και στην εικόνα παρακάτω, καθώς παρατηρούμε πως η συγκέντρωση των ενεργών μορίων που προωθούνται από την διαμαγνητική αντλία παραμένει υψηλή, καθώς το βάθος στο οποίο καταλήγουν αυξάνεται. Σε αντίθεση με τις άλλες παραδοσιακές τεχνικές και συσκευές που χορηγούν κάποιο φάρμακο, τα επίπεδα της συγκέντρωσης των ουσιών μειώνονται σταδιακά.



**Εικόνα 18:** Παρουσιάζεται η διαφορά στην συγκέντρωση του μοριακού εμφυτεύματος(φάρμακα, ενεργά μόρια) σε συνάρτηση με το βάθος που μπορεί να φτάσει.

## Μέθοδοι λειτουργίας:

Η διαμαγνητική αντλία διαθέτει την ιδιότητα, οι θεραπείες της να πραγματοποιούνται με δύο τρόπους είτε με την χρήση φαρμάκων είτε χωρίς την χορήγηση φαρμάκων.

Όσον αφορά την μέθοδο με την χρήση φαρμάκων, η προώθηση τους πραγματοποιείται εξαιτίας του ισχυρού μαγνητικού πεδίου που διαθέτει. Σε αυτή την μέθοδο δεν χρησιμοποιείται ηλεκτρικό ρεύμα. Ανάλογα με το πρόβλημα που έχει διαγνωστεί γίνεται η κατάλληλη επιλογή φαρμάκου προκειμένου να προωθηθεί στους τραυματισμένους ιστούς.

Η θεραπεία ξεκινάει αφού πρώτα τοποθετηθεί το φάρμακο (συνήθως σε μορφή gel) στο δέρμα του ασθενή και στη συνέχεια ο φυσικοθεραπευτής χρησιμοποιώντας την κεφαλή του διαμαγνητικού επιταχυντή εκτελεί αργές κινήσεις στην περιοχή που υπάρχει το πρόβλημα έτσι ώστε να προωθήσει το φάρμακο. Στη μέθοδο αυτή όπου γίνεται χρήση φαρμάκων υπάρχουν τρεις βασικές παράμετροι οι οποίες προτού ξεκινήσει η θεραπεία πρέπει να ρυθμίζονται ώστε να υπάρχει όσο το δυνατόν καλύτερο αποτέλεσμα.

Οι παράμετροι είναι οι εξής:

- Βάθος προώθησης → όσο μεγαλύτερη είναι αυτή η παράμετρος τόσο γρηγορότερα τα μόρια/ φάρμακα φτάνουν στην περιοχή που υπάρχει το πρόβλημα, επομένως αφού τα μόρια αποκτούν μεγάλη επιτάχυνση μπορούμε να φτάσουμε σε μεγάλα βάθη.
- Συχνότητα επανάληψης παλμού → η συχνότητα επανάληψης είναι πολύ σημαντική παράμετρος καθώς όσο μεγαλύτερη τιμή έχει τόσο περισσότερη είναι η ποσότητα του φαρμάκου που καταλήγει στον τραυματισμένο ιστό.
- Διάσταση μορίου → με αυτή την παράμετρο καθορίζουμε το μέγεθος του προϊόντος που θέλουμε να προωθήσουμε ανάλογα με το ατομικό του βάρος.

Ο δεύτερος τρόπος με τον οποίο μπορεί να πραγματοποιηθεί η θεραπεία με διαμαγνητική θεραπεία είναι χωρίς την χρήση φαρμάκων και αυτό μπορεί να συμβεί διότι τα υγρά του ανθρώπινου οργανισμού διαθέτουν διαμαγνητικές ιδιότητες. Εξαιτίας του ισχυρού μαγνητικού πεδίου που χρησιμοποιεί η αντλία ενεργοποιεί κυτταρικούς μηχανισμούς και διαδικασίες που συμβάλλουν στην επούλωση των τραυματισμένων ιστών, στη μεταφορά θρεπτικών ουσιών και άλλες χημικές αντιδράσεις που βοηθούν στην καταπολέμηση του εκάστοτε προβλήματος που αντιμετωπίζει ο ασθενής.

### 3. Έλεγχος ποιότητας του διαμαγνητικού επιταχυντή ενεργών μορίων

#### 3.1 Έλεγχος ποιότητας

Ο διαμαγνητικός επιταχυντής ενεργών μορίων όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως είναι μία καινοτόμος συσκευή της σύγχρονης φυσικοθεραπείας. Εφαρμόζεται σε διάφορα πεδία όπως της νευρολογίας, της ορθοπαιδικής και της αθλητικής ιατρικής, προσφέροντας με ένα μοναδικό τρόπο ανακούφιση από τον πόνο και επούλωση των τραυματισμένων ιστών. Ο συνδυασμός των μαγνητικών πεδίων υψηλής έντασης και του συστήματος χωρητικής και αντιστατικής διαθερμίας που διαθέτει η διαμαγνητική αντλία βελτιώνουν σε μέγιστο βαθμό τα αποτελέσματα των θεραπειών. Για να λειτουργήσει σωστά και να υπάρχει το καλύτερο αποτέλεσμα στις θεραπείες η διαμαγνητική αντλία πρέπει να τηρούνται ορισμένα μέτρα ασφαλείας τα οποία αφορούν την σύνδεση της συσκευής, τις συνθήκες κατά τις οποίες πρέπει να λειτουργεί και μια σειρά από προειδοποιήσεις. Όσον αφορά την σύνδεση υπάρχουν κάποιες παράμετροι με συγκεκριμένες τιμές όπως είναι η τάση ρεύματος 230V, η συχνότητα ρεύματος 50-60Hz. Σημαντικό ρόλο για την ορθή λειτουργία του συστήματος διαδραματίζουν και οι κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες και είναι οι ακόλουθες:

- Θερμοκρασία δωματίου 10°C-30°C.
- Υγρασία 30% έως 75%.
- Ατμοσφαιρική πίεση 700 έως 1032hPa.

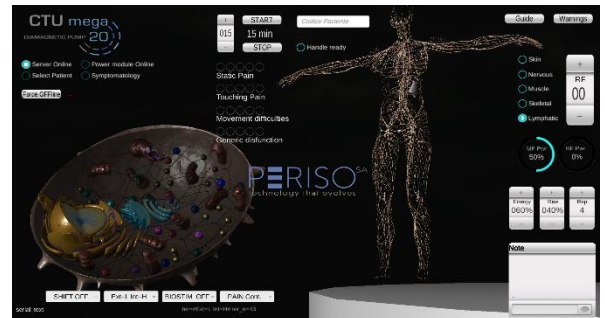
Σύμφωνα με το εγχειρίδιο χρήσης του μηχανήματος ο κατασκευαστής δεν αναλαμβάνει καμία ευθύνη σε περίπτωση βλάβης αν οι αναφορικές τιμές των παραμέτρων δεν συμβαδίζουν με τις προκαθορισμένες τιμές.

Επίσης, ο κατασκευαστής της διαμαγνητικής αντλίας δεν συστήνει την εγκατάσταση του μηχανήματος κοντά σε περιοχές με υψηλή θερμοκρασία, σε σημεία εκτεθειμένα σε νερό, υγρασία και στο ηλιακό φως. Απαγορευτική είναι η χρήση της συσκευής σε περίπτωση που το δωμάτιο περιλαμβάνει εύφλεκτες ουσίες, φιάλες οξυγόνου και άλλες συσκευές με ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Συνήθως, δεν συνηθίζεται η χρήση της συσκευής σε συνδυασμό με συσκευές παρακολούθησης διότι οι φορητές και κινητές επικοινωνίες που μπορεί να υπάρχουν επηρεάζουν την λειτουργία της αντλίας.

Αναφορικά με την σύνδεση του συστήματος στην τροφοδοσία είναι απαραίτητα τα εξής:

- Η σύνδεση σε τροφοδοτικό με γείωση.
- Σε περίπτωση βλάβης του καλωδίου ρεύματος της διαμαγνητικής αντλίας και γενικότερα οποιασδήποτε βλάβης πρέπει να αντικαθίσταται μόνο από την εταιρία ή από προσωπικό αναγνωρισμένο και εξουσιοδοτημένο από την εταιρεία Periso.
- Η απόσταση μεταξύ της αντλίας και του καλωδίου ρεύματος πρέπει να είναι τουλάχιστον 90 εκατοστά σε περίπτωση που χρειαστεί να αποσυνδεθεί η συσκευή.

Ο διαμαγνητικός επιταχυντής διαθέτει ρόδες, έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα μετακίνησης του από τον εκάστοτε φυσικοθεραπευτή σε διάφορους χώρους προκειμένου να πραγματοποιηθεί η θεραπεία. Η μετακίνηση της συσκευής γίνεται κρατώντας τα μεταλλικά πλαίσια και εφόσον τα φρένα είναι ξεκλειδωμένα. Ο φυσικοθεραπευτής οφείλει να ββαιώνεται κάθε φορά προτού ξεκινήσει την διαδικασία πως η συσκευή βρίσκεται σε σταθερό δάπεδο και τα φρένα της είναι κλειδωμένα.[21]



**Εικόνα 19: Η οθόνη της CTU Mega 20 (15,6 ιντσών).**

#### Χειρολαβή διαμαγνητικής αντλίας:

Το σύστημα του διαμαγνητικού επιταχυντή ενεργών μορίων διαθέτει μία χειρολαβή με την οποία ουσιαστικά πραγματοποιείται η θεραπεία, εφαρμόζοντας την στο σώμα του εκάστοτε ασθενή. Στο εσωτερικό της χειρολαβής υπάρχει ένα πηνίο το οποίο παράγει το ισχυρό μαγνητικό πεδίο που χρησιμοποιεί η αντλία για να αντιμετωπίζει τις παθήσεις. Για την αποφυγή υψηλών θερμοκρασιών στο εσωτερικό της χειρολαβής υπάρχει ένα σύστημα ψύξης, προκειμένου το πηνίο κατά την διάρκεια λειτουργίας του συστήματος να μην υπερθερμαίνεται. Η χειρολαβή συνδέεται στο σύστημα με συγκεκριμένο τρόπο αφού συνδεθούν πρώτα οι σωλήνες ψύξης στις κατάλληλες υποδοχές και στην συνέχεια συνδεθεί το καλώδιο τροφοδοσίας. Κατά την διάρκεια των θεραπειών η χειρολαβή πρέπει να είναι πάντοτε καθαρή, χρειάζεται μεγάλη προσοχή ώστε να μην χτυπηθεί με οποιοδήποτε τρόπο. Όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να χρησιμοποιείται, συνιστάται να μην παραμένει στο ίδιο σημείο του σώματος για πολύ ώρα διότι μπορεί να προκαλέσει εγκαύματα. Οι θεραπείες πρέπει να έχουν διάρκεια έως 30 λεπτά και στη συνέχεια η συσκευή πρέπει να διατηρείται σε λειτουργία για τουλάχιστον 10 λεπτά χωρίς ο χειριστής να πραγματοποιεί θεραπεία. Σε περίπτωση που η χειρολαβή της διαμαγνητικής αντλίας υποστεί κάποια βλάβη τότε πρέπει να ακολουθείται μία σειρά από κινήσεις έτσι ώστε να γίνει η αντικατάστασή της. Τα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν είναι τα εξής:

- Αρχικά η πρώτη κίνηση είναι η αποσύνδεση του συστήματος από την τροφοδοσία.
- Η αποσύνδεση των υδραυλικών αρμών πιέζοντας το δαχτυλίδι στεγανοποίησης.
- Αφαίρεση των καλωδίων από τον βραχίονα.



Για την εγκατάσταση καινούργιας χειρολαβής, πραγματοποιείται η ίδια διαδικασία με αντίθετο τρόπο.[21]



*Εικόνα 20: Χειρολαβή της διαμαγνητικής αντλίας.*

#### **Επιλογή λειτουργίας της διαμαγνητικής αντλίας:**

Ενεργοποιώντας το σύστημα της διαμαγνητικής αντλίας, εμφανίζεται στην οθόνη μία σειρά από επιλογές λειτουργίας όπως είναι **η κίνηση των υγρών, η ενδογενής βιοδιέγερση και ο έλεγχος πόνου.**

Επιλέγοντας μία από αυτές τις λειτουργίες ο χειριστής του συστήματος κατευθύνει την θεραπεία για τον κάθε ασθενή.

- **Κίνηση των υγρών:** αυτός ο τρόπος λειτουργίας μπορεί να εφαρμοστεί μόνος του ή σε συνδυασμό με την ενδογενή βιοδιέγερση, χρησιμοποιείται για την διέγερση των κυττάρων και την αποστράγγιση την εξωκυτταρικής μήτρας. Ο χειριστής έχει την δυνατότητα να διαμορφώσει τις αναλογίες μεταξύ ενδοκυττάριου και εξωκυτταρικού υγρού. Η λειτουργία «Εξωκυττάριος Όγκος» είναι αποτελεσματική σε μετατραυματικά, φλεγμονώδη, αγγειακά και λεμφικά οιδήματα, ενώ η λειτουργία «Ενδοκυττάρια Ενέργεια» δρα στο κυτταρόπλασμα και αποκαθιστά ορισμένες ενζυμικές λειτουργίες των κυττάρων (παραγωγή ATP και πρωτεϊνοσύνθεση, την έκφραση αυξητικών παραγόντων). Όσον αφορά τον καθορισμό των παραμέτρων του εξωκυττάριου όγκου( extracellular volume) και της ενδοκυττάριας ενέργειας(intracellular energy) για την εκάστοτε παθολογία πρέπει να λάβουμε υπόψη την ηλικία και την καρδιο-κυκλοφορική κατάσταση του ασθενή, το στάδιο της παθολογίας (οξύ ή χρόνια) και την ύπαρξη ή τον τύπο του οιδήματος. Παρακάτω υπάρχει ένας πίνακας με καθορισμένες τιμές για την πραγματοποίηση θεραπειών ανάλογα την παθολογία, φυσικά ο χρήστης έχει την δυνατότητα να μεταβάλλει τις τιμές των παραμέτρων.[21]



**Πίνακας 6: Καθορισμένες τιμές για θεραπείες σύμφωνα με την κίνηση των υγρών.**

| ΘΕΡΑΠΕΙΑ    | ΕΝΕΡΓΕΙΑ<br>(Energy) | ΧΡΟΝΟΣ ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ<br>ΦΤΑΝΕΙ ΣΤΟ ΜΕΓΙΣΤΟ Η<br>ΕΝΤΑΣΗ ΤΟΥ ΜΑΓΗΤΙΚΟΥ<br>ΠΕΔΙΟΥ<br>(Rise time) | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ<br>(Repetition Hz) |
|-------------|----------------------|--|------------------------------|
| Ext=L Int=L | 40%                  | 40%  | 4                            |
| Ext=H Int=L | 60%                  | 20%  | 4                            |
| Ext=L Int=H | 60%                  | 40%  | 4                            |
| Ext=H Int=0 | 80%                  | 10%  | 4                            |
| Ext=0 Int=H | 60%                  | 40%  | 4                            |
| Ext=H Int=H | 100%                 | 40%  | 4                            |

Ext(extracellular volume)= εξωκυττάριος όγκος, Int(intracellular energy)= ενδοκυτταρική ενέργεια, L(Low)= χαμηλό, H(High)= υψηλό

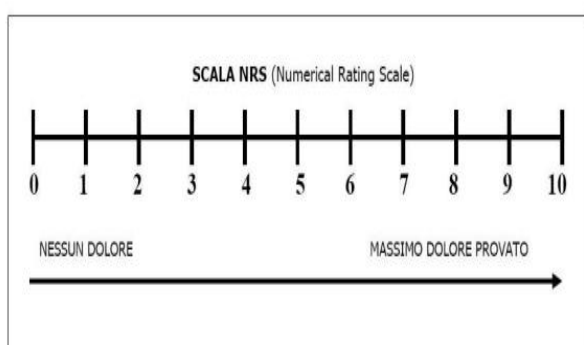
- **Ενδογενής βιοδιέγερση:** σε αυτή την λειτουργία υπάρχει η δυνατότητα δράσης για οποιοδήποτε ιστό είτε σε κυτταρικό είτε σε υποκυτταρικό επίπεδο. Υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τύποι βιοδιέγερσης που δημιουργούνται από αυτόν τον τρόπο λειτουργίας της διαμαγνητικής αντλίας.
  - Βιοδιέγερση ενδογενούς τύπου → πραγματοποιείται εντός του ιστού.
  - Βιοδιέγερση ισότροπου τύπου → παρουσιάζει ομοιογένεια σε όλο το μέρος του ιστού.
  - Βιοδιέγερση τύπου κυττάρου → ρυθμίζει την αποκατάσταση των περισσότερων μεταβολικών δραστηριοτήτων των κυττάρων.

Επιπρόσθετα, σε αυτόν τον τρόπο λειτουργίας ρυθμίζονται δύο παράμετροι η διεγερτική ισχύς η οποία αφορά την κλίση του μαγνητικού πεδίου της αντλίας και καθορίζει την ένταση της διέγερσης του ιστού. Η άλλη παράμετρος είναι η επιλογή του ιστού που επιθυμούμε να διεγείρουμε καθώς στην οθόνη του μηχανήματος εμφανίζονται εικονίδια με το σημείο του σώματος το οποίο θέλουμε να πραγματοποιήσουμε την θεραπεία.[21]

**Πίνακας 7: Καθορισμένες τιμές για θεραπείες σύμφωνα με την ενδογενή βιοδιέγερση.**

| ΘΕΡΑΠΕΙΑ              | ΕΝΕΡΓΕΙΑ<br>(Energy) | ΧΡΟΝΟΣ ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ<br>ΦΤΑΝΕΙ ΣΤΟ ΜΕΓΙΣΤΟ Η<br>ΕΝΤΑΣΗ ΤΟΥ<br>ΜΑΓΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ<br>(Rise time) | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ<br>(Repetition Hz) |
|-----------------------|----------------------|--|------------------------------|
| Αγγειακός ιστός       | 60%                  | 10%  | 2                            |
| Σκελετικός μυς        | 70%                  | 20%  | 2                            |
| Ίνες αργής συστολής   | 80%                  | 30%  | 3                            |
| Ίνες ταχείας συστολής | 90%                  | 40%  | 3                            |
| Αρθρικός ιστός        | 100%                 | 60%  | 4                            |
| Οστό χόνδρου          | 90%                  | 70%  | 5                            |
| Τένοντες              | 90%                  | 90%  | 5                            |
| Κυτταρική μεμβράνη    | 90%                  | 90%  | 5                            |

- **Έλεγχος πόνου:** επιλέγοντας αυτή την μέθοδο λειτουργίας υπάρχει η δυνατότητα αντιμετώπισης του πόνου που ταλαιπωρεί τους ασθενείς. Οι παράμετροι που επηρεάζουν την λειτουργία αυτή είναι τα Hertz(Hz) και τα Joule(J). Τα Hertz αφορούν την συχνότητα επανάληψης των παλμών που παράγονται από το ισχυρό μαγνητικό πεδίο της διαμαγνητικής αντλίας και το εύρος επιλογής τους είναι από 1 έως 7 Hz. Τα Joule μεταφράζονται στην ισχύ που παράγει το μαγνητικό πεδίο και μπορούν να διαμορφωθούν επιλέγοντας 10,30,50,70 και 90 Joule. Η συχνότητα επιλέγεται ανάλογα με το είδος του πόνου και η δύναμη του μαγνητικού πεδίου ανάλογα με την ένταση. Οι τιμές των παραμέτρων που χρησιμοποιούνται για τον συγκεκριμένο τρόπο λειτουργίας καθορίζονται σύμφωνα με τον πόνο που νιώθει ο ασθενής, ο οποίος μετριέται σε κλίμακα(NRS).[21]

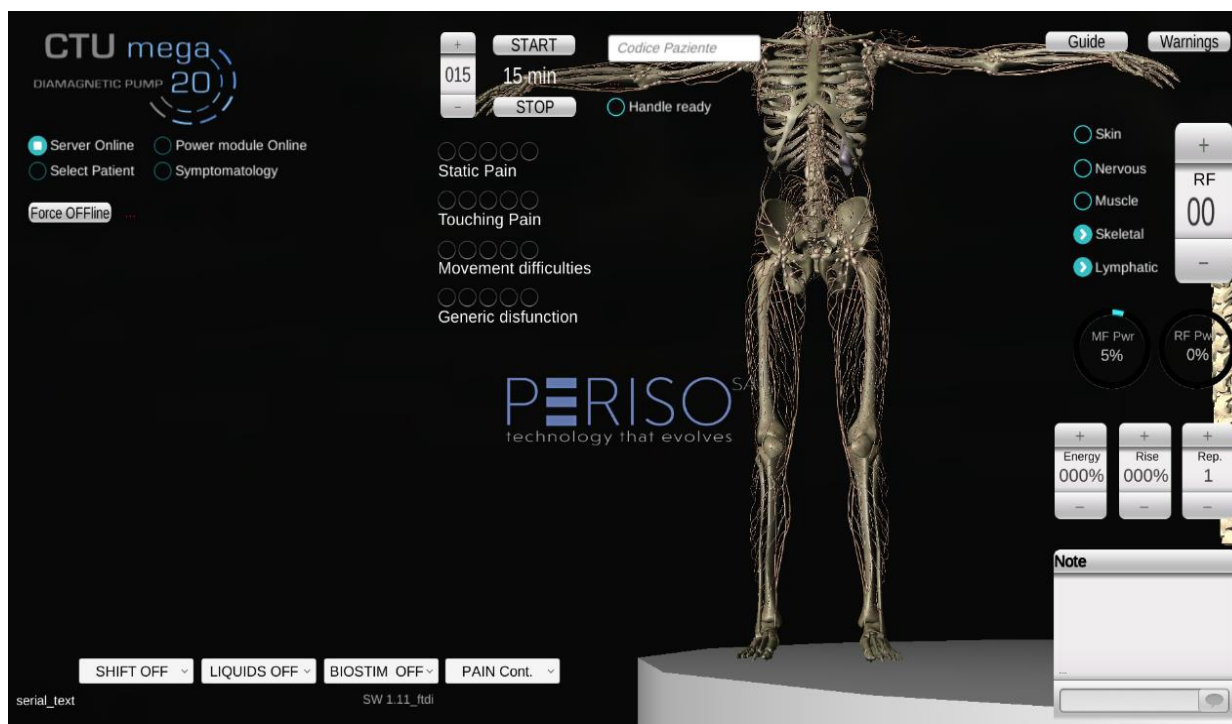


Αξιολόγηση πόνου για την μέθοδο NRS:

- 0-1 δεν υπάρχει αίσθηση του πόνου.
- 1-3 ήπια αίσθηση του πόνου.(Low pain)
- 4-6 μέτριας έντασης πόνος.(Medium pain)
- 7-10 υψηλής έντασης πόνος.(High pain)

**Πίνακας 8: Καθορισμένες τιμές για θεραπείες σύμφωνα με τον έλεγχο του πόνου.**

| ΘΕΡΑΠΕΙΑ         | ΕΝΕΡΓΕΙΑ | ΧΡΟΝΟΣ ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΦΤΑΝΕΙ ΣΤΟ ΜΕΓΙΣΤΟ Η ΕΝΤΑΣΗ ΤΟΥ ΜΑΓΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ(Hz) |
|------------------|----------|--|---------------|
| ΠΑΘΗΤΙΚΟΣ L      | 70%      | 40%  | 5             |
| ΠΑΘΗΤΙΚΟΣ M      | 90%      | 40%  | 5             |
| ΠΑΘΗΤΙΚΟΣ H      | 100%     | 40%  | 5             |
| ΝΕΥΡΟΠΑΘΗΤΙΚΟΣ L | 80%      | 10%  | 3             |
| ΝΕΥΡΟΠΑΘΗΤΙΚΟΣ M | 90%      | 10%  | 3             |
| ΝΕΥΡΟΠΑΘΗΤΙΚΟΣ H | 100%     | 10%  | 3             |



*Εικόνα 21: Το κύριο μενού που παρουσιάζεται στην οθόνη του μηχανήματος.*

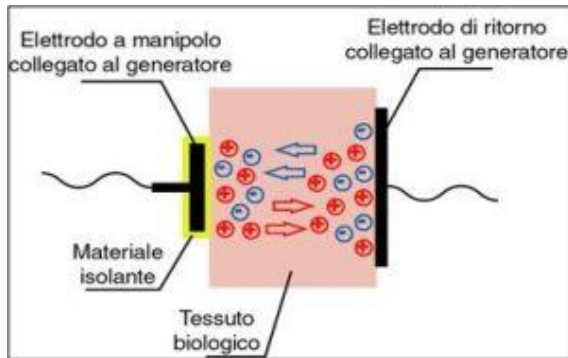
### **Σύστημα διαθερμίας TECAR:**

Γενικότερα η θεραπεία TECAR είναι μία μέθοδος όπου τα τελευταία χρόνια εφαρμόζεται ολοένα και περισσότερο στον τομέα της φυσικοθεραπείας. Πρόκειται για μία θεραπεία ραδιοσυχνότητας υψηλής έντασης, η οποία δείχνει να έχει αποτελέσματα σε ένα μεγάλο εύρος μυοσκελετικών παθήσεων. Ο διαμαγνητικός επιταχυντής ενεργών μορίων διαθέτει ένα εξελιγμένο σύστημα χωρητικής και αντιστατικής διαθερμίας (T.E.C.A.R.) ένα σύστημα δηλαδή ενεργειακής μεταφοράς μέσω ραδιοσυχνότητας, το οποίο δεν έχει σχέση με τις παραδοσιακές συσκευές διαθερμίας. Πρόκειται για ένα σύστημα το οποίο στοχεύει άμεσα στην μείωση του πόνου, βασική διαφορά με την παραδοσιακή διαθερμία είναι πως το σύστημα αυτό εκμεταλλεύεται την κοινή δράση της μαγνητικής και της ηλεκτρικής γεννήτριας της διαμαγνητικής αντλίας. Σε αντίθεση με την απλή διαθερμία όπου υπάρχει μόνο ηλεκτρική γεννήτρια και η λειτουργία της στηρίζεται στη ραδιοσυχνότητα. Η διαμαγνητική αντλία έχοντας την δυνατότητα να συνδυάζει διαμαγνητοθεραπεία και διαθερμία ταυτόχρονα δημιουργεί ένα φαινόμενο ώθησης και έλξης (Push and Pull effect) αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ενεργοποίηση επουλωτικών διαδικασιών για τους ιστούς σε σύντομο χρονικό διάστημα. Η θεραπεία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οξεία ή χρόνια φάση και τα αποτελέσματα της είναι εμφανή από τις πρώτες συνεδρίες αυξάνοντας το εύρος κίνησης και μειώνοντας δραστικά τον πόνο.

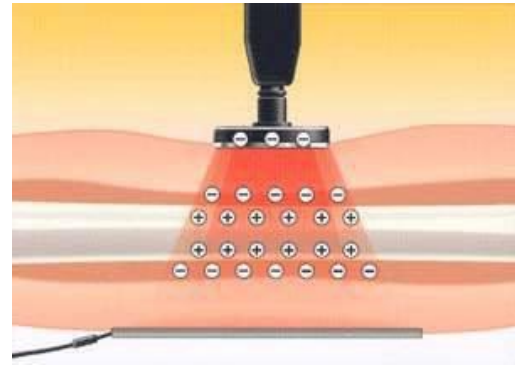
Η θεραπεία TECAR προκαλεί στο κυτταρικό περιβάλλον μια ροή ιόντων με εξαιρετικά ταχείες ηλεκτρικές ταλαντώσεις. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνεται η διαπερατότητα της κυτταρικής μεμβράνης και να πραγματοποιούνται ανταλλαγές ιόντων. Βασική λειτουργία του συστήματος TECAR που διαθέτει η διαμαγνητική αντλία είναι η αναστολή και η μείωση της αίσθησης του πόνου. Αυτό συμβαίνει καθώς οι ταλαντώσεις της ενέργειας που μεταφέρεται διαταράσσουν την συμβατική εναλλαγή του σήματος του πόνου. Με αυτόν τον τρόπο οι νευρικές ώσεις διακόπτονται και ο ασθενής δεν αντιλαμβάνεται τον πόνο και νιώθει το ευεργετικό αποτέλεσμα άμεσα. Αυξάνοντας λοιπόν την ένταση της ενέργειας, η αντίσταση των βιολογικών ιστών μετατρέπει την ενέργεια σε θερμότητα (διαθερμία) με αυτόν τον τρόπο αυξάνονται και οι μεταβολικές διαδικασίες των κυττάρων. Ενεργοποιούνται δηλαδή τα συστήματα του οργανισμού τα οποία είναι υπεύθυνα για την μεταφορά θρεπτικών συστατικών και οξυγόνου σε σημεία στα οποία είναι απαραίτητο. Με το σύστημα αυτό η διαμαγνητική αντλία δίνει την δυνατότητα για την εν τω βάθην παρέμβαση στους ιστούς που εξαιτίας κάποιας φλεγμονής έχουν τραυματιστεί. Σε σχέση με παλαιότερες μορφές θεραπείας οι οποίες δυσκολεύονταν να φθάσουν σε μεγάλη βάθος, πλέον σύμφωνα με επιστημονικές μελέτες πραγματοποιείται η παρέμβαση στα βαθύτερα στρώματα των κυττάρων.

Η διαμαγνητική αντλία διαθέτει ένα εξελιγμένο σύστημα διαθερμίας το οποίο σε συνδυασμό με τα υπόλοιπα μέσα που χρησιμοποιεί η αντλία την καθιστούν ένα τόσο καινοτόμο θεραπευτικό μέσο. Το σύστημα διαθέτει δύο τρόπους λειτουργίας, η πρώτη λειτουργία αφορά την μεταφορά ενέργειας με αντιστατικό τρόπο δηλαδή σε αυτή την μέθοδο η ενέργεια μεταφέρεται στα σημεία με μεγάλη αντίσταση όπως είναι τα οστά, οι σύνδεσμοι και οι τένοντες. Ο δεύτερος τρόπος λειτουργίας είναι ο χωρητικός τρόπος όπου η μεταφορά ενέργειας γίνεται πιο έντονη στο πρώτο στρώμα του βιολογικού ιστού. Στη χωρητική λειτουργία η θεραπεία δρα σε μέρη του σώματος τα οποία παρουσιάζουν μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρό όπως είναι ο μυϊκός, ο νευρικός και ο αγγειακός ιστός.

Συμπερασματικά το σύστημα αυτό είναι ένας βιολογικός επιταχυντής που μεταφέρει ενέργεια με δύο τρόπους, χρησιμοποιεί ραδιοσυχνότητες υψηλής ισχύος διεγείροντας έτσι τις επουλωτικές διαδικασίες του οργανισμού. Χάρη της βιοσυμβατότητας που παρουσιάζει, είναι ανώδυνη καθώς η ενέργεια που μεταφέρεται στους ιστούς δεν είναι από έξω. Εξαιτίας λοιπόν της στοχευμένης ενέργειας που μπορεί να μεταφέρει είναι ιδανικό για την αντιμετώπιση προβλημάτων στην μέση, στον αυχένα, στα γόνατα και στα ισχία. Επίσης, μπορεί να εφαρμοστεί σε περιπτώσεις διαστρεμμάτων και μυϊκών θλάσεων.[26,27,28]



**Εικόνα 22: Χωρητική μέθοδος.**



**Εικόνα 23: Αντιστατική μέθοδος.**

Οι παράμετροι που μπορούν να ρυθμιστούν στο σύστημα διαθερμίας είναι οι εξής:

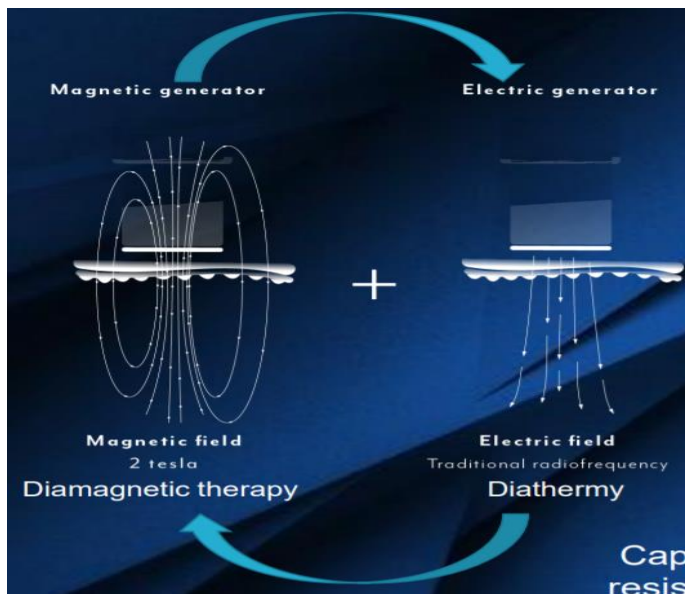
- Συχνότητα→ επιλέγοντας υψηλή συχνότητα εκπομπής (HF) η δράση είναι πιο έντονη στην επιφάνεια των ιστών, ενώ με επιλογή χαμηλής συχνότητας εκπομπής (LF) η δράση φτάνει σε μεγαλύτερα βάθη.
- Ουδέτερη πλάκα γείωσης→ η ρύθμιση αυτής της παραμέτρου εξαρτάται αποκλειστικά από το μέρος του σώματος στο οποίο θα πραγματοποιηθεί η θεραπεία, υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί μόνο μία πλάκα ή και οι δύο.
- Ισχύς ραδιοσυχνότητας→ μπορεί να επιλεγεί ισχύς από 0% έως 100% η οποία συμβάλει στις διαδικασίες βιοδιέγερσης των ιστών. Για την κατάλληλη επιλογή της ισχύς πρέπει ο ασθενής να τοποθετηθεί σε θέση τέτοια ώστε το σημείο του σώματος που πρόκειται να δεχθεί την θεραπεία να βρίσκεται κοντά στην διαμαγνητική αντλία. Η ουδέτερη πλάκα γείωσης πρέπει να τοποθετηθεί κάθετα στην χειρολαβή της αντλίας και να έχει την κατάλληλη ποσότητα κρέμας(gel) ώστε να καλύπτεται ολόκληρη η επιφάνεια. Σημαντικό ρόλο παίζει και η επιλογή του χωρητικού ή αντιστατικού ηλεκτροδίου που θα συνδεθεί με την αντλία καθώς και η συχνότητα εκπομπής ανάλογα με το μέρος του σώματος του ασθενή που θα πραγματοποιηθεί η θεραπεία. Όταν γίνεται χρήση της ραδιοσυχνότητας, πρέπει να χρησιμοποιείται και η πλάκα γείωσης προκειμένου να πραγματοποιείται ομαλά η μεταβολική δραστηριότητα στα κύτταρα.

Η πλάκα γείωσης πρέπει να τοποθετείται σε σχετικά πλατιές επιφάνειες του σώματος για να περιοριστούν οι θερμικές επιδράσεις και σε σημείο τέτοιο που να εξασφαλίζεται η συντομότερη διαδρομή του ηλεκτρικού ρεύματος προς το σημείο της θεραπείας.

Η συνδυαστική επίδραση της Διαθερμίας και της Διαμαγνητοθεραπείας δημιουργεί το πλεονέκτημα της αύξησης της παροχέτευσης των υγρών (αδιάλειπτη διαθερμική επίδραση).

Ένα ακόμη πλεονέκτημα της διαμαγνητικής αντλίας είναι η δυνατότητα της να αναγνωρίζει για κάθε τρόπο λειτουργίας (μετακίνηση υγρών, ενδογενή βιοδιέγερση, έλεγχο πόνου) τις αλλαγές που πραγματοποιούνται στον κυτταρικό ιστό.

Η ενέργεια που μεταφέρεται από το ισχυρό μαγνητικό πεδίο της αντλίας είναι ικανή να διεγείρει έντονα τους τραυματισμένους ιστούς και να ενεργοποιήσει διεργασίες αυτοίασης για άμεσα αποτελέσματα.[21]



**Εικόνα 24:** Η διαμαγνητική αντλία διαθέτει ένα εξειδικευμένο σύστημα διαθερμίας, το οποίο συνδυάζεται με την μαγνητική δράση της αντλίας.

#### Ενδεικτική λειτουργία της διαμαγνητικής αντλίας:

Η Διαμαγνητική αντλία μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις φάσεις μίας παθολογίας (οξεία, υποξεία, χρόνια) και αυτό συμβαίνει διότι υπάρχει η δυνατότητα για παραμετροποίηση της ενέργειας, το ποσοστό διαμαγνητισμού που θέλουμε να μεταφέρουμε, της συχνότητας και άλλων παραμέτρων. Όσον αφορά την κατάσταση την οποία βρίσκεται ο ασθενής που δέχεται την θεραπεία, η διαμαγνητική αντλία μπορεί να εφαρμοστεί σε οξεία φάση παθολογίας για 3-5 συνεδρίες την εβδομάδα. Ενώ για μία χρόνια παθολογία οι συνεδρίες ανά εβδομάδα είναι 1-2.[21]

Παρακάτω εμφανίζονται πίνακες που περιλαμβάνουν ενδεικτικά πρωτόκολλα θεραπείας για διάφορες περιπτώσεις παθολογιών:

### 1. Πρωτόκολλο για κατάγματα

| 1 – FRACTURES        |                  |           |        |      |    |         |
|----------------------|------------------|-----------|--------|------|----|---------|
| MODALITY             |                  | FREQUENCY | ENERGY | RISE | RF | MINUTES |
| PC                   | Noc H            | 5         | 100%   | 40%  | /  | 5       |
| BS                   | Cell Membrane    | 5         | 90%    | 90%  | /  | 10      |
| BS                   | Cartilage/ Bone  | 5         | 90%    | 70%  | /  | 5       |
| L                    | Ext H<br>Intra L | 4         | 60%    | 20%  | /  | 5       |
| Minutes of treatment |                  | 25        |        |      |    |         |
| Mean of treatments   |                  | 10-15     |        |      |    |         |

PC(Pain control): Έλεγχος πόνου, BS(Biostimulation): Βιοδιέγερση, L(Liquid): Μετακίνηση υγρών, Noc H: Νευροπαθητικός πόνος έντονος, Cell membrane: Κυτταρική μεμβράνη, Cartilage Bone: Οστό χόνδρου, Ext H: Εξωκυτταρικός Όγκος έντονος, Intra L: Ενδοκυτταρική ενέργεια χαμηλή, Frequency: Συχνότητα, Energy: Ενέργεια, Rise time: Χρόνος που απαιτείται για να φτάσει στο μέγιστο η ένταση του μαγνητικού πεδίου, RF: Ραδιοσυχνότητα, Minutes: Λεπτά

## 2. Πρωτόκολλο για ψευδάρθρωση

| 3 – PSEUDOARTHROSIS  |                 |           |        |      |    |         |
|----------------------|-----------------|-----------|--------|------|----|---------|
| MODALITY             |                 | FREQUENCY | ENERGY | RISE | RF | MINUTES |
| PC                   | Noc M           | 5         | 90%    | 40%  | /  | 5       |
| BS                   | Vascular Tissue | 2         | 60%    | 10%  | 2  | 5       |
| BS                   | Cell Membrane   | 5         | 90%    | 90%  | 2  | 5       |
| BS                   | Cartilage/ Bone | 5         | 90%    | 70%  | 2  | 15      |
| Minutes of treatment |                 | 30        |        |      |    |         |
| Mean of treatments   |                 | 15-18     |        |      |    |         |

PC(Pain control): Έλεγχος πόνου, BS(Biostimulation): Βιοδιέγερση, Noc M: Νευροπαθητικός πόνος μέσος, Cell membrane: Κυτταρική μεμβράνη, Cartilage Bone: Οστό χόνδρου, Vascular Tissue: Αγγειακός ιστός, Frequency: Συχνότητα, Energy: Ενέργεια, Rise time: Χρόνος που απαιτείται για να φτάσει στο μέγιστο η ένταση του μαγνητικού πεδίου, RF: Ραδιοσυχνότητα, Minutes: Λεπτά

## 3. Πρωτόκολλο για οξύ μυϊκό τραυματισμό

| 6 – ACUTE MUSCLE INJURY |                  |           |        |      |    |         |
|-------------------------|------------------|-----------|--------|------|----|---------|
| MODALITY                |                  | FREQUENCY | ENERGY | RISE | RF | MINUTES |
| L                       | Ext H<br>Intra H | 4         | 100%   | 40%  | /  | 10      |
| PC                      | Noc H            | 5         | 100%   | 40%  | /  | 5       |
| BS                      | Skeletal Muscle  | 2         | 70%    | 20%  | 3  | 5       |
| Minutes of treatment    |                  | 20        |        |      |    |         |
| Mean of treatments      |                  | 10        |        |      |    |         |

PC(Pain control): Έλεγχος πόνου, BS(Biostimulation): Βιοδιέγερση, L(Liquid): Μετακίνηση υγρών, Noc H: Αισθητικός πόνος έντονος, Cartilage Bone: Οστό χόνδρου, Ext H: Εξωκυτταρικός Όγκος έντονος, Intra H: Ενδοκυτταρική ενέργεια υψηλή, Frequency: Συχνότητα, Energy: Ενέργεια, Rise time: Χρόνος που απαιτείται για να φτάσει στο μέγιστο η ένταση του μαγνητικού πεδίου, RF: Ραδιοσυχνότητα, Minutes: Λεπτά



#### 4. Πρωτόκολλο για δισκοπάθεια

| 15 – CHRONIC LUMBAGO (DISCOPATHY) |                    |           |        |      |    |         |
|-----------------------------------|--------------------|-----------|--------|------|----|---------|
| MODALITY                          |                    | FREQUENCY | ENERGY | RISE | RF | MINUTES |
| PC                                | Neu L              | 3         | 80%    | 10%  | /  | 10      |
| BS                                | Nerve Slow         | 3         | 80%    | 30%  | 3  | 5       |
| BS                                | Cartilage/<br>Bone | 5         | 90%    | 70%  | 3  | 5       |
| L                                 | Ext L<br>Intra H   | 4         | 60%    | 40%  | 2  | 10      |
| Minutes of treatment 30           |                    |           |        |      |    |         |
| Mean of treatments 10-15          |                    |           |        |      |    |         |

PC(Pain control): Έλεγχος πόνου, BS(Biostimulation): Βιοδιέγερση, L(Liquid): Μετακίνηση υγρών, Noc H: Αισθητικός πόνος χαμηλός, Cell membrane: Κυτταρική μεμβράνη, Cartilage Bone: Οστό χόνδρου, Ext L: Εξωκυτταρικός Όγκος χαμηλός, Intra H: Ενδοκυτταρική ενέργεια υψηλή, Frequency: Συχνότητα, Energy: Ενέργεια, Rise time: Χρόνος που απαιτείται για να φτάσει στο μέγιστο η ένταση του μαγνητικού πεδίου, RF: Ραδιοσυχνότητα, Minutes: Λεπτά

#### 5. Πρωτόκολλο για οξεία φάση ασβεστοποιούς τενοντίτιδας ώμου

| 18 – ACUTE CALCIFIC TENDINOPATHY OF THE SHOULDER |                  |           |        |      |    |         |
|--|------------------|-----------|--------|------|----|---------|
| MODALITY   |                  | FREQUENCY | ENERGY | RISE | RF | MINUTES |
| L  | Ext H<br>Intra H | 4         | 100%   | 40%  | /  | 5       |
| PC   | Noc H            | 5         | 100%   | 40%  | /  | 10      |
| BS   | Tendons          | 5         | 90%    | 90%  | /  | 5       |
| Minutes of treatment 20                          |                  |           |        |      |    |         |
| Mean of treatments 10-12                         |                  |           |        |      |    |         |

PC(Pain control): Έλεγχος πόνου, BS(Biostimulation): Βιοδιέγερση, L(Liquid): Μετακίνηση υγρών, Noc H: Αισθητικός πόνος χαμηλός, Cell membrane: Κυτταρική μεμβράνη, Cartilage Bone: Οστό χόνδρου, Ext L: Εξωκυτταρικός Όγκος χαμηλός, Intra H: Ενδοκυτταρική ενέργεια υψηλή, Frequency: Συχνότητα, Energy: Ενέργεια, Rise time: Χρόνος που απαιτείται για να φτάσει στο μέγιστο η ένταση του μαγνητικού πεδίου, RF: Ραδιοσυχνότητα, Minutes: Λεπτά

Να επισημάνω πως τα παραπάνω πρωτόκολλα καθώς και οι οδηγίες για τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να εφαρμόζονται οι θεραπείες της διαμαγνητικής αντλίας είναι ενδεικτικές και σύμφωνα με την εταιρία Periso που κατασκευάζει το μηχάνημα. Ο κάθε φυσικοθεραπευτής θα πρέπει να προσαρμόζεται ανάλογα με την κλινική περίπτωση και τα χαρακτηριστικά του εκάστοτε ασθενή που θα λάβει την θεραπεία των ισχυρών μαγνητικών πεδίων, έτσι ώστε να έχει τα καλύτερα αποτελέσματα.[21]

### 3.2 Προφυλάξεις

Όπως κάθε ιατρικό μηχάνημα έτσι και ο διαμαγνητικός επιταχυντής ενεργών μορίων περιλαμβάνει μία λίστα με προφυλάξεις και κανόνες, η οποία πρέπει να τηρείται αυστηρά. Μερικά από αυτά αναφέρονται παρακάτω:

- Η θεραπεία ξεκινάει αφού πρώτα υπάρχει η βεβαίωση ότι ο χειριστής και ο ασθενής δεν έχουν στο σώμα τους κάποιο μεταλλικό αντικείμενο.
- Η χρήση και η θεραπεία της διαμαγνητικής αντλίας πραγματοποιείται μόνο από εξειδικευμένο προσωπικό(χειριστής, φυσικοθεραπευτής).
- Η χρήση της αντλίας πρέπει να γίνεται με απόλυτη προσοχή, μετά από κάθε θεραπεία θα πρέπει το μηχάνημα να ελέγχεται για τυχόν βλάβες στα καλώδια σύνδεσης ή σε άλλα εξαρτήματα του.
- Σε περίπτωση που εμφανιστεί κάποια δυσλειτουργία όπως υψηλή θερμοκρασία, εμφάνιση καπνού, θόρυβος τότε πρέπει η συσκευή να σταματήσει να λειτουργεί.
- Για την χρήση των ραδιοσυχνοτήτων πρέπει να ελέγχεται πάντα η ύπαρξη της πλάκας γείωσης. Πρέπει να είναι πάντα σε επαφή με το σώμα του ασθενή προτού ξεκινήσει η θεραπεία.
- Η πλάκα γείωσης απαγορεύεται να έρθει σε επαφή με σημείο στο οποίο υπάρχει ανοιχτή πληγή.

Η εφαρμογή της διαμαγνητικής θεραπείας δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί σε περιπτώσεις όπως:

- Σοβαρή καρδιακή ή νεφρική νόσο.
- Εγκυμοσύνη.
- Όγκοι και κακοήθειες στην περιοχή της θεραπείας.
- Ύπαρξη καρδιακού βηματοδότη ή άλλων ηλεκτρονικών εμφυτεύσιμων συσκευών.
- Σιδηρομαγνητικά προσθετικά αντικείμενα από παλαιότερες χειρουργικές επεμβάσεις.[21]

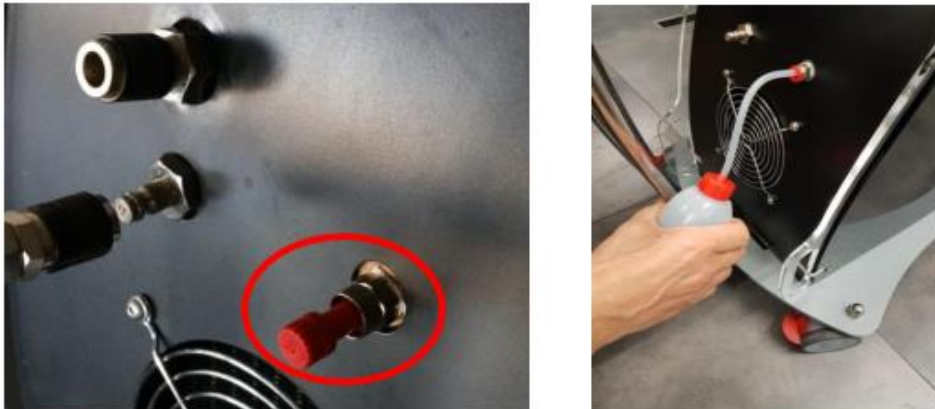
**Πίνακας 9: Πίνακας συμβόλων.**

| ΣΥΜΒΟΛΟ  | ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ                                  | ΣΥΜΒΟΛΟ  | ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ  |
|--|--|--|--|
|   | Συμμόρφωση σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα |   | Υποχρεωτική ανάγνωση οδηγιών χρήσης                        |
|   | Περιορισμός υγρασίας                       |   | Σειριακός αριθμός  |
|   | Περιορισμός ατμοσφαιρικής πίεσης           |   | Κωδικός παρτίδας   |
|   | Μακριά από το ηλιακό φως                   |   | Ηλεκτροστατικά ευαίσθητη συσκευή                           |
|   |  |   | Απαγορεύεται η ρίψη ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού |
|   | Μη ιοντίζουσες εκπομπές                    |   | Υποδεικνύει το όνομα και την διεύθυνση του κατασκευαστή    |
|  | Διατηρείστε το στεγνό                      |  | Περιορισμός θερμοκρασίας                                   |

### 3.3 Διαδικασίες συντήρησης - Αντιμετώπιση προβλημάτων

Ο καθαρισμός και η απολύμανση της συσκευής πραγματοποιείται με συγκεκριμένο τρόπο χρησιμοποιώντας ένα υγρό πανί μετά την ολοκλήρωση της κάθε θεραπείας. Αφού καθαριστούν τα ηλεκτρόδια και οι πλάκες γείωσης θα πρέπει μετά να στεγνώσουν πολύ καλά για να χρησιμοποιηθούν για την επόμενη θεραπεία. Απαγορεύεται να χρησιμοποιούνται για την απολύμανση δυνατά απορρυπαντικά και οινόπνευμα καθώς μπορεί να προκαλέσουν φθορά στο μηχάνημα. Προτού ξεκινήσει η διαδικασία καθαρισμού της συσκευής πρέπει πρώτα να βεβαιωθούμε ότι δεν συνδέεται με το καλώδιο τροφοδοσίας. Για την σωστή συντήρηση της διαμαγνητικής αντλίας είναι απαραίτητο η εγκατάσταση της συσκευής να έχει πραγματοποιηθεί σύμφωνα με τις οδηγίες της εταιρείας Periso. Επίσης, ο εξοπλισμός πρέπει κάθε χρόνο να ελέγχεται είτε από υπεύθυνο της εταιρείας είτε από εξειδικευμένο προσωπικό υπεύθυνο για τέτοιου είδους ελέγχους. Για να διατηρηθεί η συσκευή σε καλή κατάσταση δεν πρέπει να είναι εκτεθειμένη σε υγρασία, νερό και στο φως του ήλιου. Επιπλέον, δεν πρέπει να χύνονται στον εξοπλισμό υγρά και διάφορες ουσίες.

Σε περίπτωση που συμβεί διακοπή της ροής του νερού εμφανίζεται στο πίσω μέρος της συσκευής ένα κόκκινο φως, τότε πρέπει να αφαιρεθεί μία κόκκινη τάπα που υπάρχει στο πίσω μέρος και να προστεθεί απιονισμένο νερό. Στην συνέχεια τοποθετείται ξανά η κόκκινη τάπα, αν το φως στο πίσω μέρος της συσκευής είναι μπλε/πράσινο τότε αυτό σημαίνει ότι η στάθμη του νερού είναι σε κατάλληλο επίπεδο, επομένως η αντλία μπορεί να λειτουργήσει κανονικά.[21]



*Εικόνα 25: Διαδικασία ελέγχου ποσότητας απιονισμένου νερού.*

**Πίνακας 10: Πίνακας βασικών ελέγχων εξαρτημάτων της διαμαγνητικής αντλίας.**

| <b>Επαλήθευση</b>                  | <b>Συχνότητα</b>    |
|------------------------------------|---------------------|
| Έλεγχος καλωδίων ουδέτερων πλακών  | Καθημερινά          |
| Έλεγχος καλωδίων χειρολαβής        | Καθημερινά          |
| Έλεγχος καλωδίου τροφοδοσίας       | Καθημερινά          |
| Έλεγχος καλωδίου σύνδεσης ρεύματος | Μηνιαία             |
| Έλεγχος ουδέτερων πλακών           | Μετά από κάθε χρήση |
| Έλεγχος χειρολαβής                 | Μετά από κάθε χρήση |
| Έλεγχος ηλεκτροδίων                | Μετά από κάθε χρήση |
| Έλεγχος στάθμης νερού              | Μετά από κάθε χρήση |

**Πίνακας 11: Συγκεντρωτικός πίνακας πιθανών προβλημάτων και τρόποι αντιμετώπισης.**

| <b>ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ</b>   | <b>ΠΙΘΑΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ</b>  |
|---|--|
| <b>ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b>   |  |
| Η συσκευή δεν ενεργοποιείται  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Έλεγχος καλωδίου τροφοδοσίας.</li> <li>▪ Το κλειδί στην θέση ON.</li> <li>▪ Το κουμπί έκτακτης ανάγκης να μην πιέζεται.</li> </ul>  |
| Η οθόνη δεν ενεργοποιείται  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Έλεγχος ότι η συσκευή είναι συνδεδεμένη στην πηγή τροφοδοσίας.</li> <li>▪ Το κλειδί στην θέση ON.</li> <li>▪ Έλεγχος ότι το κουμπί έκτακτης ανάγκης δεν πιέζεται.</li> </ul>  |
| Η χειρολαβή δεν λειτουργεί.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Το κλειδί στην θέση ON.</li> <li>▪ Έλεγχος ότι το κουμπί έκτακτης ανάγκης δεν πιέζεται.</li> <li>▪ Έλεγχος για τις συνδέσεις των καλωδίων μεταξύ της κεντρικής μονάδας και την μονάδας ισχύος.</li> <li>▪ Έλεγχος ότι το βύσμα της χειρολαβής είναι σωστά συνδεδεμένο στο πίσω μέρος της μονάδας ισχύος.</li> </ul> |
| <b>ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ</b>   |  |
| Με την συσκευή σε λειτουργία δεν είναι δυνατή η επιλογή κάποιων επιλογών από το μενού | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Έλεγχος λειτουργικότητας της οθόνης σε διάφορα σημεία της.</li> <li>▪ Καθαρισμός της οθόνης από βρωμιές και αφαίρεση προστατευτικής ταινίας.</li> </ul>   |
| <b>ΕΚΠΟΜΠΗ</b>  |  |

|  |   |
|--|---|
| <p>Η συσκευή ανάβει αλλά η χειρολαβή δεν εκπέμπει στην έξοδο μαγνητικό πεδίο</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Πρέπει να οριστεί πρόγραμμα θεραπείας και να πατηθεί η επιλογή της έναρξης.</li> <li>▪ Έλεγχος για την σύνδεση της χειρολαβής στην μονάδα ισχύος.</li> <li>▪ Έλεγχος για το καλώδιο σύνδεσης ότι είναι συνδεδεμένο στην μονάδα ισχύος.</li> <li>▪ Γενικός έλεγχος για την ακεραιότητα των καλωδίων.</li> <li>▪ Έλεγχος για την κατάλληλη ποσότητα νερού στο δοχείο και επιβεβαίωση για την πράσινη φωτεινή ένδειξη.</li> </ul> |
| <p>Η συσκευή ενεργοποιείται αλλά η χειρολαβή δεν εκπέμπει ραδιοσυχνότητες</p>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Έλεγχος για την σύνδεση της χειρολαβής στην μονάδα ισχύος.</li> <li>▪ Έλεγχος για το καλώδιο σύνδεσης ότι είναι συνδεδεμένο στην μονάδα ισχύος.</li> <li>▪ Έλεγχος για την ακεραιότητα των καλωδίων σύνδεσης και των πλακών γείωσης.</li> <li>▪ Έλεγχος για την κατάλληλη ποσότητα νερού στο δοχείο και επιβεβαίωση για την πράσινη φωτεινή ένδειξη.</li> </ul>  |

#### **4. Συμπεράσματα και αξιολόγηση του διαμαγνητικού επιταχυντή ενεργών μορίων**

Ο διαμαγνητικός επιταχυντής ενεργών μορίων είναι ένα υπερσύγχρονο σύστημα το οποίο χρησιμοποιείται στον τομέα της φυσικοθεραπείας και τα αποτελέσματα της δράσης του είναι άμεσα ορατά σε παθολογίες του μυοσκελετικού συστήματος. Ωστόσο, το μηχάνημα μπορεί να έχει εφαρμογή και στους τομείς της κτηνιατρικής, της αισθητικής ιατρικής και της οδοντολογίας. Επίσης εφαρμόζεται στην ορθοπεδική δηλαδή σε βλάβες που παρουσιάζονται σε μυς, τένοντες, σε κατάγματα και σε παθολογίες των αρθρώσεων και των οστών. Ένας από τους πιο σημαντικούς κλάδους που εφαρμόζεται η διαμαγνητική αντλία είναι ο κλάδος της φυσιατρικής και της αθλητικής. Αθλητές υψηλού επιπέδου και ομάδες σε συνεργασία με κορυφαίους φυσικοθεραπευτές πλέον χρησιμοποιούν την διαμαγνητική αντλία για την αποκατάσταση από μυϊκούς τραυματισμούς, μυοσκελετικά προβλήματα, τενοντίτιδες, διαστρέμματα, οστικά οιδήματα. Εκμεταλλευόμενη την καινοτόμο λειτουργία της η διαμαγνητική αντλία δίνει λύσεις και σε προβλήματα που αφορούν την ρευματολογία, πιο συγκεκριμένα σε χαρακτηριστικές παθολογίες όπως είναι η οσφυαλγία και η οστεοαρθρίτιδα. Όσον αφορά την αισθητική και την δερματολογία η διαμαγνητική αντλία μπορεί να επέμβει σε αλλοιώσεις του δέρματος, πληγές, έλκη, εγκαύματα, ουλές καθώς η μεγάλη ένταση του μαγνητικού πεδίου ενισχύει και επιταχύνει τις διαδικασίες επούλωσης και αναγέννησης των τραυματισμένων ιστών.

Παρακάτω γίνεται μία αναφορά σε κλινικές περιπτώσεις διάφορων παθολογιών που δεν περιλαμβάνουν μόνο μυοσκελετικές παθήσεις στις οποίες εφαρμόστηκε ο διαμαγνητικός επιταχυντής ενεργών μορίων.

#### **❖ Κλινική αναφορά σχετικά με την χρήση της διαμαγνητικής αντλίας για την αντιμετώπιση του πόνου της μέσης**

Το άρθρο δημοσιεύτηκε στις 26 Οκτωβρίου του 2020 από τους Pietro Romeo, Felipe Torres Obando, Manuel Velasc και αναφέρεται στην επίδραση της διαμαγνητικής αντλίας σε παθολογίες που αφορούν τα χρόνια μύοσκελετικά προβλήματα στην μέση.

Ο πόνος στην μέση είναι μία παθολογία που ταλαιπωρεί πολλά χρόνια αρκετούς ανθρώπους και εκδηλώνεται με διάφορους τρόπους. Αρκετές είναι οι περιπτώσεις όπου οι ασθενείς δεν βρίσκουν τον τρόπο να μετριάσουν τον πόνο τον οποίο νιώθουν παρόλο που μπορεί να έχουν δοκιμάσει αρκετές μορφές θεραπείας. Τέτοιες θεραπείες είναι οι ασκήσεις κινησιοθεραπείας, η χρήση λέιζερ χαμηλής ισχύος, η χωρητική και αντιστατική διαθερμία. Επειδή λοιπόν τα αποτελέσματα αυτών των θεραπειών δεν είναι τόσο επιδραστικά δημιουργήθηκε η ανάγκη για έναν νέο τρόπο ο οποίος θα δώσει λύση στο χρόνιο πρόβλημα. Πιο συγκεκριμένα, τα παλμικά μαγνητικά πεδία υψηλής έντασης και χαμηλής συχνότητας είναι αυτά που φαίνεται να συμβάλλουν στην αντιμετώπιση του πόνου στη μέση. Η διαμαγνητική αντλία κάνει χρήση τέτοιου είδους μαγνητικών πεδίων τα οποία σύμφωνα με έρευνες δείχνουν να έχουν αντιφλεγμονώδη αποτελέσματα και συμβάλλουν δραστικά στις αναγεννητικές διαδικασίες του ανθρώπινου οργανισμού. Σύμφωνα με την επιστημονική έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε 18 ασθενείς (12 άντρες και 6 γυναίκες) με μέσο όρο ηλικίας 54 έτη, σε ένα διάστημα 7 μηνών παρατηρήθηκαν άμεσα αποτελέσματα. Οι ασθενείς οι οποίοι συμμετείχαν στην έρευνα παρουσίαζαν διαφορετικό πρόβλημα όσον αφορά τον πόνο στην μέση όπως αρθρίτιδα,



δισκοπάθεια και άλλες παθήσεις που σχετίζονται με την μέση. Για να γίνει αντιληπτό κατά πόσο θα υπήρχε βελτίωση έπειτα από την χρήση της διαμαγνητικής αντλίας οι ασθενείς αξιολογήθηκαν σύμφωνα με την κλίμακα έντασης του πόνου NRS, μία κλίμακα κατά την οποία ο ασθενής περιγράφει την ένταση του πόνου που νιώθει από το 0 έως το 10. Η αξιολόγηση έγινε πριν την έναρξη των θεραπειών, μετά το τέλος της πρώτης θεραπείας, μετά από μία εβδομάδα θεραπειών και μετά το τέλος των θεραπειών που διήρκησαν τρεις εβδομάδες. Οι βιολογικές επιδράσεις έπειτα από την χρήση του διαμαγνητικού επιταχυντή ενεργών μορίων βασίζονται στις αρχές λειτουργίας του μηχανήματος καθώς τα μαγνητικά πεδία υψηλής έντασης μεταφέρονται στα τραυματισμένα κύτταρα με απόλυτη ασφάλεια, φτάνοντας σε μεγάλο βάθος χωρίς να τραυματίζεται ο μυοσκελετικός ιστός. Οι θεραπείες πραγματοποιούνταν τρεις φορές την εβδομάδα για τρεις εβδομάδες, δηλαδή ο κάθε ασθενής πραγματοποίησε εννέα θεραπείες με την χρήση της διαμαγνητικής αντλίας και η διάρκεια της κάθε συνεδρίας ήταν τριάντα λεπτά. Το πρωτόκολλο που εφαρμόστηκε ήταν το παρακάτω:

| Operating Mode    | Frequency (Hz) | Intensity (J) | Diathermia (RF) | Liquids Movement Ratio | Endogenous, Biostimulation, PW | Minutes |
|-------------------|----------------|---------------|-----------------|------------------------|--------------------------------|---------|
| Pain Control      | 5 Hz           | 70            | /               | /                      | /                              | 10      |
| Slow Nerve Fibres |                | /             | Res             | /                      | 4                              | 10      |
| Extracellular     | /              | /             | Res             | 80%                    | /                              | 10      |
| Intracellular     |                |               |                 | 60%                    |                                |         |

Όσον αφορά την ρύθμιση των παραμέτρων:

- Frequency (Hz): η συχνότητα εκφράζει τον ρυθμό επανάληψης του παλμού.
- Intensity (Joule): η ένταση είναι η ενέργεια που παράγεται από το μαγνητικό πεδίο.
- Diathermia (RF): η διαθερμία είναι στην αντιστατική λειτουργία.
- Liquids movement ratio: η κίνηση των υγρών (διαμαγνητικό φαινόμενο) πραγματοποιείται τόσο στην ενδοκυτταρική όσο και στην εξωκυτταρική μήτρα σε ανάλογα ποσοστά.
- Endogenous biostimulation: η ενδογενής βιοδιέγερση αντιστοιχεί στο κατάλληλο εύρος ζώνης της ηλεκτρομαγνητικής συχνότητας που διεγείρει τους ιστούς.

Με την ολοκλήρωση των θεραπειών, παρατηρήθηκε πως όλη η διαδικασία δεν δημιούργησε κανένα πρόβλημα ή κάποια ανεπιθύμητη ενέργεια στους ασθενείς. Όλοι κατάφεραν να παρουσιάσουν μείωση της αίσθησης του πόνου και γενικότερα να βελτιώσουν διάφορες αδυναμίες τους σε σχέση με τις αρχικές μετρήσεις των ειδικών τεστ που υποβλήθηκαν. [29,30]

### ❖ Κλινική αναφορά σχετικά με την χρήση της διαμαγνητικής αντλίας στην νευρολογία

Το 2018 13 Ιουνίου δημοσιεύτηκε ένα επιστημονικό άρθρο από τους Enrico Premi, Nicola Gilberti, Alberto Benussi etc all αναλύοντας την επίδραση της διαμαγνητικής αντλίας και συγκεκριμένα των ισχυρών μαγνητικών πεδίων χαμηλής συχνότητας που παράγει στον τομέα της νευρολογίας. Τα τελευταία χρόνια είναι σύνηθες φαινόμενο η χρήση παλμικών ηλεκτρομαγνητικών πεδίων χαμηλής συχνότητας για την αντιμετώπιση διάφορων μυοσκελετικών παθήσεων όπως κατάγματα, οστικά οιδήματα, ψευδοαρθρώσεις. Επειδή τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία μικρότερα 50 Hz θεωρούνται ότι είναι μη ιοντίζουσα ακτινοβολία και έχουν ενέργεια η οποία δεν προκαλεί φαινόμενα ιονισμού, προέκυψε η επιθυμία για την αξιολόγηση της διαμαγνητικής αντλίας και σε νευρολογικά περιστατικά. Φαίνεται ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας επηρεάζουν την συναπτική δραστηριότητα και τα κανάλια ιόντων που υπάρχουν στις κυτταρικές μεμβράνες.

Στην συγκεκριμένη έρευνα συμμετείχαν 10 άνθρωποι (5 γυναίκες και 5 άνδρες) με μέσο όρο ηλικίας τα 25 έτη, χωρίς καμία νευρολογική ή ψυχολογική ασθένεια. Χρησιμοποιήθηκε ένα τυχαίο σύστημα ελέγχου παραμέτρων της διακρανιακής μαγνητικής διέγερσης, πριν την θεραπεία αλλά και κατά την διάρκεια αυτής 5 λεπτά μετά την έναρξη, 15λεπτά και 30 λεπτά με σκοπό να παρατηρηθεί η νευροτροποποίηση του ανθρώπινου εγκεφάλου. Οι παράμετροι που εφαρμόστηκαν ήταν οι εξής:

- Μαγνητικό πεδίο=2Tesla
- Ένταση μαγνητικού πεδίου=90Joule
- Συχνότητα=7Hz
- Διάρκεια θεραπείας=15 λεπτά.

Η έρευνα δείχνει πως τα μαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας τα οποία μπορούν να παραχθούν από την διαμαγνητική αντλία μπορούν να επηρεάσουν την λειτουργία του εγκεφάλου.

Σκοπός της έρευνας είναι η καταγραφή αποτελεσμάτων σχετικά με την διέγερση του εγκεφάλου μέσω των μαγνητικών πεδίων που παράγει η διαμαγνητική αντλία.[31,44,45]

❖ **Κλινική αναφορά για την χρήση της διαμαγνητικής αντλίας κατά της νόσου SARS-COV2**

Το σχετικό άρθρο δημοσιεύτηκε τον Οκτώβριο του 2020 από τους εξής επιστήμονες: Manuel Velasco, Pietro Romeo, Salvatore Pisani και είχε σαν στόχο να δείξει πως η διαμαγνητοθεραπεία εκμεταλλευόμενη τα ισχυρά μαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας της διαμαγνητικής αντλίας μπορεί να βοηθήσει στην αντιμετώπιση αναπνευστικών προβλημάτων υγείας που προκύπτουν ύστερα από την νόσο SARS-Cov-2. Για την ολοκλήρωση της έρευνας έλαβαν μέρος 10 ασθενείς( 8 άντρες και 2 γυναίκες με μέσο όρο ηλικίας 69,6 ετών) με αναπνευστικά προβλήματα τα οποία προέρχονταν από τη νόσο Covid. Οι ασθενείς αυτοί υποβλήθηκαν σε μαγνητική διέγερση των αναπνευστικών μυών, με την χρήση της διαμαγνητικής αντλίας για ένα σύνολο 6 θεραπειών, με 3 θεραπείες την εβδομάδα για το χρονικό διάστημα των 2 εβδομάδων. Η διάρκεια των θεραπειών ήταν 20 λεπτά και παρακάτω παρουσιάζονται τα πρωτόκολλα που εφαρμόστηκαν καθώς οι τιμές των παραμέτρων όπως είναι η Ενέργεια(J), Ένταση του μαγνητικού πεδίου και η Συχνότητα επανάληψης του μαγνητικού παλμού(Hz).

Πρωτόκολλο 1<sup>ης</sup> Εβδομάδας θεραπειών.

| Pain control                                   | Endogenous biostimulation   | Liquids movement   |
|--|---|--|
| 6 HZR<br>30 J 5'                               | MC 3 PWD 5'<br>FL 3 PWD 5'  | 60% INTRA/EXTRA 5'   |
| PC: Pain Control (effect on pain nerve fibres) | MC: Cell Membrane (activation of ion channels)<br>FL: Slow fibres (improvement of the nerve transmission) | Liquids Movement: (Extracellular Matrix drainage, endo-cellular molecular movements) |

PC: έλεγχος πόνου

MC: κυτταρική μεμβράνη

FL: αργές ίνες

Liquid Movement: κίνηση υγρών

Πρωτόκολλο 2<sup>ης</sup> Εβδομάδας θεραπειών.

| Pain control   | Endogenous biostimulation   | Liquids movement  |
|--|---|---|
| 6 HZR<br>30 J 5'   | MC 3 PWD 5'<br>MS 3 PWD 5'  | 60% INTRA/EXTRA 5'  |
| PC: Pain Control (PC: Pain Control (effect on pain nerve fibres) | MC: Cell Membrane (activation of ion channels)<br>MS: Striated Muscle (muscle cell stimulation) | Liquids movement: (ECM drainage, endo-cellular molecular movements) |

MS: γραμμωτός μυς

Οι ασθενείς δεχόντουσαν παράλληλα φαρμακευτική αγωγή με ειδικά αντι-ινωτικά φάρμακα και οξυγονοθεραπεία προκειμένου να υπάρχει βελτίωση στην λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα μετρήσεων σε ειδικές παραμέτρους που πραγματοποιήθηκαν πριν τις θεραπείες και μετά την ολοκλήρωσή τους, φαίνεται πως υπάρχει

σημαντική βελτίωση στην λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος. Όσον αφορά τις μετρήσεις που έγιναν βασίστηκαν σε διάφορα τεστ και μονάδες αξιολόγησης όπως:

- **BARTEL** → μονάδα αξιολόγησης δραστηριοτήτων στην καθημερινή ζωή.
- **WALKING TEST**→ τεστ αντοχής 6 λεπτά περπάτημα για ασθενείς με αναπνευστικά ή καρδιολογικά προβλήματα.
- **TINETTI**→ κλίμακα αξιολόγησης ισορροπίας και βάδισης.
- **MRS**→ κλίμακα δύσπνοιας.

Γενικότερα από τα αποτελέσματα που προέκυψαν ύστερα από τις κατάλληλες μετρήσεις και τα τεστ που πραγματοποιήθηκαν, σχεδόν σε όλες τις ειδικές παραμέτρους και αξιολογήσεις οι ασθενείς εμφάνισαν βελτίωση. Επίσης, ο κορεσμός του οξυγόνου ήταν μία παράμετρος όπου όλοι οι ασθενείς σημείωσαν βελτίωση στα ποσοστά τους(αύξηση οξυγόνου), επομένως καταλαβαίνουμε την σημασία των θεραπειών με την χρήση ισχυρών μαγνητικών πεδίων χαμηλής συχνότητας.

Η θεραπεία με την χρήση της διαμαγνητικής αντλίας συνέβαλε θετικά στην αντιμετώπιση των προβλημάτων που δημιουργήθηκαν στους ασθενείς έπειτα από την νόσο sars-cov2(πνευμονική ίνωση) τόσο στην απόδοση των αναπνευστικών μυών αλλά και γενικότερα της αναπνευστικής λειτουργίας. Αρκετά σημαντικό είναι να αναφερθεί πως δεν υπήρχε οποιαδήποτε επιπλοκή ή ανεπιθύμητη ενέργεια κατά την διάρκεια των θεραπειών. Αυτό οφείλεται στη δυνατότητα της διαμαγνητικής αντλίας μέσω του ισχυρού μαγνητικού της πεδίου να προκαλεί την κατάλληλη ηλεκτρική διέγερση της κυτταρικής μεμβράνης για κάθε είδος κυτταρικού ιστού.[32]

#### ❖ Κλινική αναφορά για σοβαρές σπάνιες παθήσεις

Τον Φεβρουάριο του 2022 οι επιστήμονες Diego Vergara, Pietro Romeo, Adriana Soto et all, δημοσίευσαν το άρθρο τους για την επίδραση των μαγνητικών πεδίων χαμηλής συχνότητας σε περιπτώσεις σπάνιων ασθενειών. Οι σπάνιες ασθένειες και παθήσεις είναι δύσκολο να αντιμετωπιστούν καθώς απαιτείται κατάλληλη διαχείριση των ασθενών αλλά και εξειδικευμένο προσωπικό το οποίο θα αναλάβει αυτές τις περιπτώσεις. Δεδομένου ότι δεν υπάρχει κάποιες φορές επαρκή ενημέρωση ή δεδομένα στα οποία πρέπει να βασιστούν οι γιατροί για να αντιμετωπίσουν μία τέτοια κατάσταση, καταλαβαίνουμε πως το έργο αυτό γίνεται ακόμη δυσκολότερο. Γενικότερα σπάνια πάθηση ορίζεται μία κατάσταση η οποία επηρεάζει 1 άνθρωπο στους 1500 με τα δεδομένα της Αμερικής, ενώ για την Ευρώπη η αναλογία είναι 1 προς 2000. Το επιστημονικό άρθρο αναφέρεται στα αποτελέσματα που προέκυψαν έπειτα από την διαμαγνητοθεραπεία σε περιπτώσεις ανθρώπων που πάσχουν από σπάνιες ασθένειες και συγκεκριμένα την χρήση των ισχυρών μαγνητικών πεδίων χαμηλής συχνότητας που παράγει η διαμαγνητική αντλία. Η έρευνα διήρκεσε από τον Μάιο του 2019 έως τον Απρίλιο του 2021 και συμμετείχαν 13 ασθενείς με διάφορες σπάνιες παθήσεις όπως μυϊκές δυστροφίες, εγκεφαλική παράλυση, δυστονία κα. Για κάθε περίπτωση πάθησης χρησιμοποιήθηκε ειδικό πρωτόκολλο θεραπείας χάρη στην δυνατότητα της διαμαγνητικής αντλίας να παρέχει ένα ευρύ φάσμα από ηλεκτρομαγνητικές συχνότητες οι οποίες αντιστοιχούν στον εκάστοτε τραυματισμένο ιστό προκαλώντας την επιθυμητή κυτταρική διέγερση. Για τις σπάνιες ασθένειες που αφορούν το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα εφαρμόστηκε διακρανιακή μαγνητική διέγερση, είναι μια μη επεμβατική ανώδυνη τεχνική

για ηλεκτρομαγνητική διέγερση του εγκεφάλου και του νευρικού συστήματος, ενώ για τις παθήσεις που αφορούν τους μύες ή το περιφερειακό νευρικό σύστημα η διαμαγνητοθεραπεία εφαρμόστηκε στην αντίστοιχη περιοχή.

Σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις οι ασθενείς είδαν αποτελέσματα σχετικά με την κίνηση του σώματος, την μυϊκή ενδυνάμωση των άκρων, καλύτερη επικοινωνία και συγκέντρωση σε περιπτώσεις εγκεφαλικού επεισοδίου. Η χρήση λοιπόν των ισχυρών μαγνητικών πεδίων της διαμαγνητικής αντλίας φαίνεται να είναι ασφαλής και να έχει αποτελέσματα σε σοβαρές ασθένειες και παθήσεις του νευρικού συστήματος. Είναι δεδομένο πως τέτοιου είδους ασθένειες είναι δύσκολο να αντιμετωπιστούν πλήρως, όμως δεν παύει η ανάγκη για μία καλύτερη ποιότητα ζωής των ασθενών και των οικογενειών τους η οποία φαίνεται να μπορεί να προσφερθεί έπειτα από κατάλληλη διαχείριση και κλινική εφαρμογή των κατάλληλων θεραπειών. Μία τέτοια θεραπεία είναι και η χρήση των ισχυρών μαγνητικών πεδίων χαμηλής συχνότητας της Διαμαγνητικής Αντλίας.[33,46,47]

#### ❖ Κλινική αναφορά σε ειδική περίπτωση πάθησης

Το άρθρο αυτό δημοσιεύτηκε τον Μάιο του 2022 από τους Roberta Roberti, Gianmarco Marciano, Alessandro Casarella et al, και αναφέρεται στην περίπτωση μίας γυναίκας 69 ετών η οποία έπασχε από το σύνδρομο του σύνθετου περιφερειακού πόνου για 3 ολόκληρα χρόνια. Το σύνδρομο αυτό είναι μία χρόνια νευρολογική κατάσταση που επηρεάζει την καθημερινότητα ενός ανθρώπου σε όλους τους τομείς.

Το σύνδρομο αυτό εμφανίζεται κυρίως μετά από έναν τραυματισμό ή κάποια χειρουργική επέμβαση και παρουσιάζεται σε κάποιο άκρο του ανθρώπινου σώματος σαν ένας συνεχόμενος πόνος. Για την αντιμετώπιση του χρησιμοποιούν αντιφλεγμονώδη φάρμακα και διαδικασίες διέγερσης του μυελού των οστών χωρίς όμως να υπάρχουν άμεσα αποτελέσματα. Για αυτόν τον λόγο έγινε η προσπάθεια αντιμετώπισης αυτού του ιδιόμορφου συνδρόμου μέσω της διαμαγνητικής αντλίας και των ισχυρών μαγνητικών πεδίων που παράγει.

Στην περίπτωση της γυναίκας αυτής το σύνδρομο του σύνθετου περιφερειακού πόνου προέκυψε ύστερα από ένα διάστρεμμα στον αστράγαλο της. Ο έντονος πόνος ήταν το βασικό χαρακτηριστικό του συνδρόμου σε συνδυασμό με το πρήξιμο της αντίστοιχης περιοχής. Η αίσθηση του πόνου δεν υποχωρούσε σχεδόν καθόλου με αποτέλεσμα η ασθενής να αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα στην καθημερινότητα της καθώς δεν μπορούσε ούτε να κοιμηθεί. Μετά από κάποια χρονική περίοδο δεν μπορούσε να δεχθεί άλλη φαρμακευτική αγωγή αφού πλέον την επηρέαζαν και τα φάρμακα λόγω ευαισθησίας. Για αυτό τον λόγο αποφασίστηκε να εφαρμοστεί μία εναλλακτική μέθοδο θεραπείας, πιο συγκεκριμένα να δοκιμαστεί το ισχυρό μαγνητικό πεδίο που παράγει η Διαμαγνητική Αντλία σαν μέσω ανακούφισης του πόνου. Η γυναίκα δέχτηκε ένα σύνολο 10 θεραπειών με εφαρμογή της διαμαγνητικής αντλίας, η διάρκεια των θεραπειών ήταν 25 λεπτά και πραγματοποιούνταν 1 θεραπεία την εβδομάδα.

Πρωτόκολλο θεραπείας για σύνδρομο Σύνθετου Περιφερειακού Πόνου.

| Technical Specifications         | Duration |
|----------------------------------|----------|
| <b>Movement of liquids</b>       |          |
| Intra L: 40-Extra H: 60          | 5 min    |
| <b>Endogenous biostimulation</b> |          |
| Slow fibres: Power 3             | 5 min    |
| Joint                            | 10 min   |
| <b>Pain control</b>              |          |
| 3 Hz                             | 5 min    |

Πριν από κάθε θεραπεία και για όλο το σύνολο των θεραπειών γινόντουσαν μετρήσεις σχετικά με την ένταση του πόνου (με την κλίμακα πόνου NRS έχουμε αναφερθεί και παραπάνω) και το μέγεθος του οιδήματος του τραυματισμένου αστραγάλου. Με την ολοκλήρωση των θεραπειών η ασθενής δεν παρουσίασε κάποια ανεπιθύμητη ενέργεια. Τα αποτελέσματα ήταν θεαματικά καθώς η ένταση του πόνου σύμφωνα με την ίδια βαθμολογήθηκε με 2/10, ενώ και το οίδημα εξαφανίστηκε εντελώς, εξαιτίας της δυνατότητας των ισχυρών μαγνητικών πεδίων της αντλίας να αυξάνουν τις μεταβολικές διαδικασίες όπως είναι η αιματική ροή.

Το συγκεκριμένο περιστατικό αποτελεί ένα ισχυρό παράδειγμα για τις δυνατότητες που μπορεί να προσφέρει η χρήση της διαμαγνητικής αντλίας χάρη στην δύναμη των ισχυρών μαγνητικών πεδίων χαμηλής συχνότητας που παράγει. Ωστόσο θα πρέπει να ακολουθήσουν και ακόμη περισσότερες κλινικές αναφορές από περιστατικά τέτοιου είδους έτσι ώστε να κατοχυρωθεί με βεβαιότητα πως η θεραπεία αυτή είναι κατάλληλη για τέτοια περιστατικά.[34,35,36]

### ❖ Κλινική αναφορά για την αντιμετώπιση φλεβικού έλκους

Τον Ιανουάριο του 2022 δημοσιεύτηκε από τους Roberta Roberti, Gianmarco Marcianò, Alessandro Casarella, Vincenzo Rania et all, ένα άρθρο σχετικά με την αντιμετώπιση ενός έλκους με την χρήση μαγνητικών πεδίων υψηλής έντασης και χαμηλής συχνότητας. Γενικότερα η αντιμετώπιση των έλκων των κάτω άκρων είναι μία αρκετά χρονοβόρα διαδικασία και χρειάζεται να δαπανηθούν αρκετά χρήματα προκειμένου οι ασθενείς να έχουν αποτελέσματα. Ένα έλκος μπορεί να προέλθει από διάφορους τρόπους όπως είναι ένας τραυματισμός, ο διαβήτης, η αρτηριακή πίεση και είναι ένα φαινόμενο το οποίο ταλαιπωρεί ένα μεγάλο αριθμό ανθρώπων. Για την άμεση αντιμετώπιση μίας τέτοιας κατάστασης είναι αναγκαίο να χρησιμοποιηθούν καινούργιες θεραπείες και προσεγγίσεις έτσι ώστε να επέλθουν τα επιθυμητά αποτελέσματα. Μία τέτοια προσέγγιση είναι η χρήση ισχυρών μαγνητικών πεδίων χαμηλής συχνότητας, αυτό μπορεί να επιτευχθεί εφαρμόζοντας την Διαμαγνητική Αντλία. Χάρη στις ιδιότητες της να επιδρά στις κυτταρικές διαδικασίες (αναγέννηση κυττάρων, μεταφορών θρεπτικών ουσιών, μείωση του πόνου) δίνει την δυνατότητα στο θεραπευτικό προσωπικό να ανακουφίζει τους ασθενείς από τον πόνο και να επουλώνει γρηγορότερα τις πληγές τους.

Στην περίπτωση που αναφέρεται το επιστημονικό άρθρο, πρόκειται για μία γυναίκα μεγάλη σε ηλικία (94 ετών) η οποία έπασχε από έντονο πόνο από έλκος στο πόδι και είχε καθλωθεί σε αναπηρικό καροτσάκι καθώς ο πόνος δεν της επέτρεπε να είναι λειτουργική. Έπειτα από αρκετές εξετάσεις και αξιολογήσεις διαγνώστηκε ότι η γυναίκα έπασχε από μία αρτηριακή νόσο η οποία προκάλεσε το έλκος στο πόδι της. Για αυτό τον λόγο η θεραπεία για την αντιμετώπιση του έλκους περιλάμβανε και φαρμακευτική αγωγή αλλά και διαμαγνητοθεραπεία προκειμένου η πληγή του έλκους να αποκατασταθεί γρηγορότερα. Οι θεραπείες με την χρήση της διαμαγνητικής αντλίας επιλέχθηκε να πραγματοποιούνται μία φορά την εβδομάδα και η διάρκεια της κάθε θεραπείας ήταν 25 λεπτά. Ύστερα από 9 εβδομάδες θεραπειών τα αποτελέσματα ήταν θεαματικά καθώς η ηλικιωμένη γυναίκα παρουσίασε σημαντική βελτίωση στην κλίμακα του πόνου (από 8 σε 2 η αίσθηση του πόνου) και στο μέγεθος του έλκους. Τα ισχυρά μαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας που παράγει η διαμαγνητική αντλία μειώνουν τον χρόνο επούλωσης των πληγών καθώς επηρεάζουν τις μεταβολικές διαδικασίες του ανθρώπινου οργανισμού (αύξηση αιματικής ροής, αγγειοδιαστολή, αναγέννηση κυττάρων).

#### Πρωτόκολλο θεραπείας για φλεβικό έλκος.

| <b>Technical Specifications</b>                       | <b>Duration</b> |
|---|-----------------|
| <b>Movement of liquids</b><br>Intra L- Extra L        | 10 min          |
| <b>Endogenous biostimulation</b><br>Cellular membrane | 15 min          |
| <b>Frequency</b><br>5 Hz                              | -               |

Η θεραπεία με την χρήση ισχυρών παλμικών μαγνητικών πεδίων χαμηλής συχνότητας φαίνεται να αποτελεί μία καινοτόμο μη επεμβατική τεχνική για την αντιμετώπιση τέτοιου είδους προβλημάτων. Ωστόσο, χρειάζεται περισσότερη μελέτη σχετικά με την σχέση μεταξύ διαμαγνητοθεραπείας και την χρήση φαρμάκων συνδυαστικά, έτσι ώστε να υπάρχουν καλύτερα αποτελέσματα.[37,38,48]

### ❖ Κλινική αναφορά για την αντιμετώπιση λεμφοιδήματος

Όσον αφορά την παθολογία που ονομάζεται λεμφοίδημα πρόκειται για μία νόσο η οποία καθιστά τους ασθενείς σωματικά ανάπηρους, είναι πολύ δύσκολο να περιοριστεί και οι επιπλοκές που εμφανίζονται είναι πάρα πολλές. Συνεχώς αναζητούνται καινούργιοι τρόποι αντιμετώπισης αυτής της σπάνιας παθολογίας καθώς ταλαιπωρεί ένα μεγάλο ποσοστό ανθρώπων. Συνήθως η παθολογία αυτή προκαλείται από λεμφική δυσπλασία, λεμφαγγειίτιδα, ασθένειες δηλαδή που έχουν να κάνουν με την λειτουργία του λεμφικού συστήματος το οποίο είναι εξαιρετικά χρήσιμο για το ανοσοποιητικό σύστημα του ανθρώπινου οργανισμού. Το συγκεκριμένο άρθρο δημοσιεύτηκε από τους Marcelo Izzo, Luigi Napolitano, Fabrizio Mariani et all, και εξετάστηκε η μέθοδος του διαμαγνητισμού και των ισχυρών μαγνητικών πεδίων χαμηλής συχνότητας που τα τελευταία χρόνια δείχνουν να έχουν επιρροή στους βιολογικούς ιστούς. Επειδή ο διαμαγνητισμός βασίζεται στο φαινόμενο της απώθησης και αφορά κυρίως άτομα υδρογόνου τα οποία απωθούνται από το σημείο στο οποίο εφαρμόζεται το ισχυρό μαγνητικό πεδίο, ενεργοποιούνται και επιταχύνονται πολλές μεταβολικές διαδικασίες οι οποίες συμβάλλουν στην αντιμετώπιση διαφόρων προβλημάτων. Σε αυτήν την περίπτωση που το ανθρώπινο σώμα διαχέεται από ισχυρό μαγνητικό πεδίο που του εφαρμόζεται λειτουργεί σαν αγωγός και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να προκαλείται βιοδιέγερση των κυττάρων.

Ο αριθμός των ανθρώπων – ασθενών που συμμετείχαν στην επιστημονική αυτή έρευνα ήταν 38, οι ηλικίες των ανθρώπων αυτών ήταν από 21 έως 67 ετών και ο μέσος όρος ηλικίας ήταν 47 έτη. Όλοι παρουσίαζαν λεμφοίδημα σε συνδυασμό με οίδημα των κάτω άκρων, για αυτό τον λόγο όλοι πέρασαν από ειδικές κλινικές εξετάσεις προκειμένου να αξιολογηθεί το μέγεθος του προβλήματος. Οι ασθενείς χωρίστηκαν τυχαία σε δύο γκρουπ στα οποία εφαρμόστηκε διαφορετική θεραπεία, στην πρώτη ομάδα ασθενών εφαρμόστηκε θεραπεία με Διαμαγνητική αντλία και κάλτσες συμπίεσης, ενώ στην δεύτερη ομάδα χρησιμοποιήθηκαν μόνο κάλτσες συμπίεσης. Όσον αφορά το πρώτο γκρουπ, η θεραπεία με την χρήση της διαμαγνητικής αντλίας πραγματοποιούνταν τρεις φορές την εβδομάδα για διάστημα δύο μηνών(24 θεραπείες) και η διάρκεια της κάθε θεραπείας ήταν περίπου 30 έως 40 λεπτά. Οι έρευνες είχαν διάρκεια έξι μήνες προκειμένου να αξιολογηθούν σωστά όλες οι μετρήσεις και τα αποτελέσματα, καθώς και τυχόν αρνητικές επιπτώσεις στους ασθενείς.

Στο μεγαλύτερο ποσοστό οι ασθενείς που συμμετείχαν στο πρώτο γκρουπ δηλαδή σε αυτούς που εφαρμόστηκε Διαμαγνητική αντλία και κάλτσες συμπίεσης, έδειξαν καλύτερα αποτελέσματα από αυτούς που τους εφαρμόστηκαν μόνο οι κάλτσες. Έγινε αισθητή η μείωση του οιδήματος και προετοιμάστηκε το σημείο για καλύτερη εφαρμογή της θεραπείας με κάλτσες διαβαθμισμένης συμπίεσης. Πρόκειται για μία ακόμη περίπτωση που η χρήση των ισχυρών μαγνητικών πεδίων χαμηλής συχνότητας που παράγει η Διαμαγνητική αντλία δείχνει να είναι άκρως αποτελεσματική και να συμβάλει στην αντιμετώπιση τέτοιων παθολογιών.[39,40]



### ❖ Κλινική αναφορά: Διαμαγνητική θεραπεία σε παράλυση προσώπου

Το συγκεκριμένο επιστημονικό άρθρο δημοσιεύτηκε στις 10 Ιανουαρίου του 2023 από τους εξής επιστήμονες: Estefania Torres Sanchez, Felipe Torres Obando, Federica di Pardo and Pietro Romeo. Αναφέρεται στην περιφερική πάρεση του προσώπου ή αλλιώς παράλυση και είναι η πιο κοινή νευροπάθεια που επηρεάζει το πρόσωπο. Είναι γνωστή και ως παράλυση Bell, πρόκειται για την παράλυση της μισής πλευράς του προσώπου με τις αιτίες να μην είναι απόλυτα τεκμηριωμένες, το πιο επικρατές σενάριο είναι ότι οφείλεται σε ιογενή μόλυνση του προσωπικού νεύρου. Τα συμπτώματα της συγκεκριμένης παθολογίας είναι η αδυναμία των μυών του προσώπου, η πτώση του βλεφάρου και της γωνίας του στόματος. Όπως γίνεται αντιληπτό πρόκειται για μία αρκετά σοβαρή πάθηση και χρειάζεται άμεσα διάγνωση προκειμένου να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά. Όσον αφορά την αντιμετώπιση της, μέχρι στιγμής συνιστάται φαρμακευτική αγωγή με κορτικοστεροειδή και αντιικά δισκία, ηλεκτροδιέγερση των μυών του προσώπου, χρήση λέιζερ χαμηλής ισχύος και διάφορες ασκήσεις για την κινητοποίηση του προσώπου. Έπειτα από μελέτες σε περιστατικά που έχουν καταγραφεί φαίνεται πως περίπου το 80% σε ποσοστό, θεραπεύονται από την συγκεκριμένη πάθηση αφού πρώτα όμως η διάγνωση έχει γίνει έγκαιρα. Προκειμένου λοιπόν, το ποσοστό αυτό να γίνει ακόμη μεγαλύτερο και τα αποτελέσματα να έρχονται γρηγορότερα οι επιστήμονες εφάρμοσαν μία νέα τεχνολογική μέθοδο θεραπείας η οποία βασίζεται στα ισχυρά μαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας. Τέτοιου είδους μαγνητικά πεδία παράγονται από το αντικείμενο της μελέτης μας, τον διαμαγνητικό επιταχυντή ενεργών μορίων ο οποίος δείχνει να έχει άμεσα αποτελέσματα έπειτα από εφαρμογή του σε διάφορες παθήσεις που αφορούν το νευρικό σύστημα.

Πιο συγκεκριμένα, το άρθρο αναφέρεται στην περίπτωση μίας γυναίκας 49 ετών η οποία έπασχε από περιφερική παράλυση προσώπου. Το επεισόδιο εμφανίστηκε μετά από μία στιγμή έντονης πίεσης και στρες από πλευράς της γυναίκας και εξαιτίας της αργής ανάκαμψης της από τα συμπτώματα της πάθησης αυτής, αποφασίστηκε να εφαρμοστεί θεραπεία μέσω της διαμαγνητικής αντλίας. Η ασθενής δέχτηκε 4 συνολικά θεραπείες, μία θεραπεία την εβδομάδα διάρκειας περίπου 30 λεπτών προκειμένου να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα. Το πρωτόκολλο θεραπείας που εφαρμόστηκε για την παράλυση του προσώπου είναι το εξής:

1. Πρώτη φάση: Λειτουργία Έλεγχος Πόνου (Pain Control) εφαρμογή 5 λεπτά με μία μέση τιμή ενέργειας στο μετωπιαίο μυ.
2. Δεύτερη φάση: Λειτουργία Ενδογενής Βιοδιέγερση ( Endogenous Biostimulation), εφαρμογή 5 λεπτά “nerve fast” για γρήγορες νευρικές ίνες, 5 λεπτά “nerve slow” για αργές νευρικές ίνες και 5 λεπτά “skeletal muscle”. Όλες οι εφαρμογές εφαρμόστηκαν στη δεξιά μεριά του προσώπου.
3. Τρίτη φάση: Λειτουργία μεταφορά υγρών (Movements of liquids), εφαρμογή 5 λεπτά ενδοκυττάρια και 5 λεπτά εξοκυττάρια.

Επειδή αυτός ο τύπος των ισχυρών μαγνητικών πεδίων έχει χρησιμοποιηθεί και σε άλλες περιπτώσεις νευρολογικών παθήσεων και τα αποτελέσματα ήταν εμφανή, για αυτό τον λόγο έγινε η επιλογή για την χρήση του διαμαγνητικού επιταχυντή ενεργών μορίων. Είναι ξεκάθαρο πως τα ισχυρά μαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας που παράγει η διαμαγνητική

αντλία προσφέρουν αντιφλεγμονώδεις και αναγεννητικές επιδράσεις. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, η γυναίκα παρουσίασε άμεση βελτίωση έπειτα από την ολοκλήρωση 4 θεραπειών, καθώς η αίσθηση του πόνου μειώθηκε και οι κινήσεις στο σημείο του προσώπου που υπήρχε το πρόβλημα βελτιώθηκαν. Επίσης η δυνατότητα του μηχανήματος να μεταφέρει με την κατάλληλη συχνότητα την απαραίτητη ένταση στον αντίστοιχο βιολογικό ιστό αυξάνει τις πιθανότητες για την διέγερση των κυττάρων σε μικρότερο χρονικό διάστημα.[41]

## Συμπέρασμα:

Η διαμαγνητική αντλία παράγει ισχυρά μαγνητικά πεδία πολύ μεγαλύτερα από αυτά των κλασικών συσκευών μαγνητοθεραπείας, η ένταση των μαγνητικών πεδίων μπορεί να φτάσει έως 2,2 Tesla. Μία ακόμη βασική διαφορά είναι πως ο τρόπος με τον οποίο εκπέμπονται αυτά τα ισχυρά μαγνητικά πεδία είναι υπερπαλμικός και η ενέργεια τους είναι έως 90 Joule. Βασική ιδιότητα των υπερπαλμικών ισχυρών πεδίων είναι να πολώνουν τον βιολογικό ιστό και τα κύτταρα του ανθρώπινου οργανισμού. Ο διαμαγνητικός επιταχυντής ενεργών μορίων κάνει χρήση αυτών ηλεκτρομαγνητικών πεδίων με σκοπό να επέλθουν όσον το δυνατόν γρηγορότερα τα αποτελέσματα για τον ασθενή. Όπως έχω αναφέρει και παραπάνω η επίδραση της διαμαγνητικής αντλίας στον ανθρώπινο οργανισμό βασίζεται μεταξύ άλλων και στο φαινόμενο της απώθησης. Το νερό από το οποίο αποτελείται κατά μεγάλο ποσοστό το ανθρώπινο σώμα, μόλις έρθει σε επαφή με το ισχυρό μαγνητικό πεδίο που αναπαράγει η διαμαγνητική αντλία, έχει την τάση να σπρώχνεται μακριά από το σημείο που εφαρμόστηκε ο διαμαγνητισμός. Με αυτόν τον τρόπο η μεταφορά των εξωκυττάρων υγρών συμβάλλει στην αντιμετώπιση του οιδήματος, ενώ παράλληλα στα ενδοκυττάρια υγρά αυξάνεται η κινητικότητα τους με αποτέλεσμα να ενεργοποιούνται μεταβολικές δραστηριότητες των κυττάρων. Πιο συγκεκριμένα, τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία που χρησιμοποιούνται έχουν την δυνατότητα να επηρεάζουν βασικές βιολογικές αντιδράσεις του ανθρώπινου οργανισμού. Τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας εκμεταλλεύονται την ικανότητα τους να διεισδύουν σε αρκετά μεγάλο βάθος μέσα στον ανθρώπινο ιστό, ενεργοποιώντας έτσι μηχανισμούς για την προγραμματισμένη απόπτωση των κυττάρων.

Απόπτωση: είναι μία διαδικασία προγραμματισμένου θανάτου των κυττάρων. Ο ανθρώπινος οργανισμός χρησιμοποιεί αυτόν τον μηχανισμό όταν επιθυμεί να καταστρέψει κύτταρα τα οποία είναι άρρωστα ή γερασμένα και μη λειτουργικά. Η απόπτωση είναι ένας αρκετά περίπλοκος μηχανισμός για αυτό τον λόγο ακόμη και σήμερα δεν έχουν ερμηνευτεί με ακρίβεια όλα τα στάδια της. Σε περίπτωση που καταφέρουμε να ερμηνεύσουμε την διαδικασία αυτή του προγραμματισμένου κυτταρικού θανάτου τότε θα γίνουν άλματα όσον αφορά την επίλυση χρόνιων παθολογιών που ταλαιπωρούν το ανθρώπινο είδος.

Ωστόσο, η χρήση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων χαμηλής συχνότητας έχουν και αρνητικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό, τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία παράγουν ελεύθερες ρίζες υδροξυλίου τα λεγόμενα ROS (Reactive Oxygen Species) οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν βλάβες στο ανθρώπινο DNA. Τα ROS είναι ομάδα μορίων τα οποία περιέχουν οξυγόνο, μπορεί να υπάρχουν μέσα στον ανθρώπινο οργανισμό καθώς και να αναπαράγονται με διάφορους τρόπους όπως είναι η υπεριώδης ακτινοβολία, τα φάρμακα, τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Ο ανθρώπινος οργανισμός προσπαθεί να διατηρήσει σε ισορροπία την παρουσία των ελεύθερων ριζών, σε περίπτωση που αυτό δεν συμβαίνει τότε παρουσιάζεται το φαινόμενο του οξειδωτικού στρες. Ουσιαστικά το οξειδωτικό στρες είναι η ανισορροπία που προκύπτει μεταξύ της ύπαρξης και της καταστροφής των ελεύθερων ριζών. Η ανεξέλεγκτη αναπαραγωγή ελεύθερων ριζών δημιουργεί προβλήματα στον οργανισμό καθώς καταστρέφονται με αυτό τον τρόπο τα υγιή κύτταρα. Ο άνθρωπος διαθέτει μηχανισμούς προκειμένου να εμποδίζει την υπερπαραγωγή των ελεύθερων ριζών, ωστόσο αρκετές μελέτες έχουν δείξει πως με το πέρασμα των χρόνων οι μηχανισμοί αυτοί εξασθενούν. Αυτό θα πρέπει να είναι ανησυχητικό μόνο όταν η χρήση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων υψηλής έντασης γίνεται ανεξέλεγκτα και χωρίς να ρυθμίζονται ειδικές παραμέτρους για την αντιμετώπιση διάφορων παθολογιών.[42,43]

Προσωπική μου άποψη είναι πως ο Διαμαγνητικός Επιταχυντής Ενεργών Μορίων ή αλλιώς Διαμαγνητική Αντλία είναι ένα υπερσύγχρονο θεραπευτικό μέσο που μπορεί να εφαρμοστεί σε μία μεγάλη γκάμα από κλινικές παθολογίες. Είναι ένα ασφαλές μηχάνημα τόσο για τον θεραπευτή όσο και για τον άνθρωπο ο οποίος δέχεται την θεραπεία καθώς ενώ χρησιμοποιεί μαγνητικά πεδία πολλή υψηλής ενέργειας η ακτινοβολία που εκπέμπεται είναι μη ιονίζουσα. Μέχρι στιγμής τα δεδομένα που υπάρχουν από τους φυσικοθεραπευτές που χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο μέσο για αντιμετώπιση μυοσκελετικών προβλημάτων αλλά και παθήσεις που αφορούν το νευρικό σύστημα δείχνουν πως η θεραπεία με διαμαγνητισμό βελτιώνει την ταχύτητα αλλά και την ποιότητα της αποκατάστασης των ασθενών. Ωστόσο θεωρώ πως πρέπει να ακολουθήσουν περισσότερες κλινικές έρευνες και στοιχεία που θα τεκμηριώνουν όλα τα παραπάνω.

## 5. Πηγές – Αναφορές

### 1.1 Ιατροτεχνολογικός εξοπλισμός στο κλάδο της φυσικοθεραπείας

- [1] Sathya, P. Application of telemedicine & E medicine in physiotherapy emerging trends.
- [2] Rathod, V., Naik, V., Patel, H., & Gandhi, M. Physiotherapy awareness in primary school teachers-cross sectional survey. Available at: <http://recentscientific.com/sites/default/files/9811-A-2018.pdf>

### 1.2 Η θεωρία του μαγνητισμού

- [3] Jackson, Roland (21 July 2014). «[John Tyndall and the Early History of Diamagnetism](#)». *Annals of Science*: 4. [Accessed 28 October 2014].
- [4] Chang, M. C. «[Diamagnetism and paramagnetism](#)» (PDF). *NTNU lecture notes*. [Accessed 24 Φεβρουαρίου 2011].
- [5] Williams, L. Pearce. "Michael Faraday". *Encyclopedia Britannica*, 12 Dec. 2022, <https://www.britannica.com/biography/Michael-Faraday>. Accessed 11 February 2023
- [6] Joshi, N.V. (2013) ‘Mechanism for Electrostatic Repulsion or Attraction’, *World Journal of Mechanics*, 03(07), pp. 307–309. Available at: <https://doi.org/10.4236/wjm.2013.37032>

### 1.3 Μαγνητικό πεδίο

- [7] Bleaney, Brebis, Kashy, Edwin, Robinson, Frank Neville H., McGrayne, Sharon Bertsch and Suckling, Eustace E.. "magnetism". *Encyclopedia Britannica*, 26 Jan. 2023, <https://www.britannica.com/science/magnetism>. Accessed 9 February 2023.
- [8] Yamato, M. and Kimura, T. (2020) ‘Magnetic Processing of Diamagnetic Materials’, *Polymers*, 12(7), p. 1491. Available at: <https://doi.org/10.3390/polym12071491>
- [9] Eisberg, R.M. and Resnick, R. (1985) *Quantum physics of atoms, molecules, solids, nuclei, and particles*. 2nd ed. New York: Wiley.

### 1.4 Μαγνητοθεραπεία

- [10] Zwolińska, J., Gąsior, M., Śnieżek, E., & Kwolek, A. (2016), The use of magnetic fields in treatment of patients with rheumatoid arthritis. Review of the literature. *Reumatologia*, 54(4), 201.
- [11] Markov, M., (2007). Magnetic Field Therapy: A Review. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 26, 1-23.

## 2.1 Αρχή λειτουργίας της διαμαγνητικής αντλίας

[12] <https://skordis.gr/diamagnitiki-antlia.html>

[13] <https://www.physiof.gr/diamagnitikiantlia.html>

[14] Schulz, Michael (2003). «[Three-Dimensional Imaging of Atomic Four-Body Processes](#)». *Nature* **422** (6927): 48-51. doi:10.1038/nature01415

## 2.2 Διαμαγνητοθεραπεία

[15] [file:///E:/Brochure/CTU%20MGA%202020\\_ENG\\_2021.pdf](file:///E:/Brochure/CTU%20MGA%202020_ENG_2021.pdf)

[16] <https://periso.ch/diamagnetic-pump/>

## 2.3 Μαγνητικές ιδιότητες των υλικών

[17] Yamato, M. and Kimura, T. (2020) ‘Magnetic Processing of Diamagnetic Materials’, *Polymers*, 12(7), p. 1491. Available at: <https://doi.org/10.3390/polym12071491>

[18] <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>

[19] <https://docplayer.gr/45105309-Kefalaio-4-periohes-weiss.html>

[20] Britannica, The Editors of Encyclopaedia. "magnetic permeability". *Encyclopedia Britannica*, 29 Sep. 2022, <https://www.britannica.com/science/magnetic-permeability>. [Accessed 9 February 2023].

## 2.4 Οι βασικοί μηχανισμοί δράσης του μηχανήματος- Μέθοδοι λειτουργίας

[21] [https://drive.google.com/drive/folders/1zN9BjUHW9U5tJpJN5wQP57o4\\_XBaqCI](https://drive.google.com/drive/folders/1zN9BjUHW9U5tJpJN5wQP57o4_XBaqCI)

Αρχεία από την κατασκευαστική εταιρία Periso.

[22] John Krantz. Experiencing Sensation and Perception. "Chapter 1: What is Sensation and Perception?" pp. 1.6 [Αρχειοθετήθηκε](#) 2017-11-17 στο [Wayback Machine](#). Retrieved May 25, 2012.

[23] Swieboda, P. *et al.* (2013) ‘Assessment of pain: types, mechanism and treatment’, *Annals of agricultural and environmental medicine: AAEM*, Spec no. 1, pp. 2–7.

### Gate control:

[24] Mendell, L.M. (2014) ‘Constructing and deconstructing the gate theory of pain’, *Pain*, 155(2), pp. 210–216. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.12.010>.

[25] Katz, J. and Rosenbloom, B.N. (2015) ‘The Golden Anniversary of Melzack and Wall’s Gate Control Theory of Pain: Celebrating 50 Years of Pain Research and Management’, *Pain Research and Management*, 20(6), pp. 285–286. Available at: <https://doi.org/10.1155/2015/865487>.

### 3.1 Έλεγχος ποιότητας του διαμαγνητικού επιταχυντή ενεργών μορίων

[21] [https://drive.google.com/drive/folders/1zN9BjUHW9U5tJpJN5wQP57o4\\_XBaQCl](https://drive.google.com/drive/folders/1zN9BjUHW9U5tJpJN5wQP57o4_XBaQCl)  
Αρχεία από την κατασκευαστική εταιρία Periso.

#### Για σύστημα διαθερμίας TECAR:

[26] Beltrame R, Ronconi G, Ferrara PE, Salgovic L, Vercelli S, Solaro C, Ferriero G. Capacitive and resistive electric transfer therapy in rehabilitation: a systematic review. *Int J Rehabil Res*. 2020 Dec;43(4):291-298. doi: 10.1097/MRR.0000000000000435. PMID: 32909988.

[27] Matsushita H, Nagai-Tanima M, Aoyama T, Nakamura M. Effects of capacitive and resistive electric transfer and hot pack interventions on the autonomic nervous system in young women. *Electromagn Biol Med*. 2022 Oct 2;41(4):364-369. doi: 10.1080/15368378.2022.2125528. Epub 2022 Sep 21. PMID: 36129060.

[28] De Sousa-De Sousa L, Tebar Sanchez C, Maté-Muñoz JL, Hernández-Lougedo J, Barba M, Lozano-Estevan MDC, Garnacho-Castaño MV, García-Fernández P. Application of Capacitive-Resistive Electric Transfer in Physiotherapeutic Clinical Practice and Sports. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Nov 26;18(23):12446. doi: 10.3390/ijerph182312446. PMID: 34886180; PMCID: PMC8657372.

### 3.2 Προφυλάξεις

[21] [https://drive.google.com/drive/folders/1zN9BjUHW9U5tJpJN5wQP57o4\\_XBaQCl](https://drive.google.com/drive/folders/1zN9BjUHW9U5tJpJN5wQP57o4_XBaQCl)  
Αρχεία κατόπιν άδειας από την κατασκευαστική εταιρία Periso.

### 3.3 Διαδικασίες συντήρησης- Αντιμετώπιση προβλημάτων

[21] [https://drive.google.com/drive/folders/1zN9BjUHW9U5tJpJN5wQP57o4\\_XBaQCl](https://drive.google.com/drive/folders/1zN9BjUHW9U5tJpJN5wQP57o4_XBaQCl)  
Αρχεία κατόπιν άδειας από την κατασκευαστική εταιρία Periso.

## 4. Συμπεράσματα και αξιολόγηση του διαμαγνητικού επιταχυντή ενεργών μορίων

#### Κλινική αναφορά low back pain:

[29] Obando AFT, Velasco JM, Romeo P (2020). Variable Low Frequency-High Intensity-Pulsed Electromagnetic Fields in the Treatment of Low Back Pain: A Case Series Report and a Review of the Literature. *J Orthop Res Ther* 5: 1174. DOI: 10.29011/2575-8241.001174.

[30] Golob, A.L. and Wipf, J.E. (2014) ‘Low Back Pain’, *Medical Clinics of North America*, 98(3), pp. 405–428. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2014.01.003>.

[50] Elshawi AM, Hamada HA, Mosaad D, Ragab IMA, Koura GM, Alrawaili SM. Effect of pulsed electromagnetic field on nonspecific low back pain patients: a randomized controlled trial. *Braz J Phys Ther*. 2019 May-Jun;23(3):244-249. doi: 10.1016/j.bjpt.2018.08.004. Epub 2018 Aug 21.

### **Κλινική αναφορά για αντιμετώπιση νευρολογίας:**

[31] Premi, E. *et al.* (2018) ‘Modulation of long-term potentiation-like cortical plasticity in the healthy brain with low frequency-pulsed electromagnetic fields’, *BMC Neuroscience*, 19(1), p. 34. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12868-018-0434-z>.

[44] Urnukhsaikhan, E., Mishig-Ochir, T., Kim, SC. *et al.* Neuroprotective Effect of Low Frequency-Pulsed Electromagnetic Fields in Ischemic Stroke. *Appl Biochem Biotechnol* **181**, 1360–1371 (2017). <https://doi.org/10.1007/s12010-016-2289-z>.

[45] Rossini PM, Burke D, Chen R, Cohen LG, Daskalakis Z, Di Iorio R, Di Lazzaro V, Ferreri F, Fitzgerald PB, George MS, et al. Non-invasive electrical and magnetic stimulation of the brain, spinal cord, roots and peripheral nerves: basic principles and procedures for routine clinical and research application. An updated report from an I.F.C.N. Committee. *Clin Neurophysiol.* 2015;126(6):1071–107.

### **Κλινική αναφορά για αντιμετώπιση Covid:**

[32] Diagnosis and Treatment Guideline for Novel Coronavirus Pneumonia . 7th ed. 2020. The People's Republic of China: National Health Commission of the People's Republic of China, General Office of the National Health Commission. <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7653p/202003/46c9294a7dfe4cef80dc7f5912eb1989.shtml>

### **Κλινική αναφορά για αντιμετώπιση σπάνιων ασθενειών:**

[33] The Effects of Low-Frequency High-Intensity Pulsed Electromagnetic Fields (Diamagnetic Therapy) in the Treatment of Rare Diseases: A Case Series Preliminary Study’ (2022) *Journal of Neurology and Experimental Neural Science*, 4(1). Available at: <https://doi.org/10.29011/2577-1442.100045>.

[46] Zablotskii V, Polyakova T, Lunov O, Dejneka A. How a High-Gradient Magnetic Field Could Affect Cell Life. *Sci Rep.* 2016 Nov 18;6:37407. doi: 10.1038/srep37407. PMID: 27857227; PMCID: PMC5114642.

[47] Cichoń N, Bijak M, Miller E, Saluk J. Extremely low frequency electromagnetic field (ELF-EMF) reduces oxidative stress and improves functional and psychological status in ischemic stroke patients. *Bioelectromagnetics.* 2017;38(5):386–396. doi:10.1002/bem.22055.

### **Κλινική αναφορά για αντιμετώπιση περιφερειακού συνδρόμου πόνου:**

[34] Roberti, R.; Marcianò, G.; Casarella, A.; Rania, V.; Palleria, C.; Vocca, C.; Catarisano, L.; Muraca, L.; Citraro, R.; Romeo, P.; De Sarro, G.; Gallelli, L. Diamagnetic Therapy in a Patient with Complex Regional Pain Syndrome Type I and Multiple Drug Intolerance: A Case Report. *Reports* **2022**, 5, 18. <https://doi.org/10.3390/reports5020018>

[35] Kessler, A.; Yoo, M.; Calisoff, R. Complex regional pain syndrome: An updated comprehensive review. *NeuroRehabilitation* **2020**, 47, 253–264.



[36] Wade, B. A Review of Pulsed Electromagnetic Field (PEMF) Mechanisms at a Cellular Level: A Rationale for Clinical Use. *Am. J. Health Res.* **2013**, *1*, 51.

#### **Κλινική αναφορά για αντιμετώπιση έλκους:**

[37] Roberti, R.; Marcianò, G.; Casarella, A.; Rania, V.; Palleria, C.; Muraca, L.; Citraro, R.; De Sarro, G.; Serra, R.; Romeo, P.; Gallelli, L. High-Intensity, Low-Frequency Pulsed Electromagnetic Field as an Odd Treatment in a Patient with Mixed Foot Ulcer: A Case Report. *Reports* 2022, *5*, 3. <https://doi.org/10.3390/reports5010003>

[38] Jiao, M.; Yin, H.; Hu, J.; Xu, W.; Zhang, X.; Zhang, P. Effects of Low-Frequency Pulsed Electromagnetic Fields on High-Altitude Stress Ulcer Healing in Rats. *BioMed Res. Int.* **2019**, *2019*, 6354054–8.

[48] Saliev, T.; Mustapova, Z.; Kulsharova, G.; Bulanin, D.; Mikhailovsky, S. Therapeutic potential of electromagnetic fields for tissue engineering and wound healing. *Cell Prolif.* **2014**, *47*, 485–493.

#### **Κλινική αναφορά για αντιμετώπιση λεμφοιδήματος:**

[39] Gasbarro V., Castaldi A.; La fisiopatologia del sistema linfatico in: S.Mancini, "Trattato di Flebologia e Linfologia", UTET Torino, 2001; Vol.2: 1113-1125.

[40] <https://www.venizeleio.gr/ti-ine-to-lemfidima-ke-pos-antimetopizete/>

#### **Κλινική αναφορά για αντιμετώπιση παράλυσης προσώπου:**

[41] Estefania Torres Sanchez, Felipe Torres Obando, Federica di Pardo, Pietro Romeo. The Effects of Diamagnetic Therapy in a Peripheral Facial Paralysis: A Case Report. *Adv Case Stud.* 3(5). AICS.000571. 2023.

[49] Liu Z, Xie D, Wen X, Wang R, Yang Q, Liu H, Shao Y, Liu T. Peripheral Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation(rTMS) for Idiopathic Facial Nerve Palsy: A Prospective, Randomized Controlled Trial. *Neural Plast.* 2022 Jul 13;2022:7536783. doi: 10.1155/2022/7536783. PMID: 35875789; PMCID: PMC9300274.

#### **Συμπέρασμα:**

[42] Saliev, T. *et al.* (2019) ‘Biological effects of non-ionizing electromagnetic fields: Two sides of a coin’, *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 141, pp. 25–36. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2018.07.009>.

[43] Srinivas, U.S. *et al.* (2019) ‘ROS and the DNA damage response in cancer’, *Redox Biology*, 25, p. 101084. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.redox.2018.101084>.

## Πηγές - Αναφορές Εικόνων

Εικόνα [1]: Physic Lessons Η βιβλιοθήκη της φυσικής. Ανακτήθηκε από:

<http://physiclessons.blogspot.com/2012/02/blog-post.html>

Εικόνα[2]: Magnetism World. Ανακτήθηκε από:

<http://magworld.physics.auth.gr/world/history#tab2>

Εικόνα [3]: The Faraday Club Ανακτήθηκε από: <http://faradayclubaward.org/michael-faraday/>

Εικόνα [4]: Magnetism World. Ανακτήθηκε από:

<http://magworld.physics.auth.gr/world/history#tab2>

Εικόνα [5]: ScienceFacts.net. Ανακτήθηκε από: <https://www.sciencefacts.net/faradays-law.html>

Εικόνα [6]: Magnusmagnetica. Ανακτήθηκε από:

<https://www.magnusmagnetica.com/polarity>

Εικόνα [7]: SCIENTIFIC AMERICAN. Ανακτήθηκε από:

<https://www.scientificamerican.com/article/why-dont-magnets-work-on/>

Εικόνα [8]: Wikipedia (Wilhelm Eduard Weber). Ανακτήθηκε από:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Wilhelm\\_Eduard\\_Weber](https://en.wikipedia.org/wiki/Wilhelm_Eduard_Weber)

Εικόνα [9,10]: EME Physio. Ανακτήθηκε από: <https://en.eme-physio.com/product-category/magnetotherapy/>

Εικόνα [12]: Magnetic properties of materials. Ανακτήθηκε από:

<http://info.ee.surrey.ac.uk/Workshop/advice/coils/mu/>

Εικόνα [13]: WEVOLVER. Ανακτήθηκε από: <https://www.wevolver.com/article/what-is-magnetism-examples-of-magnetic-substances>

Εικόνα [17]: SEMANTIC SCHOLAR. Ανακτήθηκε από: [The golden anniversary of Melzack and Wall's gate control theory of pain: Celebrating 50 years of pain research and management](https://www.semanticscholar.org/entry/The-golden-anniversary-of-Melzack-and-Wall-s-gate-control-theory-of-pain-Celebrating-50-years-of-pain-research-and-management)

Εικόνα [23]: Villa Ardeatina. Ανακτήθηκε από: <https://www.villaardeatina.it/terapie-strumentali/tecarterapia/>

Εικόνα [14,15,16,18,19,20,21,22,24] : Ανακτήθηκε από:

[https://drive.google.com/drive/folders/1zN9BjUHW9U5tJpJN5wQP57o4\\_XBaqCI](https://drive.google.com/drive/folders/1zN9BjUHW9U5tJpJN5wQP57o4_XBaqCI)

Αρχεία κατόπιν άδειας, από την κατασκευαστική εταιρία Periso.