

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Σ.Ε.Υ.Π.

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ
ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ ΚΑΙ
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ELECTROCEUTICALS**

ΦΟΙΤΗΤΕΣ: ΔΗΜΟΥ ΜΑΡΙΑ & ΚΛΟΥΒΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΑΙΓΙΟ, 2015

THE EFFECTS OF ELECTROMAGNETIC RADIATION TO THE TISSUES AND APPLICATIONS OF ELECTROCEUTICALS

Electromagnetic radiation is considered an important means of treatment for the rehabilitation of patients. There are many types of electromagnetic radiation others with positive and others with negative impacts on biological tissues.

In this BSc thesis there was an attempt to focus on the positive effects of electromagnetic radiation on biological tissues and the effect it has on a cellular level. More specifically we focused on the applications of electroceuticals, a relatively new, but still promising electromagnetic radiation method which finds application in many diseases. The healing of recalcitrant ulcers, the neck injury, postoperative pain, plantar fasciitis are some of the diseases, in which electroceuticals can find application.

The main objective was, through the collection of information from clinical studies that have been done, to investigate whether and to what extent there are positive findings in using electroceuticals and whether studies have been sufficient to provide us with reliability, the effectiveness of these devices.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η χρήση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ως μέσο θεραπείας διαφόρων παθήσεων είναι κάτι που χρονολογείται αρκετά χρόνια πίσω. Η ικανότητα που έχει να ασκεί επίδραση τόσο στους βιολογικούς ιστούς όσο και σε κυτταρικό επίπεδο, την καθιστά κατάλληλη ώστε να βρίσκει εφαρμογή σε ένα ευρύ φάσμα παθήσεων με απώτερο σκοπό την μείωση του πόνου για τον οποίο είναι υπεύθυνες οι παθήσεις αυτές.

Η διερεύνηση των θεραπευτικών αποτελεσμάτων της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας βρίσκεται ακόμη εν εξελίξει και συνεχώς εκπονούνται νέες έρευνες που αποσκοπούν στην διαλεύκανση της επιρροής της στους βιολογικούς ιστούς και αν και κατά πόσο η αποτελεσματικότητα της είναι αξιόπιστη.

Τα τελευταία χρόνια νέες συσκευές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ξεπροβάλλουν στην επιφάνεια, πιο εξελιγμένες και πολλά υποσχόμενες για τη μείωση του πόνου που προέρχεται από διάφορες παθήσεις.

Αν και είναι πολύ νωρίς ακόμη να κατοχυρωθεί με βεβαιότητα η αξιοπιστία των συσκευών αυτών, διάφορες μελέτες που γίνονται επισημαίνουν τα θετικά ευρήματα που προκύπτουν κατά τη χρήση τους.

Αυτό που πρέπει να διερευνηθεί είναι εάν οι μελέτες αυτές είναι επαρκείς, έγκυρες και αν οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται κατά την διεξαγωγή τους είναι αξιόπιστες ώστε τα αποτελέσματα που προκύπτουν από αυτές να είναι αληθή.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία θεωρείται ένα σημαντικό μέσο θεραπείας για την φυσιοθεραπευτική αποκατάσταση των ασθενών. Υπάρχουν πολλά είδη ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας άλλα με θετικές και άλλα με αρνητικές επιπτώσεις στους βιολογικούς ιστούς.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία έγινε μια προσπάθεια να επικεντρωθούμε στις θετικές επιδράσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στους βιολογικούς ιστούς αλλά και στην επίδραση που έχει σε κυτταρικό επίπεδο.

Πιο συγκεκριμένα εστίασαμε στις εφαρμογές των electroceuticals, μιας σχετικά νέας, αλλά παρόλα αυτά πολλά υποσχόμενης μεθόδου εκπομπής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που βρίσκει εφαρμογή σε πολλές παθήσεις. Η επούλωση δύστροπων ελκών, ο αυχενικός τραυματισμός, ο μετεγχειρητικός πόνος, η πελματιαία απονευρωσίτιδα είναι μερικές από τις παθήσεις στις οποίες βρίσκουν εφαρμογή τα electroceuticals.

Κύριος στόχος ήταν, μέσα από τη συλλογή πληροφοριών που αντλήσαμε από τις κλινικές μελέτες, να διερευνήσουμε εάν και κατά πόσο υπάρχουν θετικά ευρήματα κατά την χρήση των electroceuticals και αν οι μελέτες που έχουν γίνει είναι επαρκείς ώστε να μας παρέχουν με αξιοπιστία, την αποτελεσματικότητα των συσκευών αυτών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΑΓΓΙΚΗ ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	σελ.1
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	σελ.2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	σελ.3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	σελ.7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΔΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΣΤΟΥΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ.....	σελ.8
1.1 Ιονίζουσα ακτινοβολία.....	σελ.8
1.2 Μη ιονίζουσα ακτινοβολία.....	σελ.8
1.3 Ακτινοβολία ραδιοσυχνότητων (RF).....	σελ.9
1.4 Υπέρυθρη ακτινοβολία.....	σελ.9
1.5 Υπεριώδης ακτινοβολία.....	σελ.9
1.6 Ακτίνες Χ.....	σελ.10
1.7 Ακτίνες γάμα.....	σελ.10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΣΤΑ ΚΥΤΤΑΡΑ.....	σελ.11
2.1 Ιστορική αναδρομή της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας ως θεραπευτικό μέσο.....	σελ.11
2.2 Η επίδραση της ηλεκτρικής ενέργειας στους ιστούς του ανθρώπινου σώματος.....	σελ.13
2.3 Φυσιολογία της κυτταρικής μεμβράνης.....	σελ.15
2.3.1 Ηλεκτρικά φαινόμενα στα διεγέρσιμα κύτταρα.....	σελ.17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ.....	σελ.20
3.1 Εφαρμογές της ηλεκτροθεραπείας στους ιστούς.....	σελ.20
3.2 Μεταβολές των ιστών με την εφαρμογή ρευμάτων.....	σελ.21
3.2.1 Εφαρμογές των ρευμάτων στα οστά.....	σελ.22
3.2.2 Εφαρμογές των ρευμάτων στο δέρμα.....	σελ.24

3.2.3 Εφαρμογές των ρευμάτων στους τένοντες και σε άλλους ιστούς.....σελ.26	σελ.26
3.2.4 Εφαρμογές των ρευμάτων σε μυϊκούς τραυματισμούς.....σελ.26	σελ.26
3.2.5 Εφαρμογές των ρευμάτων για την ηλεκτρική διέγερση του εγκεφάλου.....σελ.26	σελ.26
3.3 Υλικά κατασκευής των ηλεκτροδίων.....σελ.27	σελ.27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ELECTROCEUTICALS.....σελ.29	σελ.29
4.1 Electroceuticals-Ορισμός.....σελ.29	σελ.29
4.2 Συσκευές electroceuticals.....σελ.30	σελ.30
4.3 Μικροσυσκευές βραχέων κυμάτων(actipatch).....σελ.30	σελ.30
4.4 Τρόπος λειτουργίας μικροσυσκευών βραχέων κυμάτων(actipatch).....σελ.31	σελ.31
4.5 Παράμετροι συσκευών actipatch.....σελ.32	σελ.32
4.6 Κλινικές μελέτες συσκευών actipatch.....σελ.33	σελ.33
4.6.1 Μελέτη συσκευών actipatch σε μετεγχειρητικό πόνο.....σελ.34	σελ.34
4.6.2 Μελέτη συσκευών actipatch σε αυχενικό τραυματισμό.....σελ.35	σελ.35
4.6.3 Μελέτη συσκευών actipatch σε πελματιαία απονευρωσίτιδα.....σελ.35	σελ.35
4.6.4 Μελέτη των συσκευών actipatch σε μυϊκούς πόνους.....σελ.38	σελ.38
4.6.5 Μελέτη των συσκευών actipatch για την επούλωση δύστροπων ελκών.....σελ.40	σελ.40
4.7 Συσκευές ασύρματης διέγερσης μικρορευμάτων (WMCS).....σελ.42	σελ.42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5:ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....σελ.45	σελ.45
5.1 Μελέτες περίπτωσης.....σελ.45	σελ.45
5.2 Υλικό και μέθοδος.....σελ.46	σελ.46
5.2.1 Σχεδιασμός της έρευνας.....σελ.46	σελ.46
5.2.2 Πληθυσμός – Δείγμα.....σελ.46	σελ.46

5.3 Μελέτες Περίπτωσης.....σελ.	46
5.4 Συμπεράσματα.....σελ.	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6:ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....σελ.	49
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....σελ.	51

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΕΙΚΟΝΑ 2.1 Πλασματική μεμβράνη.....σελ.	15
--	----

ΚΕΦΑΚΑΙΟ 4

ΕΙΚΟΝΑ 4.1 Συσκευή βραχέων κυμάτων actipatch.....σελ.	31
--	----

ΕΙΚΟΝΑ 4.2 Το έλκος φλεβικής στάσης ασθενή όπως παρουσιάζεται στην αρχή,στην δεύτερη,στην τέταρτη και στην έκτη εβδομάδα της θεραπείας.....σελ.	41
--	----

ΕΙΚΟΝΑ 4.3 Επούλωση του διαβητικού έλκους ασθενή σε διάστημα τριών εβδομάδων.....σελ.	41
--	----

ΕΙΚΟΝΑ 4.4 Επούλωση του διαβητικού έλκους ασθενή μετά από τρεις εβδομάδες θεραπείας.....σελ.	42
---	----

ΕΙΚΟΝΑ 4.5 Συσκευή W-200 ασύρματης διέγερσης μικρορευμάτων (WMCS).....σελ.	44
---	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΙΚΟΝΑ 5.1 Παρουσίαση του ερωτηματολογίου για την on-line εκτίμηση του Lysholm score.....σελ.	47
--	----

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1 Παράμετροι συσκευών παλμικής διαθερμίας βραχέων κυμάτων.....σελ.	33
---	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1 Στοιχεία ομάδων που μελετήθηκαν και αποτελέσματα σύγκρισης.....σελ.	48
--	----

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι γνωστό ότι το ανθρώπινο σώμα είναι ευαίσθητο στα ηλεκτρικά ερεθίσματα. Αυτό οφείλεται στο ότι τα κύτταρα του σώματος βασίζονται στις ηλεκτρικές αρχές.

Η βιοηλεκτρική ασχολείται με την ανάπτυξη φαρμάκων, τα οποία χρησιμοποιούν ηλεκτρικούς παλμούς ώστε να διαμορφώσουν τα νευρωνικά κυκλώματα του σώματος ως εναλλακτική για τις θεραπείες που βασίζονται στη χορήγηση φαρμάκων.

Τα «electroceuticals» είναι ένας πρόσφατος όρος που περικλείει όλη την βιοηλεκτρική ιατρική η οποία χρησιμοποιεί ηλεκτρική διέγερση για να επηρεάσει και να τροποποιήσει τις διάφορες λειτουργίες του σώματος. Με άλλα λόγια τα «electroceuticals» ορίζονται ως ιατρικές θεραπείες βασισμένες σε ηλεκτρικά ερεθίσματα.

Αρκετές ακαδημαϊκές ερευνητικές ομάδες έχουν δείξει ενδιαφέρον στο πεδίο των «electroceuticals» και έχουν ήδη χαρτογραφήσει τα νευρωνικά κυκλώματα σε ζώα αλλά και σε ανθρώπους.

Η θεραπεία διαφόρων ασθενειών με τη χρήση ηλεκτρικών ερεθισμάτων είναι γνωστή εδώ και δεκαετίες. Συσκευές όπως κοχλιακά εμφυτεύματα για την αποκατάσταση της ακοής, εμφυτεύματα αμφιβληστροειδούς για την αποκατάσταση της όρασης, καρδιακοί βηματοδότες και απινιδωτές είναι κάποια παραδείγματα που βρίσκουν εφαρμογή τα electroceuticals.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΔΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΣΤΟΥΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ

1.1 Ιονίζουσα ακτινοβολία

Η ιονίζουσα ακτινοβολία περιλαμβάνει επαρκή ηλεκτρομαγνητική ενέργεια ώστε να αφαιρέσει άτομα και μόρια από τον ιστό και να μεταβάλει τις χημικές αντιδράσεις στο σώμα. Οι ακτίνες χ και γάμα είναι δύο μορφές της ιονίζουσας ακτινοβολίας. Όλοι οι άνθρωποι είναι συνεχώς εκτεθειμένοι σε χαμηλά επίπεδα ιοντιζουσών ακτινοβολιών από φυσικές πηγές. Αυτού του είδους η ακτινοβολία αναφέρεται ως φυσική ακτινοβολία υποβάθρου. (Ali Zamanian and Cy Hardiman, 2005).

1.2 Μη ιονίζουσα ακτινοβολία

Το κατώτερο μέρος της συχνότητας του φάσματος θεωρείται μη ιονίζουσα ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (EMR), με τα επίπεδα ενέργειας κάτω από αυτό που απαιτείται ώστε να υπάρξουν επιπτώσεις σε ατομικό επίπεδο. Τα στατικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία συνεχούς ρεύματος, τα κύματα χαμηλής συχνότητας ηλεκτρικού ρεύματος (50-60 Hz), πεδία εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας (ELF) και πολύ χαμηλής συχνότητας (VLF) (έως 30 kHz) η υπέρυθρη ακτινοβολία, το ορατό φως και η υπεριώδης ακτινοβολία, είναι μερικά παραδείγματα μη ιονίζουσας ακτινοβολίας. Η ενέργεια που παράγεται από αυτού του είδους την ακτινοβολία δεν είναι επαρκής ώστε να προκαλέσει βλάβη σε ανθρώπινους ιστούς. (Ali Zamanian and Cy Hardiman, 2005).

1.3 Ακτινοβολία ραδιοσυχνοτήτων (RF)

Οι ακτινοβολία ραδιοσυχνοτήτων περιλαμβάνει όλες τις συχνότητες μεταξύ 30 kHz και 300 GHz. Οι βιολογικές επιδράσεις της ενέργειας RF είναι ανάλογες με το ποσοστό της ενέργειας που απορροφάται. Το επίπεδο της απορρόφησης μεταβάλλεται ελάχιστα με τη συχνότητα. Η ενέργεια RF έχει τη δυνατότητα να θερμάνει τους ανθρώπινους ιστούς, και μπορεί να προβεί επικίνδυνο αν η έκθεση είναι αρκετά έντονη ή παρατεταμένη. Βλάβη των ιστών μπορεί να προκληθεί από έκθεση σε υψηλά επίπεδα ενέργειας ραδιοσυχνοτήτων επειδή το σώμα δεν είναι εξοπλισμένο ώστε να εξουδετερώσει τις υπερβολικές ποσότητες θερμότητας που παράγονται. Πιθανοί τραυματισμοί περιλαμβάνουν δερματικά εγκαύματα, βαθιά εγκαύματα και θερμοπληξία. (Ali Zamanian and Cy Hardiman, 2005).

1.4 Υπέρυθρη ακτινοβολία

Υπέρυθρο είναι ένα ενεργειακό πεδίο παρόμοιο με το ορατό φως, αλλά εκπέμπει σε μεγαλύτερο μήκος κύματος. Αυτή η ακτινοβολία, δεν είναι ορατή στο ανθρώπινο μάτι. Μερικές μελέτες έχουν δείξει ότι η υπέρυθρη ενέργεια μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα σε ανθρώπινα κύτταρα καθώς μπορεί να βοηθήσει στην ανοικοδόμηση του συνδετικού ιστού. (Ali Zamanian and Cy Hardiman, 2005).

1.5 Υπεριώδης ακτινοβολία

Η κύρια επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας είναι φωτοχημική. Όλοι οι άνθρωποι είναι εκτεθειμένοι σε καθημερινή βάση στην υπεριώδη ακτινοβολία που περιέχεται στο ηλιακό φως. Οι επιβλαβείς επιδράσεις της ακτινοβολίας εξαρτώνται από το επίπεδο της έκθεσης, τη διάρκεια και τις διαφορές στην επιδεκτικότητα των ατόμων στην υπεριώδη ακτινοβολία. Οι επιδράσεις της μπορεί να είναι και θετικές και

αρνητικές.Οι θετικές επιδράσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας περιλαμβάνουν ζεστασιά και τη σύνθεση της βιταμίνης D.Ωστόσο, η υπερβολική έκθεση έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία.Υπερέκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του δέρματος,βλάβη στα μάτια,καταστολή του ανοσοποιητικού συστήματος και πρόωρη γήρανση.(Ali Zamanian and Cy Hardiman,2005).

1.6 Ακτίνες X

Λόγω των εξαιρετικά υψηλών συχνοτήτων και ενεργιών,αυτές οι μορφές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ,έχουν επαρκή ενέργεια για να σπάσουν τους χημικούς δεσμούς σε ζωντανούς ιστούς.Οπότε η συνεχής έκθεση σε αυτές προκαλεί καρκίνο του δέρματος και λευχαιμία.(Ali Zamanian and Cy Hardiman,2005).

1.7 Ακτίνες γάμα

Οι ακτίνες γάμα,είναι και αυτές μορφές της ιονίζουσας ακτινοβολίας.Αυτές οι ακτίνες μπορούν να προκαλέσουν χημικές ή φυσικές ζημιές σε ζωντανούς ιστούς.Οι επιπτώσεις στην υγεία που προκύπτουν από την έκθεση σε αυτού του είδους την ακτινοβολία είναι πολύ σοβαρές.Μπορεί να προκαλέσουν διαταραχές όπως λευχαιμία ή καρκίνο των οστών,του μαστού και του πνεύμονα.Επιπλέον, τα έμβρυα των εγκύων γυναικών που εκτέθηκαν σε υψηλές δόσεις ακτινοβολίας έδειξαν αυξημένο κίνδυνο γενετικών ανωμαλιών.(Ali Zamanian and Cy Hardiman,2005).

Όπως θα αναπτύξουμε στα επόμενα κεφάλαια,δεν είναι όλες οι μορφές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας επιβλαβείς για τους βιολογικούς ιστούς.Αντιθέτως κάποιες μορφές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας μπορεί να έχουν πολύ θετικά αποτελέσματα στο ανθρώπινο σώμα αν τεθούν οι κατάλληλες παράμετροι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΣΤΑ ΚΥΤΤΑΡΑ

2.1 Ιστορική αναδρομή της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας ως θεραπευτικό μέσο

Η πρώτη αναφορά στη βιβλιογραφία της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας για θεραπευτικούς σκοπούς ήταν ενδεχομένως του Adams το 1799 ο οποίος αναπαρήγαγε το έργο του Δρ Adam Birch του νοσοκομείου του Αγίου Θωμά στο Λονδίνο το 1780 που χρησιμοποιούσε φαραδική διέγερση για να βοηθήσει στην ανακούφιση του πόνου και τη φλεγμονή σε δερματικές παθήσεις.(Frederick V. Nicolle, M. Chir.,Richard M. Bentall,1982).

Το 1880,ένας γάλλος φυσιολόγος ο D'Arsonval,πρότεινε ότι ένα βιολογικό σύστημα μπορεί να αλληλεπιδράσει σε μοριακό και ιοντικό επίπεδο με ηλεκτρομαγνητικά πεδία διαφόρων συχνοτήτων και ενθάρρυνε τη χρήση διαθερμιών βραχέων κυμάτων. (Frederick V. Nicolle, M. Chir.,Richard M. Bentall,1982).

Οι Ginsberg και Fenn έδειξαν ότι μια παλμική συσκευή των 27.12 megahertz μπορούσε να βοηθήσει στην αντιμετώπιση του οιδήματος και των μολώπων των μαλακών ιστών.(Frederick V. Nicolle, M. Chir.,Richard M. Bentall,1982).

Το 1970,οι Wilson και Bentall επιβεβαίωσαν ότι οι παρατηρήσεις αυτές είχαν εφαρμογή στην κλινική.(Frederick V. Nicolle, M. Chir.,Richard M. Bentall,1982).

Οι Bassett, Fukada και Watson χρησιμοποίησαν διαφορετικές συσκευές οι οποίες στην τελική τους αλληλεπίδραση με τους ιστούς προκαλούσαν ένα ρεύμα δευτερεύον στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. (Frederick V. Nicolle, M. Chir., Richard M. Bentall, 1982).

Το 1950 κυκλοφόρησε στην αγορά η πρώτη συσκευή παλμικής ενέργειας ραδιοσυχνότητας (PRFE, pulsed radiofrequency energy) με την ονομασία Diapulse. Το 1970 συσκευές παλμικού ηλεκτρομαγνητικού πεδίου χρησιμοποιήθηκαν ως θεραπεία για κατάγματα που δεν είχαν επούλωση. Κλινικές μελέτες απέδειξαν την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα των συσκευών αυτών ως θεραπεία για τον πόνο, το οίδημα, και για τραυματισμούς των μαλακών ιστών. Έκτοτε οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται μέχρι και σήμερα με πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα. (Ian M. Rawe, Adam Lowenstein, C. Raul Barcelo, David G. Genecov, 2011).

Παρά τα σημαντικά ευρήματα της δεκαετίας του '80, υπήρξε μια αργή και σταδιακή αλλά οριστική επιστροφή της ηλεκτροθεραπείας στα μέσα της δεκαετίας του '90. Στις εφαρμογές της κατατάσσονται, η αντιμετώπιση της καρδιακής ανακοπής, η διαχείριση του πόνου, η αναγέννηση των οστών και διάφορα ζητήματα στην αθλητική όπως η ανακούφιση του πόνου μετά την προπόνηση και αποκατάσταση τραυμάτων. (Manousos E. Kambouris, Zoi Zagoriti, George Lagoumintzis, Konstantinos Poulas, 2014).

Παρόλα αυτά, οι εφαρμογές αυτές δεν κέρδιζαν ένα αξιοπρεπές όνομα για την ηλεκτροθεραπεία καθώς η χρήση της ήταν περιορισμένη. Η κρίση όμως στο σχεδιασμό των φαρμάκων που κλιμακώθηκε στις αρχές του 21^{ου} αιώνα, επέτρεψε τον πειραματισμό σε νέες προσεγγίσεις. Σκοπός πλέον της ηλεκτροθεραπείας ήταν να προκαλέσει αναγέννηση του επιθηλιακού ιστού. Καθώς τα έλκη είχαν αρχίσει να γίνονται ένα αυξανόμενο πρόβλημα, η αναγεννητική επίδραση της ηλεκτρικής ενέργειας, δοκιμάστηκε σε ανοιχτές πληγές, όπως εγκαύματα και έλκη, εκεί που κάθε άλλου είδους προσέγγιση είχε αποτύχει λόγω των συνθηκών. (Manousos E. Kambouris, Zoi Zagoriti, George Lagoumintzis, Konstantinos Poulas, 2014).

Φτάνοντας στο σήμερα, από το 2013 και έπειτα έχει αρχίσει να ερευνάται μία νέα προσέγγιση θεραπείας, βασισμένη στην εφαρμογή παλμικής διαθερμίας βραχέων κυμάτων χαμηλού, σταθερού παλμικού σήματος γνωστή με τον όρο electroceuticals (Ian M Rawe, 2014).

2.2 Η επίδραση της ηλεκτρικής ενέργειας στους ιστούς του ανθρωπίνου σώματος

Σύμφωνα με τον νόμο του Faraday «ηλεκτρόλυση ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο, όταν διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα διάλυμα ηλεκτρολυτών με ελεύθερα ιόντα, προκαλούνται διάφορες φυσιολογικές αλλαγές στο διάλυμα» (Γιόκαρης, 2007).

Το ανθρώπινο σώμα αποτελείται από ενώσεις θετικών(+) και αρνητικών(-) ηλεκτρικών φορτίων, τα οποία σχηματίζουν ηλεκτρικό πεδίο με την διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος. Τα φορτία αυτά διεγείρονται εύκολα από ηλεκτρικά ή μαγνητικά πεδία και πολλές φορές μπορούν να λειτουργήσουν και ως ανεξάρτητα, εφόσον διασπαστούν από τις ενώσεις που δημιουργούν. (Φραγκοράπτης, 2008).

Συνεπώς το ανθρώπινο σώμα έχει ηλεκτροχημική φύση. Ο παλμός των αισθητικών και κινητικών νευρώνων και των μυϊκών κυττάρων καθώς και ο συντονισμός της καρδιάς δείχνουν την φύση αυτή. Επίσης υπάρχει και η διαφορά δυναμικού ανάμεσα στην επιφάνεια της επιδερμίδας και στους βαθύτερους ιστούς των δερματικών και επιθηλιακών κυττάρων που φανερώνει την ηλεκτροχημική φύση του ανθρωπίνου σώματος. (Manousos E. Kambouris, Zoi Zagoriti, George Lagoumintzis, Konstantinos Poulas, 2014).

Το δυναμικό αυτό δημιουργείται από τα φορτισμένα κατάλοιπα της επιδερμίδας και από τα ιόντα που εκκρίνονται κατά την εφίδρωση αλλά και από τη μεμονωμένη επίδραση της κερατίνης η οποία επιτρέπει σε χαμηλής εντάσεως ρεύματα να ρέουν κατά μήκος του δέρματος. (Manousos E. Kambouris, Zoi Zagoriti, George Lagoumintzis, Konstantinos Poulas, 2014).

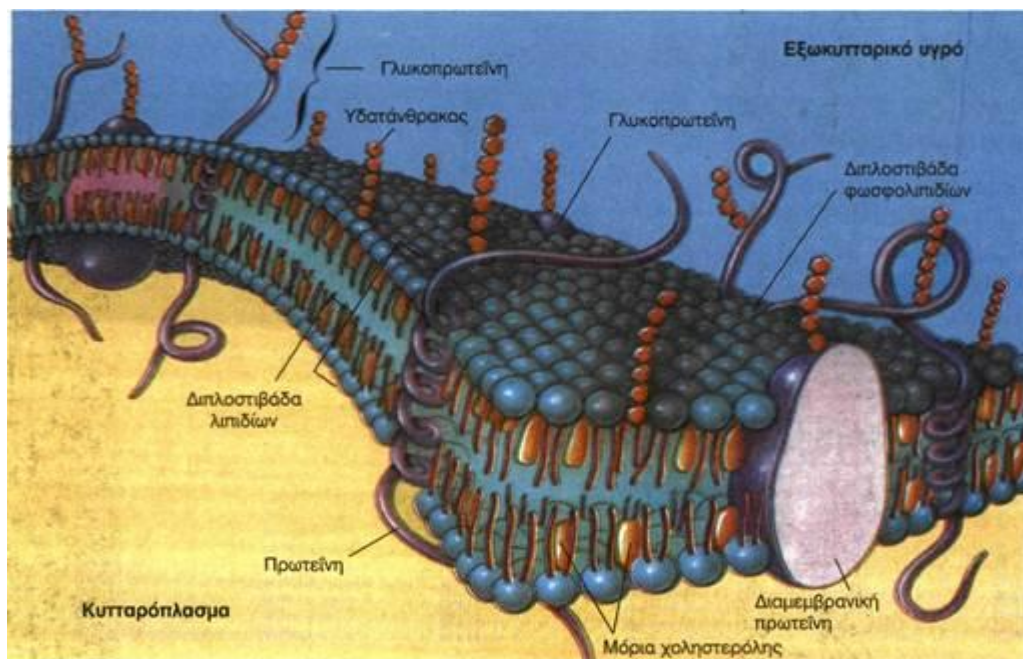
Έτσι σε περίπτωση τραυματισμού η ροή του ρεύματος που κυκλοφορεί στο δέρμα διακόπτεται στην περιοχή του τραύματος και στη θέση του εμφανίζεται το ρεύμα του τραύματος. Το ρεύμα αυτό δεν προκαλείται μόνο από τις ηλεκτρικές διαρροές της πληγής αλλά και από τη μεταβολή στη διανομή και τη λειτουργία των διαύλων που μεταφέρουν τα ιόντα στα τραυματισμένα κύτταρα, πιθανότατα λόγω των εκπολώσεων που προκαλούνται λόγω της αρχικής ηλεκτρικής διαρροής και έτσι ενισχύεται. (Manousos E. Kambouris, Zoi Zagoriti, George Lagoumintzis, Konstantinos Poulas, 2014).

Ο λόγος που τα ανοσοποιητικά και αναγεννητικά κύτταρα ενεργοποιούνται και προσελκύονται από το ρεύμα του τραύματος είναι ότι τα κύτταρα είναι επιρρεπή σε ηλεκτρικά γεγονότα. Διαφορετικοί τύποι κυττάρων προσελκύονται από διαφορετικές πολικότητες. Κατά μήκος της πλασματικής μεμβράνης των κυττάρων εντοπίζεται μια διαφορά δυναμικού ειδικά μετά από τραυματισμό που δημιουργεί μια κυτταρική πολικότητα η οποία με τη σειρά της προκαλεί μια κυτταροσκελετική αναδιάρθρωση. Έτσι επιτυγχάνεται η αναμόρφωση του κυττάρου και η μετακίνηση του προς ή μακριά από το ηλεκτρικό ερέθισμα. (Manousos E. Kambouris, Zoi Zagoriti, George Lagoumintzis, Konstantinos Poulas, 2014).

Η ηλεκτρική διέγερση σε επίπεδο μA και μV δε μπορεί να εκπολώσει τις κυτταρικές μεμβράνες αλλά μπορεί να προκαλέσει διαμεμβρανικές πρωτεΐνες, σχηματίζοντας αντλίες και κανάλια ώστε να ενεργοποιήσει πρωτεΐνες αντίχενωσης τάσης επιτρέποντας την ανταλλαγή ιόντων. Η ιοντική αυτή κίνηση διαμέσου της μεμβράνης πυροδοτεί ειδικά κυτταρικά ένζυμα που ενεργοποιούν το μεταγωγικό σήμα της επαλληλίας οδηγώντας σε κυτταρικές αποκρίσεις όπως πολλαπλασιασμός των κυττάρων, σύνθεση DNA, γονιδιακή έκφραση, διέγερση της μεμβράνης, έκκριση κυτοκίνης κ.α. (Manousos E. Kambouris, Zoi Zagoriti, George Lagoumintzis, Konstantinos Poulas, 2014).

2.3 Φυσιολογία της κυτταρικής μεμβράνης

Όλα τα κύτταρα του ανθρώπινου σώματος περιβάλλονται από μεμβράνες. Στόχος τους είναι να διαχωρίσουν τα κύτταρα, αλλά ταυτόχρονα βοηθούν και στην επικοινωνία τους με το εξωτερικό περιβάλλον (Κουτσογιάννης, 2012). (εικ.2.1).



Εικόνα 2.1 Πλασματική μεμβράνη (τροποποιημένο από <http://digitalschool.minedu.gov.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-B106/85/680,2576/>)

Οι βασικότερες ενέργειες της κυτταρικής μεμβράνης είναι:

- Η μετατροπή ενέργειας
- Η μεταφορά ύλης
- Η μετάδοση σήματος
- Η επεξεργασία πληροφοριών (Κουτσογιάννης, 2012).

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της κυτταρικής μεμβράνης είναι η εκλεκτική διαπερατότητα της σε διάφορες ουσίες. Αυτό βοηθάει στην επικοινωνία μεταξύ του ενδοκυττάριου και του εξωκυττάριου υγρού. Υπάρχουν δυο τρόποι μεταφοράς που εξαρτώνται από το μέγεθος των ουσιών που διαπερνούν την μεμβράνη οι οποίοι είναι:

- Η μικρομεταφορά: τα σωματίδια που διαπερνούν την μεμβράνη είναι μικρού μεγέθους όπως ιόντα, μικρομόρια ή νερό.
- Η μακρομεταφορά: Οι ουσίες που διαπερνούν την μεμβράνη είναι μοριακά συμπλέγματα, στερεά ή υγρά (Κουτσογιάννης, 2012).

Στην μικρομεταφορά τα μόρια διαπερνούν την κυτταρική μεμβράνη με τρεις τρόπους:

- Απλή διάχυση. Χωρίζεται σε δύο κατηγορίες:
 1. Διάχυση των λιποδιαλυτών ουσιών όπου περνούν την κυτταρική μεμβράνη τα μόρια του οξυγόνου, του αζώτου, του διοξειδίου του άνθρακα και των αλκοολών στα λιποειδή. Αυτό συμβαίνει γιατί διαλύονται πολύ εύκολα στη διπλοστιβάδα των λιποειδών. Έτσι, όσο πιο διαλυτό είναι ένα μόριο στα λιποειδή, τόσο πιο γρήγορα περνά μέσα από την μεμβράνη στο κύτταρο (Guyton, 2004).
 2. Μεταφορά του νερού και άλλων αδιάλυτων μορίων στα λιποειδή. Το νερό όπως και τα ιόντα υδρογόνου, καλίου κ.α. αν και δεν διαλύονται στα λιποειδή, περνούν από τη μια άκρη της μεμβράνης στην άλλη μέσα από πρωτεϊνικούς διαύλους και μέσα από την διπλοστιβάδα των λιποειδών (Guyton, 2004).
- Διευκολυνόμενη διάχυση. Η ουσία για να διαπεράσει την κυτταρική μεμβράνη συνδέεται με μια πρωτεΐνη φορέα η οποία την διευκολύνει. Με αυτού του

είδους την διάχυση μεταφέρονται εντός του κυττάρου η γλυκόζη και τα πιο πολλά αμινοξέα (Guyton, 2004).

- ενεργητική μεταφορά.Όταν η ποσότητα μιας ουσίας που βρίσκεται έξω από το κύτταρο είναι πολύ μικρή και χρειάζεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις στο εσωτερικό του κυττάρου (π.χ. ιόντα καλίου) ή όταν στο εσωτερικό των κυττάρων υπάρχουν ουσίες που πρέπει να απομακρυνθούν έστω και αν οι συγκεντρώσεις τους είναι μικρότερες εσωτερικά του κυττάρου από ότι έξω από αυτό (π.χ. ιόντα νατρίου),τότε η διαδικασία που εφαρμόζεται για να μεταφερθούν τα μόρια αντίθετα από την ηλεκτρική κλίση που υπάρχει,ονομάζεται ενεργητική μεταφορά και κατά την πραγματοποίηση της καταναλώνεται ενέργεια (Guyton, 2004).

2.3.1 Ηλεκτρικά φαινόμενα στα διεγέρσιμα κύτταρα

Δυναμικό ηρεμίας

Σε όλα τα κύτταρα υπάρχει διαφορά δυναμικού μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού της κυτταρικής μεμβράνης.Τόσο στον εξωκυττάριο όσο και στον ενδοκυττάριο χώρο υπάρχουν αρνητικά και θετικά φορτία (ιόντα) ίσα μεταξύ τους.Στον εξωκυττάριο χώρο το κύριο κατιόν είναι το Na^+ και το κύριο ανιόν το Cl^- .Αντίστοιχα για τον ενδοκυττάριο χώρο το κύριο κατιόν είναι το K^+ και μεγάλα οργανικά ανιόντα.Όμως μέσα στην κυτταρική μεμβράνη υπάρχουν πολλά αρνητικά φορτισμένα ιόντα ενώ έξω από αυτή συγκεντρώνονται σε ίση ποσότητα θετικά φορτισμένα ιόντα.Το αποτέλεσμα είναι πόλωση,δηλαδή διαφορά δυναμικού μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού της κυτταρικής μεμβράνης.Το δυναμικό αυτό ονομάζεται δυναμικό ηρεμίας,είναι χαρακτηριστικό για κάθε είδος κυττάρου και έχει μέγεθος λίγα mV,διότι στη γένεσή του συμμετέχει μόνον ένας πολύ μικρός αριθμός ιόντων.(Υβόνηνη Δημούλα καθηγήτρια φυσιολογίας τει-Α).

Δυναμικό ηρεμίας παρουσιάζουν όλα τα είδη κυττάρων. Παρόλα αυτά τα μυϊκά και τα νευρικά, παρουσιάζουν διεγερσιμότητα, έχουν δηλαδή την ικανότητα να απαντούν σε κάποιο ερέθισμα (μηχανικό, χημικό, ηλεκτρικό κτλ) με παραγωγή ηλεκτρικού σήματος που μεταφέρεται αμείωτο κατά μήκος της μεμβράνης. Τα κύτταρα αυτά ονομάζονται διεγέρσιμα κύτταρα. Η απότομη παλμική μεταβολή του δυναμικού της μεμβράνης ενός διεγέρσιμου κυττάρου μετά τη δράση ερεθίσματος ονομάζεται δυναμικό ενεργείας και έχει δύο φάσεις. Την εκπόλωση, την αναστροφή δηλαδή του δυναμικού και την επαναπόλωση, την επάνοδο δηλαδή του δυναμικού στην αρχική κατάσταση πόλωσης. Για να διεγερθεί ένα κύτταρο πρέπει το ερέθισμα να έχει κάποια ελάχιστη ένταση ώστε να προκαλέσει μια αρχική μεταβολή στο δυναμικό της μεμβράνης και να το φτάσει σε ένα επίπεδο, που ονομάζεται επίπεδο πυροδότησης. (Υβόνη Δημούλα καθηγήτρια φυσιολογίας τει-Α).

Για τη γένεση και τη συντήρηση του δυναμικού ηρεμίας είναι υπεύθυνη κυρίως η αντλία $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ η οποία τραβά συνεχώς μόρια Na^+ προς τα έξω και αφήνει ίσο αριθμό ανιόντων μέσα στο κύτταρο. Τα ανιόντα έλκουν για ηλεκτροστατικούς λόγους μέσα στο κύτταρο ιόντα K^+ που μπορούν να διαπεράσουν την κυτταρική μεμβράνη. Με τον τρόπο αυτό συγκεντρώνονται ιόντα Na^+ έξω από το κύτταρο και ιόντα K^+ μέσα σ' αυτό, ενώ το κύτταρο βρίσκεται σε κατάσταση ηλεκτροχημικής ισορροπίας, στην οποία δεν υπάρχει πια καθαρή κίνηση ιόντων. (Υβόνη Δημούλα καθηγήτρια φυσιολογίας τει-Α).

Δυναμικό δράσης

Το δυναμικό ηρεμίας εξαρτάται από το είδος του κυττάρου και κυμαίνεται από 50 μέχρι 150 mV με ηλεκτροαρνητικότερο πάντα το εσωτερικό του κυττάρου. Όταν κάποιο ερέθισμα προκαλέσει μια αρχική μεταβολή στο δυναμικό της μεμβράνης και το δυναμικό φτάσει στο επίπεδο πυροδότησης, ανοίγουν όλοι οι διάυλοι Na^+ και το Na^+ εισέρχεται στο κύτταρο με μηχανισμό απλής διάχυσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα λόγω της άθροισης θετικών φορτίων στο εσωτερικό του κυττάρου, την αντιστροφή της πολικότητας της μεμβράνης που φτάνει σε θετικοποίηση του εσωτερικού του κυττάρου, σε μέγιστο ύψος χαρακτηριστικό για το είδος του κυττάρου. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται εκπόλωση. Λόγω της μετατόπισης του δυναμικού της μεμβράνης σε θετικότερες τιμές προκαλείται διάνοιξη των διαύλων K^+ και μετακίνηση του

συσσωρευμένου K^+ στο εξωτερικό της μεμβράνης. Αυτό έχει ως συνέπεια την επάνοδο του δυναμικού της μεμβράνης στην αρχική κατάσταση και το φαινόμενο αυτό ονομάζεται επαναπόλωση. (Υβόννη Δημούλα καθηγήτρια φυσιολογίας τει-Α).

Η χορήγηση ενός νέου ερεθίσματος στο κύτταρο στη διάρκεια της εκπόλωσης και στην αρχή της επαναπόλωσης δεν μπορεί να προκαλέσει νέο δυναμικό ενεργείας όποια ένταση και αν έχει αυτό το ερέθισμα. Την χρονική αυτή περίοδο την ονομάζουμε απόλυτη ανερέθιστη περίοδο. Αμέσως μετά ακολουθεί η σχετική ανερέθιστη περίοδος κατά την οποία ερέθισμα μεγαλύτερης έντασης του συνήθους μπορεί να προκαλέσει νέο δυναμικό ενεργείας. (Υβόννη Δημούλα καθηγήτρια φυσιολογίας τει-Α).

Για να επέλθει εκπόλωση μιας νευρικής ίνας το ερέθισμα πρέπει να έχει συγκεκριμένη ένταση και διάρκεια. Το ερέθισμα αυτό ονομάζεται «βαλβιδικό ερέθισμα». Στην περίπτωση που η ένταση του είναι μικρότερη από την απαιτούμενη ονομάζεται «υποβαλβιδικό», ενώ αν είναι μεγαλύτερη «υπερβαλβιδικό». Αυτό το φαινόμενο εξηγεί και ο νόμος του «όλου ή ουδέν». Δηλαδή, όταν το ερέθισμα φτάσει σε βαλβιδικό επίπεδο, προκαλεί εκπόλωση της μεμβράνης ενώ αν δεν φτάσει δεν υπάρχει καμία αντίδραση (Δρ. Κωνσταντίνος Φουσέκης, 2014).

Το βαλβιδικό ερέθισμα που προκαλεί εκπόλωση της κυτταρικής μεμβράνης σε κάποιο σημείο της νευρικής ίνας, μεταφέρεται σε όλο το μήκος της ίνας και προκαλεί διαδοχικές εκπολώσεις. Το ερέθισμα αυτό φτάνοντας στο τελικό σημείο της νευρομυϊκής σύναψης προκαλεί έκκριση νευροδιαβιβαστών που βοηθούν στην εκπόλωση της μεμβράνης της μυϊκής ίνας, η οποία θα δώσει μια στιγμιαία μυϊκή συστολή (Κάντας, 2009).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

3.1 Εφαρμογές της ηλεκτροθεραπείας στους ιστούς

Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι εφαρμογής της ηλεκτροθεραπείας. Ο πρώτος είναι η εισχώρηση του ρεύματος στο σώμα με ηλεκτρόδια. Η τοποθέτηση των ηλεκτροδίων γίνεται είτε μεταξύ του τραυματισμένου μέρους είτε το ένα ηλεκτρόδιο ανάμεσα στην κλίνη της πληγής (σε εξωτερικές πληγές) και το άλλο στην περιφέρεια της. Η προσέγγιση αυτή ονομάζεται αγωγή συζευξη. Υπάρχει η δυνατότητα διαφορετικών ρυθμίσεων που εξαρτώνται από:

1. Τη διάρκεια της θεραπείας
2. Τη χορηγούμενη ένταση ρεύματος, συνήθως στο φάσμα των mA, έτσι ώστε να είναι παρόμοια με τα ενδογενή ρεύματα για την αποφυγή θερμικών τραυματισμών των ιστών
3. Τη μορφή του ρεύματος: συνεχές-παλμικό, μονοφασικό-διφασικό, ανοδικό-καθοδικό

Ο δεύτερος τρόπος εφαρμογής της ηλεκτροθεραπείας είναι η λεγόμενη επαγωγική σύζευξη όπου το τραυματισμένο μέλος εκτίθεται σε κατάλληλα ηλεκτρικά ή ηλεκτρομαγνητικά πεδία, όπως παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία (PEMF) τα οποία προκαλούν ένα ρεύμα που ρέει απευθείας μέσα στους ιστούς. Είναι προφανές ότι και στις δύο μεθόδους εκτός από πλεονεκτήματα υπάρχουν και μειονεκτήματα. Η αγωγή σύζευξη επιτρέπει τον ακριβή έλεγχο σε ηλεκτροδυναμικές και ηλεκτροκινητικές παραμέτρους. Μπορεί ωστόσο, να προκαλέσει πόνο ή ερεθισμό και υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης λόγω της επαφής με τον τραυματισμένο ιστό, και σε ορισμένες περιπτώσεις υπάρχει μεγάλη πιθανότητα για εγκαύματα. Η επαγωγική

προσέγγιση, από την άλλη πλευρά, δεν συνεπάγεται πόνο, μόλυνση ή κίνδυνο εγκαύματος. Ούτε υπάρχει οποιαδήποτε περίπτωση απρόβλεπτων ηλεκτροχημικών αντιδράσεων, όπως συμβαίνει με τα ηλεκτρόδια που έρχονται σε επαφή με την πληγή. Παρόλα αυτά είναι αμφίβολο κατά πόσον οι ίδιες ρυθμίσεις στο μαγνητικό πεδίο, το οποίο μπορεί να ρυθμιστεί με απόλυτη ακρίβεια, προκαλούν τα ίδια ηλεκτρικά αποτελέσματα κάθε φορά. Επιπλέον υπάρχουν διαφορές και αποκλίσεις μεταξύ διαφορετικών ατόμων ή και μεταξύ σε διαφορετικά άκρα του ίδιου ατόμου. (Manousos E. Kambouris, Zoi Zagoriti, George Lagoumintzis, Konstantinos Poulas, 2014).

3.2 Μεταβολές των ιστών με την εφαρμογή ρευμάτων

Μελέτες έχουν δείξει ότι η εφαρμογή ηλεκτρικών πεδίων και ρευμάτων παρόμοιων με εκείνα που υπάρχουν μέσα στο σώμα μπορεί να προκαλέσει σημαντικές αλλαγές στη δομή και τη συμπεριφορά των κυττάρων. Εφαρμογή μικρορευμάτων στον ιστό έχει βρεθεί ότι μπορεί να αυξήσει τον αριθμό των οργανιδίων που είναι υπεύθυνα για τις κυτταρικές δραστηριότητες και να αυξήσει τις συγκεντρώσεις της Τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP). Αυτές οι αλλαγές μπορούν να διευκολύνουν τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων και την πρωτεϊνική σύνθεση, όπου έχουν βρεθεί να αυξάνονται όταν τα μικρορεύματα εφαρμόζονται στα κύτταρα του δέρματος, των τενόντων, των χόνδρων και των οστών. Παρόλα αυτά, έχει βρεθεί ότι ρεύματα μεγαλύτερης εντάσεως ή εναλλασσόμενα μικρορεύματα συγκεκριμένων συχνοτήτων μειώνουν τον κυτταρικό πολλαπλασιασμό και σε ορισμένες περιπτώσεις προκαλούν ακόμη και κυτταρικό θάνατο. (Leon Poltawski and Tim Watson, 2009).

Με την επίδραση ενός εφαρμοσμένου πεδίου, οι διάλυτοι ιόντων στις κυτταρικές μεμβράνες μπορούν να μεταναστεύσουν και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα κυτταροσκελετικές τροποποιήσεις. Έχει παρατηρηθεί κατευθυνόμενη κίνηση κυττάρων εντός ενός ηλεκτρικού πεδίου γνωστή ως γαλβανόταξη. Η κίνηση αυτή περιλαμβάνει πολλούς τύπους κυττάρων όπως λευκοκύτταρα και μακροφάγα, τα οποία είναι βασικοί μεσολαβητές στα διάφορα στάδια της επούλωσης, καθώς και μια ποικιλία κυττάρων υπεύθυνα για τον σχηματισμό του ιστού, όπως τα κερατινοκύτταρα, τα αγγειακά ενδοθηλιακά κύτταρα, τους οστεοβλάστες, τους

οστεοκλάστες, τα χονδροκύτταρα και τους ινοβλάστες. Στο επίπεδο του ιστού, πεδία μονής κατεύθυνσης και άμεσα ρεύματα (DC) μπορούν να προάγουν αγγειακή διαπερατότητα, αγγειογένεση και νευρωνική βλάστηση, καθώς επίσης και σχηματισμό νέου δέρματος, οστών, χόνδρων και μαλακών ιστών. Τέτοιου είδους ευρήματα είναι σημαντικά, καθώς υποδηλώνουν ότι η εφαρμογή πεδίων και ρευμάτων με παρόμοιες παραμέτρους με αυτές του βιοηλεκτρισμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να τονώσουν την επούλωση των ιστών. Η μετανάστευση των κυττάρων, ο πολλαπλασιασμός και η σύνθεση νέων ιστών είναι όλα απαραίτητα συστατικά της διαδικασίας επούλωσης. (Leon Poltawski and Tim Watson, 2009).

3.2.1 Εφαρμογές των ρευμάτων στα οστά

Τα κατάγματα των οστών, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις μη πώρωσης των μακρών οστών, είναι μεταξύ των πρώτων σύγχρονων θεραπευτικών χρήσεων της ηλεκτρικής ενέργειας. Η πρώτη μεταπολεμική μελέτη, ήταν εκείνη η οποία έδειξε ότι το οστό ήταν ηλεκτρικά ενεργό και ευαίσθητο σε ηλεκτρικά ερεθίσματα. Το 1995 τα πιο συνήθη προγράμματα ήταν είτε εμφυτευμένα ατσάλινα ηλεκτρόδια με συνεχές ρεύμα είτε παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία τα οποία ήταν μη επεμβατικά και χρησιμοποιούσαν ένα πηνίο ή έναν μετατροπέα. Σε μια έρευνα σχετική με τα οστά όπου μελετήθηκε η δυναμική και η κινητική της θεραπείας με ηλεκτροδιέγερση, παρατηρήθηκε ότι οι οστεοβλάστες και οι οστεοκλάστες κινούνται προς τις αντίθετες πλευρές ενός ηλεκτρικού πεδίου ενώ ανακάλυψαν ότι υπάρχει ένα βέλτιστο της έντασης ($5 < \mathop{\rangle} 100$ μικροαμπέρ), πάνω και κάτω από το οποίο η θεραπεία είναι είτε επιβλαβής (προκαλώντας νέκρωση των κυττάρων) ή ουδέτερη (που δεν έχει καμία επίδραση), αντίστοιχα. Νωρίτερα ένα ανώτερο όριο των 20 microamperes ή των 30 μ A συνεχούς ρεύματος είχε καθιερωθεί και ανακάλυψαν ότι η ηλεκτροδιέγερση σε οστεοβλάστες δημιουργεί γονίδια μετατρεπτικού αυξητικού παράγοντα-βήτα (TGF- β), μεταξύ των οποίων και αλκαλική φωσφατάση (ALP), Μορφογεννητική Πρωτεΐνη Οστών (BMP), και Τύπου 1 κολλαγόνο, και παρατήρησαν ότι διαφορετική πολικότητας προκαλεί διαφορετικές οστεοεργονικές επιδράσεις. Ο σχηματισμός του οστού ήταν πολύ πιο έντονος γύρω από την κάθοδο. Παρά τα στοιχεία αυτά, μια μεταγενέστερη ανάλυση του 2008 υποστήριξε ότι κανένα όφελος δε θα μπορούσε να αποδοθεί στην

ηλεκτροδιέγερση για την επούλωση των μεγάλων καταγμάτων των οστών.(Manousos E. Kambouris, Zoi Zagoriti, George Lagoumintzis, Konstantinos Poulas, 2014).

Στις αρχές του δέκατου ένατου αιώνα ο John Birch, άγγλος γιατρός, εφάρμοσε συνεχή ρεύματα στα άκρα ενός μη παρωμένου κατάγματος κνήμης δεκατριών μηνών, μέσω διαδερμικών ηλεκτροδίων. Μετά από 6 εβδομάδες θεραπείας το κάταγμα είχε παρωθεί. Παρόλα αυτά η θεραπεία με ρεύματα έπεσε σε αχρηστία και αναβίωσε στα μέσα του εικοστού αιώνα. Τη δεκαετία του 1950 διαπιστώθηκε ότι η εφαρμογή των μικρορευμάτων στα οστά μπορούσε να κάνει οστεογένεση τόσο σε φυσιολογικά όσο και σε κατεστραμμένα οστά. Μεταγενέστερες μελέτες που έγιναν σε ζώα, διερεύνησαν τις επιδράσεις των παραμέτρων, όπως το τρέχον μέγεθος, την πολικότητα και το υλικό του ηλεκτροδίου και τη διαμόρφωση στην διαδικασία. Τα στοιχεία που προέκυψαν από αυτές τις μελέτες, έδειξαν ότι η εφαρμογή των μικρορευμάτων θα μπορούσε να είναι επωφελής για αρκετές κλινικές εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένων των φρέσκων καταγμάτων, της καθυστερημένης πάρωσης των καταγμάτων, σε οστεοτομίες και σε νοτιαίες συντήξεις, παρόλο που οι επιλογές των παραμέτρων διέφεραν σημαντικά και δεν είναι όλες οι εφαρμογές επιτυχείς. (Leon Poltawski and Tim Watson, 2009).

Η πρώτη σύγχρονη εφαρμογή της θεραπείας των μικρορευμάτων για την επούλωση των οστών σε ανθρώπους, έγινε πάνω σε μη παρωμένα κατάγματα. Το 1971, ο Friedenberg και οι συνεργάτες του δημοσίευσαν μια μελέτη, όπου ένα κάταγμα σφυρών, είχε αποτύχει να παρωθεί για περισσότερο από ένα χρόνο, επουλώθηκε μέσα σε 9 εβδομάδες με τη χρήση συνεχών ρευμάτων, εντάσεως 10 mA. Ακολούθησαν μεγαλύτερες μελέτες που χρησιμοποιούσαν τη θεραπεία μικρορευμάτων για καθυστερημένα κατάγματα ή κατάγματα που δεν μπορούσαν να παρωθούν. Καθυστερημένη πάρωση είναι αυτή που χρειάζεται περισσότερο από τον αναμενόμενο χρόνο ώστε το κάταγμα να παρωθεί. μη-παρωμένο χαρακτηρίζεται ένα κάταγμα όταν η επούλωση σταματήσει και δεν επιτευχθεί πάρωση σε διάστημα 6 έως 8 μηνών. (Leon Poltawski and Tim Watson, 2009).

Παρόλο που η θεραπεία των μικρορευμάτων έχει αντικατασταθεί από μη επεμβατικές μορφές ηλεκτροθεραπείας, τα μικρορεύματα συνεχίζουν να εφαρμόζονται σε οσφυϊκές συντήξεις της σπονδυλικής στήλης, όπου υπερτερούν σε σχέση με άλλους

τύπους ηλεκτρικής διέγερσης.Τέτοιες συντήξεις χρησιμοποιούνται σε περίπτωση απενεργοποιημένης αστάθειας της άρθρωσης ή εκφύλισης του δίσκου,και συνήθως περιλαμβάνουν ένα οστικό μόσχευμα Τα ποσοστά αποτυχίας ενδέχεται να φτάσουν έως και το 40%.Το ποσοστό αυτό παρόλα αυτά μπορεί να μειωθεί σημαντικά με την εφαρμογή των μικρορευμάτων.Σύμφωνα με μελέτες που έγιναν πάνω στα μικρορεύματα,ασθενείς στους οποίους εφαρμόστηκε η θεραπεία μικρορευμάτων πέρα από την τυπική θεραπεία είχαν ποσοστό επιτυχούς σύντηξης της τάξεως του 81-96%,έναντι του 54-81% για τα άτομα στα οποία εφαρμόστηκε μόνο η συνήθης θεραπεία,όπως αξιολογείται με ακτινογραφικά και κλινικά κριτήρια.Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική σε περιπτώσεις υψηλού κινδύνου όπως προηγούμενες αποτυχημένες συντήξεις,χειρουργική επέμβαση πολλαπλών επιπέδων,καπνιστές και άτομα με συννοσηρότητα, όπως διαβήτη και παχυσαρκία,και έχει μια ισχυρή βάση αποδεικτικών στοιχείων,είτε χωρητικής είτε επαγωγικής σύζευξης,ιδιαίτερα για τις οπίσθιες συντήξεις.Μικρότερες μελέτες έχουν δείξει ότι η θεραπεία των μικρορευμάτων και των συνεχών ρευμάτων μπορεί να είναι χρήσιμη σε άλλες βλάβες των οστών,συμπεριλαμβανομένων των υψηλού κινδύνου αστράγαλο και τις συντήξεις του οπισθίου ποδός και συγγενείς ψευδαρθρώσεις.Δύο ελεγχόμενες μελέτες έχουν δείξει ότι τα μικρορεύματα μπορούν επίσης να επιταχύνουν την επούλωση στα φρέσκα κατάγματα,αν και αυτή η εφαρμογή είναι ακόμα σε μεγάλο βαθμό ανεξερεύνητη.Συστηματικές ανασκοπήσεις των μελετών έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η καλύτερη απόδειξη για την προώθηση της επούλωσης των οστών με τη χρήση μικρών ηλεκτρικών ρευμάτων είναι σε περιπτώσεις μη πάρωσης των καταγμάτων των κάτω άκρων και των σπονδυλικών συντήξεων.(Leon Poltawski and Tim Watson,2009).

3.2.2 Εφαρμογές των ρευμάτων στο δέρμα

Πρόσφατες μελέτες που έχουν διεξαχθεί,έδειξαν ότι η εφαρμογή ηλεκτρικής διέγερσης,όπως είναι τα μικρορεύματα,μπορεί να έχει πολύ καλά αποτελέσματα σε διάφορους τύπους τραυμάτων του δέρματος και ιδιαίτερα στα έλκη.Χρόνια έλκη που δεν ανταποκρίνονται στην αρχική θεραπεία,δείχνουν δείγματα βελτίωσης με τη χρήση ηλεκτρικής διέγερσης.Έλκη των κάτω άκρων,που αποδίδονται σε διαβήτη,φλεβική ασθένεια ή αρτηριακή νόσο,αν δεν αντιμετωπιστούν επιτυχώς,μπορούν να οδηγήσουν σε ακρωτηριασμούς των άκρων ή ακόμη και σε

θάνατο.Οι λεπτομέρειες της θεραπείας και οι θεραπείες περιποίησης του τραύματος επιλέγονται με βάση τα χαρακτηριστικά του έλκους,τους παράγοντες του ασθενούς,και της θεραπείας που είχε γίνει στο παρελθόν.Η πρώτη ευρέως διαδεδομένη χρήση της ηλεκτρικής διέγερσης ήταν για τη θεραπεία του έλκους.(Manousos E. Kambouris, Zoi Zagoriti, George Lagoumintzis,Konstantinos Poulas,2014).

Η εφαρμογή ηλεκτρικής διέγερσης υψηλής τάσεως έχει δείξει σημαντικά θεραπευτικά αποτελέσματα στην επούλωση χρόνιων πληγών αυξάνοντας τη ροή του αίματος και τη συγκέντρωση του οξυγόνου γύρω από την πληγή,και κατευθύνοντας την κυτταρική μετανάστευση και τα άλλα συστατικά του εξωκυττάριου πλέγματος.Η αγωγή με σύζευξη της ηλεκτρικής διέγερσης κατευθύνει το ρεύμα μέσα από ηλεκτρόδια (pads) που εφάπτονται στο σώμα,προκαλώντας την επανεκκίνηση της διαδικασίας επούλωσης της πληγής που μιμείται το ρεύμα του τραύματος.Παρόλα αυτά η μέθοδος αυτή δεν έχει υιοθετηθεί ευρέως,λόγω του ότι τα ηλεκτρόδια που έρχονται σε επαφή με τον ιστό δίπλα από την περιοχή της πληγής αυξάνουν τον κίνδυνο μόλυνσης και πολλές φορές έχει αναφερθεί πόνος του ασθενή.(Alkiviadis Kalliakmanis,George Lagoumintzis,Pantelis Nikolaou,Konstantinos Poulas,2014).

Η ηλεκτρική διέγερση που χρησιμοποιείται για την επούλωση του δέρματος έχει αποδειχτεί ότι έχει καλά αποτελέσματα,όταν χρησιμοποιείται ως συμπληρωματική θεραπεία σε συνδυασμό με άλλες συντηρητικές θεραπείες.Ωστόσο,οι περισσότερες αξιολογήσεις δεν έχουν εξετάσει τις διάφορες λεπτομέρειες χωριστά.Συνεπώς και τα συνεχή και παλμικά ρεύματα,και τα μονοφασικά και διφασικά,και η ανοδική και καθοδική διέγερση φαίνεται ότι μπορούν να προκαλέσουν επούλωση των πληγών. Οι παράμετροι που λαμβάνονται στις περισσότερες μελέτες είναι το τρέχον μέγεθος,ο χρόνος θεραπείας που μπορεί να κρατήσει για αρκετές εβδομάδες, για ώρες αντί για λεπτά κάθε μέρα και την εφαρμογή απευθείας στην πληγή.Τα ρεύματα που χρησιμοποιούνται στις περισσότερες μελέτες που ερευνούν την αποτελεσματικότητα της θεραπείας μικρορευμάτων είναι μονοφασικά ή ασύμμετρα.(Leon Poltawski and Tim Watson,2009).

3.2.3 Εφαρμογές των ρευμάτων στους τένοντες και σε άλλους ιστούς

Η χρήση μικρορευμάτων για τη θεραπεία της βλάβης των μαλακών συνδετικών ιστών και ειδικά των τενόντων και των συνδέσμων βασίζεται ότι το εξωκυττάριο πλέγμα σε αυτούς τους ιστούς σχηματίζεται από διαφοροποιημένους ινοβλάστες, οι οποίοι μεταναστεύουν, πολλαπλασιάζονται και αυξάνουν τη σύνθεση των πρωτεϊνών του εξωκυτταρίου πλέγματος κάτω από την επίδραση ηλεκτρικών ερεθισμάτων. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται συνεχή ρεύματα αλλά και παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία. (Manousos E. Kambouris, Zoi Zagoriti, George Lagoumintzis, Konstantinos Poulas, 2014).

3.2.4 Εφαρμογές των ρευμάτων σε μυϊκούς τραυματισμούς

Στον αθλητικό τομέα η χρήση ρευμάτων βρήκε ευρεία εφαρμογή λόγω των συχνών αθλητικών κακώσεων. Οι μυϊκοί τραυματισμοί και πιο συγκεκριμένα ο μυϊκός πόνος που οφείλεται σε έντονη άσκηση ή υπερπροπόνηση είναι οι συχνότερες περιπτώσεις εφαρμογής των ρευμάτων. Επίσης η αποκατάσταση της μυϊκής δυσλειτουργίας που οφείλεται σε ακτινοβολία ή άλλους λόγους αντιμετωπίζεται με παρόμοιο τρόπο με αυτό των αθλητικών τραυματισμών. Και στις δύο περιπτώσεις, ο μεταβολισμός των μυών θα πρέπει να αυξάνεται για την επίτευξη της αύξησης και της ανάπτυξης του μυός. Για να εφαρμοστεί αυτό, χρειάζεται μια αύξηση στην οξυγόνωση και στην παροχή αίματος των μυών. Το 1855 ο Duchenne, «Πατέρας της ηλεκτροθεραπείας» χρησιμοποίησε την ηλεκτροθεραπεία ως μέσο για τη σύσπαση των μυών και είχε δηλώσει ότι το εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) ήταν προτιμότερο από το συνεχές (DC), καθώς δεν προκαλούσε καμία θερμική βλάβη και μπορούσε να προσαρμοστεί πιο εύκολα με την κατάσταση του μυός που είχε πρόβλημα. (Manousos E. Kambouris, Zoi Zagoriti, George Lagoumintzis, Konstantinos Poulas, 2014).

3.2.5 Εφαρμογές των ρευμάτων για την ηλεκτρική διέγερση του εγκεφάλου

Η ηλεκτρική διέγερση του εγκεφάλου γνωστή ως διέγερση του πνευμονογαστρικού νεύρου (VNS) έχει εφαρμοστεί με πολύ μεγάλη επιτυχία σε ασθενείς με ανεξέλεγκτες

επιληπτικές κρίσεις και σε ασθενείς με μείζονα κατάθλιψη, οι οποίοι δεν έχουν καλή ανταπόκριση στη φαρμακευτική αγωγή. Η διαδικασία περιλαμβάνει την αποστολή ενός ήπιου ηλεκτρικού παλμού μέσω του πνευμονογαστρικού νεύρου, το οποίο αναμεταδίδει πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση του σώματος προς τον εγκέφαλο. Υπάρχουν ενδείξεις ότι η διέγερση του πνευμονογαστρικού νεύρου μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια σε ασθενείς με εγκεφαλικό επεισόδιο. Η δυσλειτουργία των άνω άκρων είναι μια από τις συνέπειες του ισχαιμικού εγκεφαλικού επεισοδίου. Η φυσική αποκατάσταση μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο αυξάνει τη νευροελαστικότητα και βελτιώνει τη λειτουργία των άκρων, αλλά δεν αποκαθιστά συνήθως τη φυσιολογική κίνηση. Η διέγερση του πνευμονογαστρικού νεύρου σε συνδυασμό με τη φυσική αποκατάσταση αντιπροσωπεύει μια νέα μέθοδο που μπορεί να προσφέρει μακροχρόνια οφέλη για την επίτευξη της ανάκαμψης μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο. Η μέθοδος αυτή έχει χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία της κατάθλιψης μόνο κατά την τελευταία δεκαετία και γίνεται σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους όπως φαρμακευτική αγωγή, παροχή γνωστικών συμβουλών και συμβουλών συμπεριφοράς κ.α. (Bhupinder Singh Sekhon, 2014).

3.3 Υλικά κατασκευής των ηλεκτροδίων

Το υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένα τα ηλεκτρόδια παίζει πολύ σημαντικό ρόλο καθώς διαφορετικά είδη ηλεκτροδίων, μπορούν να προκαλέσουν μόλυνση, έγκαυμα, πόνο ή ακόμη και η θεραπεία να μη γίνει σωστά. Σύμφωνα με τον Mengert al, τα ηλεκτρόδια χωρίζονται σε τέσσερις κύριες κατηγορίες, οι οποίες είναι οι εξής:

1. Μεταλλικά που είναι φτιαγμένα από χαλκό, ανοξείδωτο χάλυβα, ασήμι ή πλατίνα. Διατίθενται σε μορφή βελόνας, σύρματος και πηνίου, συχνά όμως προκαλούν εγκαύματα, καθώς η θερμοκρασία τους αυξάνεται όταν φορτίζονται. Η επαφή τους με ζωντανό ανθρώπινο ιστό μπορεί να είναι επώδυνη
2. Οι γέφυρες άλατος, είναι μεταλλικά ηλεκτρόδια βυθισμένα σε διαπερατό υλικό εμποτισμένο με χημικά καλοήθεις ηλεκτρολύτες έτσι ώστε να μην μολύνουν τον ιστό με επιβλαβείς ουσίες που παράγονται κατά την ηλεκτρόλυση.

3. Νανοςωλήνες άνθρακα (CNT).Τα ηλεκτρόδια αυτά παρουσιάζουν εξαιρετική θερμική σταθερότητα,μηχανική προσαρμοστικότητα και αγωγιμότητα καθώς και χημικές ιδιότητες δεδομένου ότι υποθετικά δεν παράγουν ελεύθερες ρίζες.Παρόλα αυτά έχει αποδειχθεί ότι είναι τοξικά για διαφορετικούς τύπους κυττάρων και ως εκ τούτου θεωρούνται ακατάλληλα για θεραπευτική χρήση.

4. Αγωγή πολυμερή (CP).Φαίνεται να έχουν πολλά πλεονεκτήματα.Είναι μηχανικά προσαρμόσιμα και ευέλικτα ενώ δε δημιουργούν επιβλαβείς παράγοντες κατά τη διάρκεια της χρήσης.Επιπλέον, είναι περισσότερο ανεκτά στο ζωντανό ιστό από ό,τι τα μεταλλικά ηλεκτρόδια και το περιβάλλον μεταξύ του οργανισμού και των κυκλωμάτων είναι πολύ πιο ομαλό,καθιστώντας τα έτσι κατάλληλα για εμφύτευση.Ο σχηματισμός τους όμως είναι τέτοιος ώστε να υπάρχει μέτρια ομοιογένεια μεταξύ των αγωγίων και των αδρανών τμημάτων.Περαιτέρω έρευνα είναι απαραίτητη ώστε να περιοριστούν τα μειονεκτήματα.Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με το να αναπτυχθούν και άλλες εναλλακτικές λύσεις και κυρίως με το να αλλάξουν οι απαιτήσεις.Δηλαδή καθώς οι χαμηλότερες εντάσεις φαίνεται να έχουν γίνει η προτιμώμενη επιλογή,χαμηλή αγωγιμότητα μπορεί να είναι ανεκτή.(Manousos E. Kambouris, Zoi Zagoriti, George Lagoumintzis,Konstantinos Poulas,2014).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ELECTROCEUTICALS

4.1 Electroceuticals-Ορισμός

Τα electroceuticals είναι ένας όρος που έχει πρόσφατα επινοηθεί και καλύπτει ευρέως όλο το φάσμα της βιοηλεκτρικής ιατρικής που χρησιμοποιεί την ηλεκτρική διέγερση ώστε να επηρεάσει και να τροποποιήσει τις λειτουργίες του σώματος. Τα κοχλιακά εμφυτεύματα, τα εμφυτεύματα του αμφιβληστροειδούς, οι καρδιακοί βηματοδότες και οι απιδινωτές ανήκουν στο φάσμα των electroceuticals. Μια πιο πρόσφατη εφαρμογή των electroceuticals είναι η διαμόρφωση του ανοσοποιητικού συστήματος μέσω ηλεκτρικής διέγερσης του πνευμονογαστρικού νεύρου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παρέχει ανακούφιση από τη ρευματοειδή αρθρίτιδα. (<http://en.wikipedia.org/wiki/Electroceuticals>).

Τα electroceuticals είναι ένας νέος όρος που βρίσκεται ακόμη σε πολύ πρώιμα στάδια και στόχος τους είναι να χρησιμοποιήσουν ηλεκτρικά σήματα όμοια με εκείνα του σώματος για τη θεραπεία των ασθενών ως μια πιθανή εναλλακτική λύση στα φάρμακα, καθώς θα μπορούσαν να προσφέρουν μεγαλύτερο βαθμό ελέγχου στην διαμόρφωση των βιολογικών λειτουργιών και τη θεραπεία των ασθενειών, αποφεύγοντας τις ανεπιθύμητες παρενέργειες. Μέχρι στιγμής έχουν εφαρμοστεί για την ανακούφιση του πόνου, την επούλωση των πληγών και τελευταία σε νευροψυχιατρικές παθήσεις όπως η κατάθλιψη, η επιληψία και το Πάρκινσον μέσω της χρήσης ηλεκτρονικών εμφυτευμάτων. (Bhupinder Singh Sekhon, 2014).

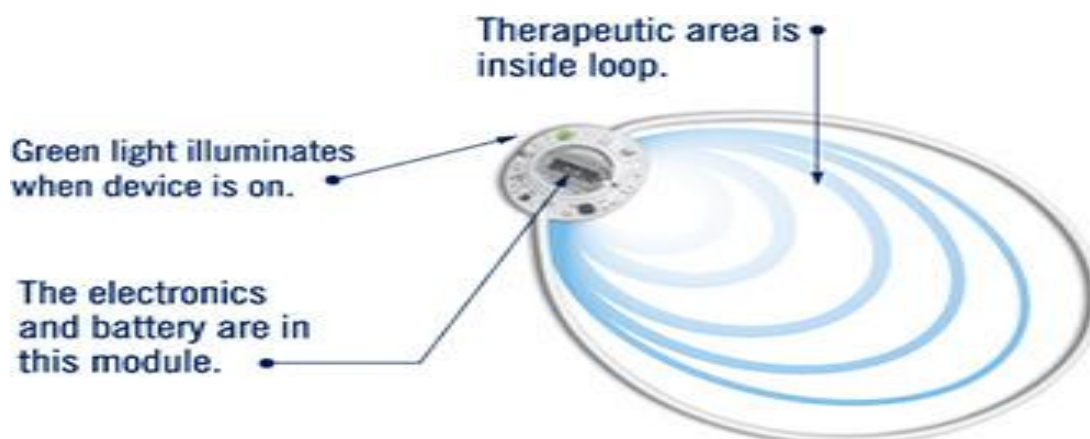
Πιο συγκεκριμένα τα Electroceuticals είναι συσκευές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διασύνδεση μεταξύ του περιφερικού νευρικού συστήματος και συγκεκριμένων οργάνων για να δημιουργήσουν ένα ηλεκτρονικό ερέθισμα για την αποκατάσταση της υγείας των οργάνων και των βιολογικών τους λειτουργιών. Με απλά λόγια, ως Electroceuticals ορίζεται θεραπεία που βασίζεται στα ηλεκτρικά ερεθίσματα. (Bhupinder Singh Sekhon, 2014).

4.2 Συσκευές electroceuticals

Η παλμική διαθερμία βραχέων κυμάτων,βρίσκει εφαρμογή εδώ και δεκαετίες σε οξείς και χρόνιους μυοσκελετικούς πόνους.Η καινοτομία,η σμίκρυνση και οι πρόοδοι στην τεχνολογία έχουν επιτρέψει την ανάπτυξη μιας νέας γενιάς συσκευών βραχέων κυμάτων που προσφέρουν μια εντοπισμένη,χαμηλή δόση θεραπείας.Κλινικές έρευνες έχουν δείξει ότι αυτές οι νέες συσκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ασφάλεια προκειμένου να επιτευχθεί η μείωση του οξύ και χρόνιου πόνου,όπως επίσης και η ανάγκη για παυσίπονα.(Ian M Rawe,2014).

4.3 Μικροσυσκευές βραχέων κυμάτων(actipatch)

Αυτές οι νέες συσκευές χρησιμοποιούν ένα χαμηλό,σταθερό παλμικό σήμα που είναι αρκετά κάτω από το όριο ώστε να προκαλέσει θερμική βλάβη.Χρησιμοποιείται συχνά μια μπαταρία ως πηγή ενέργειας και παρέχεται μία εντοπισμένη θεραπεία.Έχοντας μία χαμηλή σταθερή απόδοση σε ένα ασφαλές επίπεδο ισχύος αναιρείται ο κίνδυνος για θερμική βλάβη και συνεπώς και η απαίτηση ενός ειδικευμένου τεχνικού.Έτσι οι συσκευές αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακόμη και στο σπίτι,ως μία οικονομική θεραπεία για τον πόνο με μόνη απαίτηση την ενεργοποίηση και την απενεργοποίηση της συσκευής και τη στερέωση της πάνω στο σημείο του σώματος όπου εντοπίζεται ο πόνος.(Ian M Rawe,2014)(εικ. 3.1).



Εικόνα 4.1 Συσκευή βραχέων κυμάτων *actipatch*(τροποποιημένο από <http://www.medgadget.com/2014/04/healing-with-electroceuticals-interview-with-bioelectronics-executive-vice-president-dr-deepak-kotak.html>)

4.4 Τρόπος λειτουργίας μικροσυσκευών βραχέων κυμάτων(*actipatch*)

Οι συσκευές ActiPatch είναι μικρές συσκευές που παρέχουν συνεχή ηλεκτρομαγνητική θεραπεία για την αποκατάσταση των κατεστραμμένων κυττάρων. Οι συσκευές αυτές έχουν κατασκευαστεί από την BioElectronics Corporation. Η θεραπεία που προσφέρουν οφείλεται στη χρήση ενός ήπιου ηλεκτρικού ρεύματος και κυμάτων σε συχνότητα τέτοια ώστε να σταματά τον πόνο και τη φλεγμονή, αυξάνοντας τη ροή του αίματος και αποκαθιστώντας την κανονική αλληλεπίδραση του κυττάρου. Οι συσκευές αυτές λειτουργούν σε συχνότητα 27,1 MHz. Το έμπλαστρο επάγει ηλεκτρικό ρεύμα στον ανθρώπινο ιστό, αλλά ταλαντώνεται σε τόσο υψηλή συχνότητα ώστε να μη μπορεί να ανιχνευθεί από τον ασθενή. Η υψηλή συχνότητα έχει σαν αποτέλεσμα τη διείσδυση του ρεύματος μέσα στους ιστούς σε βάθος περίπου 10 cm. Όταν η συσκευή χρησιμοποιείται για διάστημα άνω των εικοσιτεσσάρων ωρών, παράγει μια απορροφούμενη ενέργεια 630 mJ/cc η οποία βρίσκεται εντός του εύρους της αποτελεσματικότητας για τη θεραπεία των τραυματισμών των μαλακών ιστών. Η συσκευή παράγει μια πυκνότητα ισχύς στην επιφάνεια του δέρματος μεταξύ 14 και 73 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ και επάγει ένα ηλεκτρικό πεδίο

περίπου 10 millivolt /cm, που οδηγεί στην απορρόφηση επιπέδων ισχύος της τάξεως των 7,3 $\mu\text{W}/\text{cm}^3$. (Sheena Kong, M.D., 2009).

Οι συσκευές ActiPatch στοχεύουν στη διακοπή της φυσικής, φλεγμονώδους απόκρισης του ανθρωπίνου σώματος σπάζοντας τον κύκλο της χρόνιας φλεγμονής. Αυτό επιτυγχάνεται με την μετάδοση παλμικής ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας εντός της πληγείσας περιοχής, απομακρύνοντας το οίδηματώδες υγρό μαζί με παραπροϊόντα του κατεστραμμένου ιστού. Έτσι παρατηρείται μια σημαντική συνολική βελτίωση στην αποκατάσταση και την ανάκαμψη της τραυματισμένης περιοχής με επακόλουθο αποτέλεσμα τη μείωση του πόνου που σχετίζεται με τραυματισμό του μαλακού ιστού. (Sheena Kong, M.D., 2009).

4.5 Παράμετροι συσκευών actipatch

Σε κλινικές μελέτες που έχουν γίνει, έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες παράμετροι στις συσκευές actipatch, όπως διαφορετικές ραδιοσυχνότητες βραχέων κυμάτων, συχνότητες παλμών, εύρος παλμών διαφορετικούς κύκλους λειτουργίας. Δημοσιευμένα κλινικά δεδομένα έχουν δείξει ότι με τη χρήση διαφόρων παραμέτρων των συσκευών αυτών, μπορεί να επιτευχθεί σημαντική μείωση του πόνου. Από την εξέταση των μελετών του Rawe et al και των Heden και Pilla προκύπτει μια άμεση σύγκριση των παραμέτρων των συσκευών. Οι μελέτες και των δύο ήταν τυχαιοποιημένες και ελεγχόμενες με εικονικές συσκευές και στόχο είχαν να συλλέξουν την οπτική, αναλογική βαθμολογία του πόνου και τα δεδομένα της χρήσης φαρμάκων κατά τη διάρκεια των πρώτων επτά ημερών της μετεγχειρητικής αποκατάστασης μετά από χειρουργική επέμβαση αύξησης στήθους. Τα στοιχεία που παρουσιάζονται και από τις δύο αυτές μελέτες σχετίζονται μεταξύ τους ως προς το ότι υπήρχε σημαντική μείωση στον μετεγχειρητικό πόνο στην ομάδα που έγινε χρήση των συσκευών αυτών σε σύγκριση με την ομάδα χρήσης εικονικών συσκευών, καθώς και σημαντικές μειώσεις των αναλγητικών χαπιών που χορηγούνταν στους ασθενείς κατά τη διάρκεια της μετεγχειρητικής περιόδου της μελέτης. Αυτό υποδεικνύει ότι η

παλμική διαθερμία βραχέων κυμάτων μπορεί να είναι αποτελεσματική με ένα ευρύτερο φάσμα των παραμέτρων της συσκευής.(Ian M Rawe,2014).

Οι διαφορετικές παράμετροι των συσκευών που έχουν παρθεί φαίνονται στον πίνακα 4.1.

Ραδιοσυχνότητα βραχέων κυμάτων(MHz)	Συχνότητα παλμών	Πλάτος παλμών	κύκλος λειτουργίας(%)
27	450	60 μs	2.7
27	1000	100μs	10
27	2	2ms	0.04
Δεν διευκρινίζεται	71	3.5ms	25
6.8	2	7ms	1.4
3, 44 και 26	1000 και 900	73 και 100μs	10 και 6.5

Πίνακας 4.1 *Παράμετροι συσκευών παλμικής διαθερμίας βραχέων κυμάτων (τροποποιημένο από Ian M Rawe,2014,The case for over-the-counter shortwave therapy: safe and effective devices for pain management,Pain Manage 4(1),37–43).*

4.6 Κλινικές μελέτες συσκευών actipatch

Κλινικές μελέτες που έγιναν πρόσφατα με επίκεντρο τον πόνο και το οίδημα, χρησιμοποιώντας συσκευές βραχέων κυμάτων φαίνεται να έχουν θετικά αποτελέσματα σε καταστάσεις όπως το μετεγχειρητικό οίδημα,ο μετεγχειρητικός πόνος,ο πόνος από πελματιαία περιτονίτιδα στην πτέρνα,από οστεοαρθρίτιδα του γόνατος,από αυχενικό τραυματισμό του αυχένα,σε τραυματισμούς των μαλακών ιστών και στην επούλωση χρόνιων πληγών.Είναι σημαντικό το γεγονός ότι δεν παρατηρήθηκαν ανεπιθύμητες παρενέργειες κατά τη διάρκεια αυτών των

μελετών.Επίσης παρατηρήθηκε ότι κατά τη διάρκεια των θεραπειών υπήρχε περιορισμένη χρήση αναλγητικών φαρμάκων.(Ian M Rawe,2014).

4.6.1 Μελέτη συσκευών actipatch σε μετεγχειρητικό πόνο.

Ο μετεγχειρητικός πόνος μετά από χειρουργική επέμβαση είναι μια σημαντική προτεραιότητα και για τον ασθενή και για το γιατρό.Ο πόνος επηρεάζει την αρτηριακή πίεση,τον καρδιακό ρυθμό,την όρεξη και τη διάθεση.Στη μελέτη αυτή,χρησιμοποιήθηκαν συσκευές actipatch για να προσδιοριστεί ο έλεγχος του μετεγχειρητικού πόνου μετά από χειρουργική επέμβαση αύξησης στήθους.Ήταν μία ελεγχόμενη με εικονικές συσκευές,τυχαιοποιημένη μελέτη στην οποία συμμετείχαν 18 υγιείς γυναίκες που υποβλήθηκαν σε χειρουργική επέμβαση αύξησης στήθους καθαρά για αισθητικούς λόγους. Η τυχαιοποίηση οδήγησε στην επιλογή 10 ασθενών που έκαναν χρήση ενεργών συσκευών σε κάθε μαστό και 8 ασθενείς που χρησιμοποιούσαν εικονικές συσκευές.Κατά τη διάρκεια της μελέτης καμία ασθενής δεν εγκατέλειψε.Τα δημογραφικά στοιχεία των δύο ομάδων των ασθενών ταίριαζαν αρκετά μεταξύ τους ως προς τη μέση ηλικία,το βάρος και το ύψος. Μόλις η χειρουργική επέμβαση ολοκληρώθηκε, οι συσκευές ενεργοποιήθηκαν και στερεώθηκαν στη θέση τους με ένα χειρουργικό σουτιέν.Οι ενεργές συσκευές δεν έγιναν αισθητές από τις ασθενείς,εξασφαλίζοντας ότι δεν ήταν σε θέση να προσδιορίσουν ποια ήταν η ομάδα θεραπείας.Οταν τελείωσε αυτή η διαδικασία και ενεργοποιήθηκαν όλες οι συσκευές,χρησιμοποιήθηκε μια οπτική αναλογική κλίμακα (VAS) που κυμαινόταν από 0 (χωρίς πόνο) έως το 10 (πόνος) ώστε να αξιολογήσει τα επίπεδα του πόνου. Για τις επόμενες επτά ημέρες που διήρκεσε η έρευνα,οι βαθμολογίες της VAS καταγράφονταν δύο φορές ημερησίως κατά τις πρωινές και βραδινές ώρες.Η χρήση φαρμάκων επίσης καταγραφόταν για 7 ημέρες.Τα φάρμακα που χρησιμοποιήθηκαν από τις ασθενείς ήταν οπιούχα φάρμακα.Οι συσκευές έμειναν στη θέση τους σε συνεχή λειτουργία και για τις 7 ημέρες της μελέτης.(Ian M. Rawe,Adam Lowenstein ,C. Raul Barcelo,David G. Genecov,2011).

Τα αποτελέσματα που βγήκαν από την έρευνα έδειξαν ότι όλοι οι ασθενείς ανέχθηκαν την θεραπεία καλά, χωρίς να έχουν αναφερθεί παρενέργειες. Συγκρίνοντας τα δεδομένα που προέκυψαν από την έρευνα και αξιολογώντας τις τιμές της κλίμακας VAS οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι ασθενείς που χρησιμοποιούσαν ενεργές συσκευές εμφάνισαν κατά μέσο όρο 50% λιγότερο πόνο από εκείνες που έκαναν χρήση εικονικής συσκευής. Το ποσοστό αυτό είναι μια σημαντική μείωση του μετεγχειρητικού πόνου. Επιπλέον οι ασθενείς που έκαναν χρήση ενεργών συσκευών είχαν και λιγότερη ανάγκη τα αναλγητικά χάπια σε σχέση με την ομάδα χρήσης εικονικών συσκευών. (Ian M. Rawe, Adam Lowenstein ,C. Raul Barcelo, David G. Genecov, 2011).

Ως εκ τούτου, προκύπτει ότι η θεραπεία με συσκευές actipatch είναι μια ασφαλής και αποτελεσματική μέθοδος για την καταπολέμηση του μετεγχειρητικού πόνου. Ωστόσο, αν και τα αποτελέσματα της έρευνας φαίνονται πολλά υποσχόμενα, κλινικές μελέτες μεγαλύτερης κλίμακας εξακολουθούν να είναι αναγκαίες για την περαιτέρω επικύρωση αυτής της μετεγχειρητικής θεραπείας. (Ian M. Rawe, Adam Lowenstein ,C. Raul Barcelo, David G. Genecov, 2011).

4.6.2 Μελέτη συσκευών actipatch σε αυχενικό τραυματισμό

Κατά τη διάρκεια μιας μελέτης 12 εβδομάδων σε ασθενείς με οξύ πόνο στον αυχένα λόγω αυχενικού τραυματισμού, οι Foley-Nolan et al. ανέφεραν ότι οι ασθενείς που υποβλήθηκαν σε θεραπεία παλμικής διαθερμίας βραχέων κυμάτων, σε διάρκεια τεσσάρων εβδομάδων, κατανάλωναν λιγότερα αναλγητικά σε σχέση με εκείνους που ακολουθούσαν θεραπεία με εικονικό φάρμακο. (Ian M Rawe, 2014).

4.6.3 Μελέτη συσκευών actipatch σε πελματιαία απονευρωσίτιδα

Μια ακόμη έρευνα που έγινε επικεντρώθηκε στον πόνο από πελματιαία απονευρωσίτιδα. Ο πόνος από πελματιαία απονευρωσίτιδα είναι συνήθως αισθητός στη φτέρνα του ποδιού και είναι πιο έντονος το πρωί καθώς η περιτονία σφίγγει κατά κατά τη διάρκεια του ύπνου. Καθώς ο ιστός ζεσταίνεται, ο πόνος υποχωρεί, αλλά

μπορεί να επιστρέψει με τη δραστηριότητα και με την πολύωρη ορθοστασία. Η υποκείμενη πάθηση είναι μια εκφυλιστική κατάσταση, που προκαλείται από μικροσκοπικές σχισμές στο κολλαγόνο της περιτονίας. Συντηρητικές θεραπείες περιλαμβάνουν ανάπαυση, μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα, νάρθηκες κατά τη διάρκεια της νύχτας και πρωτόκολλα διατάσεων της πελματιαίας περιτονίας και του γαστροκνημίου και του υποκνημίδιου μυός. (Joel Brook, DPM, FACFAS, Damien M. Dauphinee, DPM, FACFAS, Jaryl Korpinen, DPM, FACFAS, Ian M. Rawe, PhD, 2012).

Ήταν μια πολυκεντρική, τυχαιοποιημένη, θετικά ελεγχόμενη μελέτη με στόχο να διερευνήσει τα αποτελέσματα της νυχτερινής χρήσης της συσκευής ActiPatch. Η πρωταρχική παράμετρος της μελέτης ήταν ο πρωινός πόνος της πελματιαίας απονευρωσίτιδας. Στην έρευνα αυτή έλαβαν μέρος άτομα που είχαν διαγνωστεί με πελματιαία απονευρωσίτιδα. Κύριο διαγνωστικό κριτήριο ορίστηκε η ευαισθησία κατά την εισαγωγή της πελματιαίας απονεύρωσης στο οστό της πτέρνας. Σε όλες τις περιπτώσεις έγινε ακτινογραφία ώστε να αποκλειστούν οστικές αιτίες του πόνου της πτέρνας, όπως κάταγμα λόγω υπερβολικής επιβάρυνσης ή τον όγκο στα οστά. Από την έρευνα αποκλείστηκαν οι πάσχοντες από πόνους ακριβώς κάτω από την οστεώδη ανάδειξη του κονδύλου πτέρνας. Επίσης αποκλείστηκαν και οι ασθενείς στους οποίους βρέθηκε ότι η νευρίτιδα ήταν η κύρια αιτία του πόνου της πτέρνας, όπως διαπιστώθηκε κατά την ψηλάφηση και την κρούση των διακλαδώσεων των έσω και έξω νεύρων της πτέρνας. Οι ασθενείς που κρίθηκαν κατάλληλοι για τη μελέτη, εκπαιδεύτηκαν στη χρήση της συσκευής actipatch και το φορούσαν κάθε βράδυ για επτά ημέρες με την κεραία τοποθετημένη πάνω από τη φτέρνα, στην περιοχή του πόνου. Τους ζητήθηκε να καταγράψουν τα επίπεδα του πόνου τους χρησιμοποιώντας μία κλίμακα (VAS) από το 0 ως το 10. Η μέτρηση της κλίμακας του πόνου καταγραφόταν το πρωί, με μέτρο αξιολόγησης τα πρώτα βήματα μετά το ξύπνημα, και το βράδυ πριν πέσουν για ύπνο για τις επόμενες επτά ημέρες από την έναρξη της μελέτης. Στη μελέτη αυτή καταγράφηκε επίσης και η χρήση φαρμακευτικής αγωγής όπου αφέθηκε στην κρίση των ασθενών. (Joel Brook, DPM, FACFAS, Damien M. Dauphinee, DPM, FACFAS, Jaryl Korpinen, DPM, FACFAS, Ian M. Rawe, PhD, 2012).

Αρχικά η μελέτη περιελάμβανε 140 ασθενείς οι οποίοι έπρεπε να επιλέξουν τυχαία μέσα από ένα κουτί το οποίο περιείχε 70 κανονικές συσκευές και 70 εικονικές συσκευές. Παρόλα αυτά λόγω περιορισμένου χρόνου η προγραμματισμένη εγγραφή δεν τηρήθηκε και μόνο 70 ασθενείς εντάχθηκαν στη μελέτη, 42 με ενεργές συσκευές και 28 με εικονικές. Λόγω της σύντομης περιόδου της μελέτης και την απλότητα της θεραπείας, οι ασθενείς δεν εγκατέλειψαν τη διαδικασία της έρευνας και δεν χάθηκαν δεδομένα. Τα δημογραφικά στοιχεία έδειξαν ότι η τυχαία κατηγοριοποίηση των ασθενών ήταν επιτυχής. Δεν υπήρχε σημαντική διαφορά στην ηλικία, το ύψος, το βάρος, ή τη διάρκεια της πελματιαίας απονευρωσίτιδας μεταξύ των δύο ομάδων. Το ποσοστό των γυναικών στις δύο ομάδες ήταν 75% στην ομάδα που χρησιμοποιούσε τις εικονικές συσκευές και 73,8% στην ομάδα με τις ενεργές συσκευές. (Joel Brook, DPM, FACFAS, Damien M. Dauphinee, DPM, FACFAS, Jaryl Korpinen, DPM, FACFAS, Ian M. Rawe, PhD, 2012).

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την έρευνα έδειξαν ότι οι ασθενείς που φορούσαν την ενεργή συσκευή κατά τη διάρκεια της νύχτας είχαν σημαντική μείωση του πρωινού πόνου σε ποσοστό 40% σε σύγκριση με την ομάδα που έκανε χρήση των εικονικών συσκευών όπου το ποσοστό άγγιζε μόλις το 7,9% κατά τη διάρκεια της εβδομήμηνης μελέτης. Οστόσο η ανάλυση του νυχτερινού πόνου δεν παρουσίασε σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων. Ο πόνος μειώθηκε κατά 30% στην ομάδα χρήσης ενεργών συσκευών και κατά 19% στην ομάδα χρήσης εικονικών συσκευών. Ο νυχτερινός πόνος στη δεύτερη ομάδα μειώθηκε μόνο κατά τις πρώτες τρεις ημέρες υποδηλώνοντας ότι υπήρχε ένα ισχυρό φαινόμενο αυθυποβολής, ενώ παρατηρήθηκε πολύ μικρή μείωση του πόνου κατά τη διάρκεια των επόμενων ημερών. Αντίθετα στην ομάδα που έκανε χρήση των ενεργών συσκευών παρατηρήθηκε μια πιο σταθερή μείωση του πόνου υποδεικνύοντας ότι αν η μελέτη αυτή διαρκούσε περισσότερο θα είχε ως αποτέλεσμα μια σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων. Η χρήση φαρμακευτικής αγωγής στην ομάδα χρήσης ενεργών συσκευών παρουσίασε πτωτική τάση καθ'όλη τη διάρκεια της μελέτης σε σχέση με την ομάδα χρήσης εικονικών συσκευών αν και τα αποτελέσματα δεν είχαν σημαντικές διαφορές. (Joel Brook, DPM, FACFAS, Damien M. Dauphinee, DPM, FACFAS, Jaryl Korpinen, DPM, FACFAS, Ian M. Rawe, PhD, 2012).

Αυτή είναι η πρώτη μελέτη που έγινε για να δείξει ότι η χρήση συσκευών actipatch μπορεί να οδηγήσει στη θεραπεία της πελματιαίας απονευρωσίτιδας. Ωστόσο, η παρούσα μελέτη είχε αρκετούς περιορισμούς, όπως η διάρκεια του χρόνου που συλλέχθηκαν τα δεδομένα και η έλλειψη της μακροχρόνιας παρακολούθησης. Επίσης, δεν πραγματοποιήθηκε ανάλυση ισχύος, για να υπολογιστεί το μέγεθος της μελέτης, λόγω της έλλειψης δεδομένων για τις συνέπειες αυτής της μορφής θεραπείας για τον πόνο από πελματιαία απονευρωσίτιδα πόνο φτέρνα. Το μέγεθος του δείγματος προσδιορίστηκε από τον χρόνο που είχαν στη διάθεση τους οι ερευνητές, το οποίο είχε ως αποτέλεσμα χαμηλότερους από ό, τι αναμενόταν στόχους πρόσληψης. Ωστόσο, τα αποτελέσματα της μελέτης δείχνουν η χρήση των συσκευών actipatch είναι μια πολλά υποσχόμενη νέα μέθοδος για την θεραπεία της πελματιαίας απονευρωσίτιδας. (Joel Brook, DPM, FACFAS, Damien M. Dauphinee, DPM, FACFAS, Jaryl Korpinen, DPM, FACFAS, Ian M. Rawe, PhD, 2012).

4.6.4 Μελέτη των συσκευών actipatch σε μυϊκούς πόνους.

Ακόμη μια μελέτη που έγινε για την αποτελεσματικότητα των actipatch, επικεντρώθηκε στην αποτελεσματικότητα των συσκευών actipatch σε μυϊκούς πόνους. Ο καθυστερημένος μυϊκός πόνος είναι μια μορφή πόνου, που παρουσιάζεται μετά από ώρες έντονης άσκησης μιας συγκεκριμένης μυϊκής ομάδας. Προκαλείται από μικροσχισμές των σαρκομερών, που αποτελούν τις μικρότερες λειτουργικές μονάδες του μυϊκού ιστού. Οι σχισμές προκαλούνται από την επιβράδυνση μιας κίνησης. Στις σχισμές αυτές προκαλούνται φλεγμονές και μαζί με νερό, προκαλούν οίδημα που διογκώνει το μυ. Εάν το οίδημα μεταφερθεί δώδεκα έως εικοσιτέσσερις ώρες αργότερα και χτυπήσει τα νευρικά κύτταρα, αυτό οδηγεί σε τυπικό πόνο τραβήγματος. (C.H. Rasmussen, M.S. Rathleff, C.R. Knudsen, S.T. Skou, M.G. Jorgensen, J.L. Olesen, V. Khalid, S. Rasmussen, 2011).

Σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να διερευνήσει αν οι συσκευές actipatch μπορούσαν να μειώσουν τον μυϊκό πόνο σε μια μεγάλη ομάδα μαραθωνοδρόμων. Πρωταρχική έκβαση ήταν ο πόνος και δευτερεύουσα το τρέξιμο. Ήταν μία τυχαιοποιημένη, εικονικά ελεγχόμενη μελέτη, που κάλυπτε μια περίοδο 5 ημερών μετά την ολοκλήρωση των μαραθώνιων αγώνων. Μετά από τέσσερις μαραθώνιους αγώνες ζητήθηκε σε όλους

τους δρομείς που ολοκλήρωσαν τα 42,195 χιλιόμετρα να συμμετέχουν στη μελέτη. Συνολικά 439 δρομείς συμμετείχαν σε 4 αγώνες μαραθωνίου εκ των οποίων οι 94 αποκλείστηκαν και οι 133 τυχαιοποιήθηκαν είτε να χρησιμοποιήσουν ενεργές συσκευές actipatch, είτε εικονικές συσκευές. Τόσο οι Ενεργές όσο και οι εικονικές συσκευές ήταν πανομοιότυπες. Οι εικονικές συσκευές χρησιμοποιήθηκαν με τον ίδιο ακριβώς τρόπο όπως και οι ενεργές αλλά δεν παράγαν κανένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο μέσα στους ιστούς. Η συσκευή actipatch δεν παράγει θερμότητα ούτε προκαλεί οποιαδήποτε αίσθηση στον ιστό και ως εκ τούτου οι συμμετέχοντες δεν ήταν σε θέση να καταλάβουν την διαφορά. Όλοι οι συμμετέχοντες είχαν εντολή να χρησιμοποιούν τη συσκευή για είκοσι λεπτά επί τέσσερις φορές κάθε μέρα και να την τοποθετούν στην πιο επώδυνη περιοχή του τετρακέφαλου. Η ένταση του πόνου αξιολογούταν τρεις φορές την ημέρα με μια οπτική αναλογική κλίμακα (VAS), με τους συμμετέχοντες καθιστούς σταυροπόδι σε γωνία 90° και συμπλήρωναν ένα ερωτηματολόγιο. (C.H. Rasmussen, M.S. Rathleff, C.R. Knudsen, S.T. Skou, M.G. Jorgensen, J.L. Olesen, V. Khalid, S. Rasmussen, 2011).

Η συμμετοχή των αθλητών στη μελέτη ανήλθε στο 70%. Στην ομάδα χρήσης ενεργών συσκευών 36 άνδρες και 10 γυναίκες επέστρεψαν το ερωτηματολόγιο και στην ομάδα των εικονικών συσκευών το επέστρεψαν 42 άνδρες και 5 γυναίκες. Η ανάλυση των δημογραφικών στοιχείων μεταξύ των αθλητών που χρησιμοποίησαν ενεργές συσκευές και αυτών που έκαναν χρήση εικονικών συσκευών, δεν παρουσίασαν διαφορά. Οι τιμές της οπτικής αναλογικής κλίμακας (VAS) ήταν σημαντικά πιο χαμηλές στην ομάδα θεραπείας με τις ενεργές συσκευές, κατά τη διάρκεια των μεσημεριανών και βραδινών ωρών της πρώτης ημέρας και των βραδινών ωρών της δεύτερης ημέρας. Επιπλέον, η ομάδα χρήσης ενεργών συσκευών έτρεξε 61 λεπτά, μία ημέρα μετά το μαραθώνιο σε σύγκριση με την ομάδα χρήσης εικονικών συσκευών που έτρεξε μόνο 27 λεπτά. Η μελέτη αυτή κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι συσκευές actipatch μπορούν να μειώσουν τον μυϊκό πόνο καθυστερημένης έναρξης σε μαραθωνοδρόμους τις ημέρες μετά τον αγώνα. Ο χρόνος των 61 λεπτών που έτρεξαν οι αθλητές μία μέρα μετά το μαραθώνιο με τη χρήση ενεργών συσκευών actipatch υποστηρίζει τα ευρήματα αυτής της έρευνας. (C.H. Rasmussen, M.S. Rathleff, C.R. Knudsen, S.T. Skou, M.G. Jorgensen, J.L. Olesen, V. Khalid, S. Rasmussen, 2011).

4.6.5 Μελέτη των συσκευών actipatch για την επούλωση δύστροπων ελκών.

Τα έλκη φλεβικής στάσης είναι μια σημαντική αιτία των χρόνιων τραυμάτων και συνήθως συνδέονται με έντονο πόνο. Είναι συχνά σε ασθενείς που έχουν ιστορικό οιδήματος στα πόδια, φλεβίτιδα, ή ιστορικό θρόμβων στις επιφανειακές ή εν τω βάθει φλέβες των ποδιών. Τα Φλεβικά έλκη είναι η πιο κοινή αιτία του σχηματισμού ελκών στα κάτω άκρα. Μία έρευνα που έγινε στο πανεπιστήμιο Temple, Foot and Ankle Institute, αποσκοπούσε στο να μελετήσει την αποτελεσματικότητα των συσκευών actipatch στην επούλωση δύστροπων ελκών. Στην έρευνα πήραν μέρος τέσσερις Αφροαμερικανοί διαβητικοί άνδρες ηλικίας μεταξύ 40 και 75, με έλκη για περισσότερο από 3 μήνες. Οι τρεις ασθενείς είχαν διαβητικό νευροπαθητικό έλκος και ο ένας είχε έλκος φλεβικής στάσης. Όλα τα έλκη είχαν προηγουμένως υποβληθεί σε θεραπεία με ποικιλία μεθόδων, χωρίς αξιόλογη επούλωση. Ο πρώτος ασθενής ήταν 72 ετών με διαβήτη τύπου II και είχε έλκος φλεβικής στάσης. Ο δεύτερος ασθενής ήταν 42 ετών και εκείνος με διαβήτη τύπου II. Ο τρίτος ασθενής ήταν 62 χρονών με διαβήτη ελεγχόμενης ινσουλίνης. Τέλος ο τέταρτος ασθενής, 74 χρονών με διαβήτη ελεγχόμενης ινσουλίνης παρουσίαζε ένα έλκος στην δεξιά φτέρνα που προέκυψε μετά από νοσηλεία για χειρουργική επέμβαση στον προστάτη. Αυτός είχε ήδη ακρωτηριασμένο το αριστερό κάτω άκρο σε ύψος κάτω απ' το γόνατο. Και στους τέσσερις τοποθετήθηκαν συσκευές actipatch που λειτουργούσαν για 6-8 ώρες την ημέρα. Οι ασθενείς με διαβητικά έλκη είχαν τις πληγές τους καλυμμένες με γάζα εμποτισμένη σε φυσιολογικό ορό, επάνω τοποθετούταν μια συσκευή ActiPatch και τέλος, ένας στεγνός αποστειρωμένος επίδεσμος. Οι πληγές αξιολογούνταν μια φορά την εβδομάδα για διάστημα έξι εβδομάδων. (Ian M Rawe, Tracey C Vlahovic, 2012).

Οι ασθενείς δεν ανέφεραν αρνητικές παρενέργειες κατά τη διάρκεια χρήσης της συσκευής. Από την πρώτη κιόλας εβδομάδα, παρατηρήθηκε ότι και οι τέσσερις ασθενείς είχαν μια μείωση στο μέγεθος του τραύματος. Στον δεύτερο και τον τρίτο ασθενή παρατηρήθηκε πλήρης ίαση των διαβητικών ελκών μετά από 3 εβδομάδες θεραπείας. Ο πρώτος ασθενής είχε έλκος φλεβικής στάσης, το οποίο του προκαλούσε έντονο πόνο. Μετά από 2 εβδομάδες θεραπείας, με χρήση της συσκευής actipatch ο ασθενής ανέφερε σημαντική ανακούφιση από τον πόνο. Η επούλωση του έλκους έφτασε σε ποσοστό μείωσης από την αρχική του κατάσταση το 95% στο τέλος της μελέτης των έξι εβδομάδων. (εικ.4.2). Τα έλκη του δεύτερου και του τρίτου ασθενή

βελτιώθηκαν γρήγορα με τη χρήση της συσκευής,φτάνοντας το 50% της μείωσης του έλκους μετά από μια εβδομάδα θεραπείας.Μετά από διάστημα τριών εβδομάδων θεραπείας τα έλκη είχαν επουλωθεί πλήρως.Το δεξί έλκος στο πόδι του δεύτερου ασθενή παρουσιάζεται στην εικόνα 4.3 και το έλκος της αριστερής φτέρνας του τρίτου ασθενή παρουσιάζεται στην εικόνα 4.4.Το διαβητικό έλκος του τέταρτου ασθενή μέχρι την έκτη εβδομάδα της θεραπείας είχε μειωθεί κατά 88% σε σχέση με το αρχικό του μέγεθος.(Ian M Rawe, Tracey C Vlahovic,2012).



Εικόνα 4.2 Το έλκος φλεβικής στάσης του πρώτου ασθενή όπως παρουσιάζεται στην αρχή,στην δεύτερη,στην τέταρτη και στην έκτη εβδομάδα της θεραπείας.(τροποποιημένο από Rawe IM, Vlahovic TC. *The use of a portable, wearable form of pulsed radio frequency electromagnetic energy device for the healing of recalcitrant ulcers: a case report.*Int Wound J 2012;9:253–258).



Εικόνα 4.3 Επούλωση του διαβητικού έλκους του δεύτερου ασθενή σε διάστημα τριών εβδομάδων.(τροποποιημένο από Rawe IM, Vlahovic TC. *The use of a portable, wearable*

form of pulsed radio frequency electromagnetic energy device for the healing of recalcitrant ulcers: a case report. *Int Wound J* 2012;9:253–258).



Εικόνα 4.4 Επούλωση του διαβητικού έλκους του τρίτου ασθενή μετά από τρεις εβδομάδες θεραπείας. (τροποποιημένο από Rawe IM, Vlahovic TC. *The use of a portable, wearable form of pulsed radio frequency electromagnetic energy device for the healing of recalcitrant ulcers: a case report. Int Wound J* 2012;9:253–258).

Τα αποτελέσματα από αυτή τη μελέτη έδειξαν ότι οι συσκευές αυτές ίσως να είναι μια αποτελεσματική συμπληρωματική θεραπεία για τις δύστροπες πληγές καθώς προάγει την επούλωση και τη μείωση του πόνου. Η ευκολία της χρήσης, το χαμηλό κόστος και η συμβατότητα με την τρέχουσα συμβατική θεραπεία προτείνουν ότι οι συσκευές αυτές θα μπορούσαν να εφαρμοστούν ευρέως ως θεραπεία πρώτης επιλογής, αν και απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για να καθοριστεί η πραγματική τους αξία. (Ian M Rawe, Tracey C Vlahovic, 2012).

4.7 Συσκευές ασύρματης διέγερσης μικρορευμάτων (WMCS)

Εκτός από τις μικροσυσκευές βραχέων κυμάτων, στον τομέα των electroceuticals εντάσσεται και η τεχνολογία της ασύρματης διέγερσης μικρορευμάτων (WMCS). Η

συσκευή αυτή χρησιμοποιεί μία καινοτόμο, απλή, μη επεμβατική, ανώδυνη μέθοδο που μεταφέρει το ρεύμα ασύρματα στην πληγή. Δε διαθέτει ηλεκτρόδια, συνεπώς λύνεται ένα σημαντικό θέμα που αφορά τον κίνδυνο μόλυνσης των πληγών και των έλκων κατά τη διάρκεια της συνεδρίας και επιπλέον αντιμετωπίζεται ο πόνος και η ενόχληση. Η συσκευή αυτή λειτουργεί ως εξής: μετατρέπει τα ατμοσφαιρικά αέρια του οξυγόνου ή του αζώτου, αναλόγως τη συσκευή, σε ιόντα και τα ψεκάζει στον τραυματισμένο ιστό, ενώ ένα ρυθμιζόμενο εύκαμπτο βραχιόλι που φοριέται γύρω από τον υγιή καρπό ή τον αστράγαλο του ασθενούς, κλείνει το κύκλωμα. Ο ασθενής κάθεται ή ξαπλώνει σε ένα μονωμένο κρεβάτι ή καρέκλα και έτσι τα ιόντα που ψεκάζονται στον ιστό οδηγούνται πίσω στη συσκευή με ένα καλώδιο που συνδέεται με το βραχιόλι. Καθώς δεν υπάρχουν ηλεκτρόδια στην περιοχή του τραύματος, δεν υπάρχει και πόνος ή ερεθισμός, ηλεκτροχημικά υποπροϊόντα, κίνδυνος εγκαύματος ή αλλεργίας και ο κίνδυνος μόλυνσης είναι ελάχιστος και περιορίζεται στα αερομεταφερόμενα παθογόνα που μεταδίδονται στην πληγή κατά τον ψεκασμό. Η απόσταση μεταξύ του τραύματος και της συσκευής είναι μικρότερη από 15 cm, σε πρότυπες συνθήκες και ο κίνδυνος είναι αμελητέος. Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο αυτή έχουν παρατηρηθεί εμφανείς βελτιώσεις σε χρόνιες πληγές και μια σημαντική μείωση του πόνου ακόμη και σε διάστημα 1-2 εβδομάδων από την πρώτη εφαρμογή. Μέχρι στιγμής, έχει δοκιμαστεί με επιτυχία σε έλκη και σε εγκαύματα ενώ βρίσκονται σε εξέλιξη εκτεταμένες δοκιμές σε κατακλίσεις, αθλητικούς τραυματισμούς και πόνους των μυών. Παρόλα αυτά περαιτέρω δοκιμές και συγκριτικές μελέτες χρειάζονται για να το επιβαιβεώσουν αυτό. (Manousos E. Kambouris, Zoi Zagoriti, George Lagoumintzis, Konstantinos Poulas, 2014) (εικ. 4.5).



Εικόνα 4.5 Συσσκευή W-200 ασύρματης διέγερσης μικρορευμάτων (WMCS) (τροποποιημένο από <http://wetlinghealth.com/www/en/chronic-wounds.html>).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

5.1 Μελέτες περίπτωσης

Οι μυϊκές θλάσεις αποτελούν αθλητικές κακώσεις με υψηλή επιδημιολογική εμφάνιση σε επαγγελματίες αθλητές και ειδικότερα σε ποδοσφαιριστές, καθώς αντιπροσωπεύουν το ~30% του συνόλου των τραυματισμών τους. Μυϊκή θλάση ονομάζεται η κάκωση κατά την οποία επέρχεται ρήξη ενός ποσοστού των μυϊκών ινών εξαιτίας είτε μιας υπερμέγιστης φόρτιση τους είτε μιας ξαφνικής εξωτερικής επιβάρυνσης. Οι μυϊκές θλάσεις ταξινομούνται σε 3 βαθμούς, ανάλογα με το ποσοστό των μυϊκών ινών που έχει υποστεί την ρήξη. Ο καθορισμός της βαρύτητας της μυϊκής βλάβης βασίζεται σε απεικονιστικές εξετάσεις και στην κλινική εξέταση. Η αποκατάσταση των μυϊκών θλάσεων στο στάδιο της φλεγμονής βασίζεται στις τεχνικές μαλακών μορίων, στην κινησιοθεραπεία, στα φυσικά μέσα αλλά και σε μεθόδους ηλεκτροθεραπείας. Οι συσκευές ActiPatch αποτελούν καινοτόμες πρωτοποριακές μικροσυσκευές οι οποίες εκπέμποντας παλμικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία (pulsed electromagnetic field - PEMF) στον τραυματισμένο ιστό, φαίνεται ότι μειώνουν τον πόνο και τη φλεγμονή επιταχύνοντας τη διαδικασία της επούλωσης. Τα ActiPatch δρουν περιορίζοντας τη φλεγμονώδη αντίδραση του οργανισμού και επιταχύνοντας την επούλωτική διαδικασία, μέσω αύξησης της αιμάτωσης της περιοχής και αναδιάταξης των κυττάρων. Η παρούσα μελέτη στοχεύει στην αξιολόγηση της επίδρασης από την εφαρμογή της τεχνολογίας PEMF μέσω των συσκευών ActiPatch στην ταχύτερη και αποτελεσματικότερη επούλωση διαφόρων μυϊκών θλάσεων σε επαγγελματίες αθλητές ποδοσφαίρου υψηλού επιπέδου.

5.2 Υλικό και μέθοδος

5.2.1 Σχεδιασμός της έρευνας

Η μέθοδός μας στηρίχθηκε στο περιγραφικό μοντέλο έρευνας Μελετών Περίπτωσης (case reports) με βάση το οποίο περιγράφονται ενδιαφέροντα κλινικά περιστατικά- άτομα ή μικρές ομάδες ατόμων για κάποια ή κάποιες μεταβλητές (Φουσέκης 2015).

5.2.2 Πληθυσμός – Δείγμα

Στη μελέτη συμμετείχαν 8 αθλητές (άντρες, με μ.ο ηλικίας 21,7 έτη, 18-26 έτη), οι οποίοι υπέστησαν μυϊκή θλάση κάτω άκρων. Σε 5 τυχαιοποιημένους αθλητές χρησιμοποιήθηκαν οι συσκευές ActiPatch, επικουρικά της ενδεδειγμένης συντηρητικής αγωγής (ερευνητική υπο-ομάδα Α), στην οποία υποβλήθηκαν και οι υπόλοιποι 3 αθλητές (Ομάδα Β). Η αξιολόγηση τους περιλάμβανε κλινική εξέταση, απεικονιστικό έλεγχο (υπέρηχο), καταγραφή του πόνου (VAS), καταγραφή χρήσης παυσίπων, συμπλήρωση ερωτηματολογίου λειτουργικότητας σκέλους (Lysholm questionnaire) το οποίο διατίθεται στην ιστοσελίδα http://www.orthopaedicscore.com/scorepages/tegnor_lysholm_knee.html για on-line χρήση, καθώς και η καταγραφή του χρόνου επιστροφής σε αθλητικές δραστηριότητες (Εικ. 5.1). Τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με ομάδα ελέγχου 10 αθλητών, ίδιων χαρακτηριστικών όσον αφορά ηλικίες και βλάβη (Πίνακας 5.1). Συγκρίθηκαν μόνο οι ημέρες αποκατάστασης των παραπάνω ομάδων με την βοήθεια του t-test για ανεξάρτητα δείγματα και το στατιστικό πακέτο SPSS 20.0.

5.3 Μελέτες Περίπτωσης

Το Lysholm score βελτιώθηκε στατιστικά σημαντικά ($P < 0,005$) και στις 2 ομάδες σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (Εικ. 5.1). Στην υπο-ομάδα Α παρατηρήθηκε λιγότερη

χρήση αναλγητικών, μείωση τιμών στην καταγραφή πόνου, αμεσότερη απεικονιστική επούλωση της θλάσης (μ.ο 10 ημέρες) και βελτίωση της κλινικής τους εικόνας στην κλινική εξέταση σε σχέση με την Ομάδα Β. Τα παραπάνω συνοδεύτηκαν με στατιστικά σημαντική μείωση του χρόνου επιστροφής στις αγωνιστικές προπονήσεις στην υπο-ομάδα Α σε σχέση με την Ομάδα Β (μ.ο 8 ημέρες).

The screenshot shows the Tegner Lysholm Knee Scoring Scale online assessment tool. The page is titled "Tegner Lysholm Knee Scoring Scale" and includes a "PRINT'S FAVOR OF ME" button. The assessment consists of eight sections, each with a list of symptoms and radio buttons for "None", "Slightly", and "Constant".

- Section 1 - Limp**
 - None
 - Slightly or periodically
 - Constant
- Section 2 - Support**
 - None
 - Slight or rarely
 - Weight-bearing impractical
- Section 3 - Pain**
 - None
 - Intermittent and slight during ordinary exertion
 - Mild or slight when walking
 - Marked or severe after walking more than 2 km
 - Marked or severe after walking less than 2 km
 - Constant
- Section 4 - Instability**
 - None during any
 - Rarely during ordinary or other ordinary exertion
 - Frequently during ordinary or other ordinary exertion (as compared with pre-injury)
 - Occasionally in daily activities
 - Often in daily activities
 - Very often
- Section 5 - Locking**
 - Not locking or locking rarely
 - Locking occasionally but not locking
 - Locking frequently
 - Frequently
 - Locked joint on examination
- Section 6 - Swelling**
 - None
 - Occasional
 - On ordinary exertion
 - Constant
- Section 7 - Stair-climbing**
 - No problem
 - Slightly impaired
 - Can step up stairs
 - Impossible
- Section 8 - Squatting**
 - No problem
 - Slightly impaired
 - Not beyond 90°
 - Impossible

At the bottom of the form, there are buttons for "Previous", "Clear History", and "Reset". Below these buttons, it says "To save this data click on 'Save to CSV'". The score is displayed as "The Tegner Lysholm Knee Score is 0".

Below the score, there is a "Grading the Tegner Lysholm Knee Scoring Scale" section with a scale from 0-55 (Poor) to 90 (Excellent). The scale is as follows:

0-55	56-63	64-90	90
Poor	Fair	Good	Excellent

References for scores: Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee joint injuries. Clin Orthop Relat Res. 1985;202:1-90. doi:10.1177/001382238502020013. Link to the available, but link is broken.

Reference for Grading: Mitche A, Vlachopoulos P, Piskopoulos H, Nakheras B. Anterior cruciate ligament reconstruction for over-the-hill repair combined with ACL reconstruction. J Bone Joint Surg Br. 1980;62B(1):139-44. doi:10.13067/0005-2149(1980)62<139:ACR>2.0.CO;2

Web Design: London - James Dale Internet

Εικόνα 5.1 Παρουσίαση του ερωτηματολογίου για την on-line εκτίμηση του Lysholm score

	ΗΛΙΚΙΑ (μέση τιμή, εύρος τιμών)	ΕΙΔΟΣ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΥ	Ημέρες θεραπείας	Ημέρες Αποκατάστασης (μέση τιμή)	Lysholm score
ΟΜΑΔΑ A (5 αθλητές)	21,7 – 18 έως 26 έτη	Μυϊκή θλάση κάτω άκρων	7	8	< 0,005
ΟΜΑΔΑ B (3 αθλητές)	21,5 – 18,5 έως 25,5 έτη	Μυϊκή θλάση κάτω άκρων	7	10	
ΟΜΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟ Y (10 αθλητές)	21,0 – 17,5 έως 26 έτη	Μυϊκή θλάση κάτω άκρων	-	14	

Πίνακας 5.1 Στοιχεία ομάδων που μελετήθηκαν και αποτελέσματα σύγκρισης

5.4 Συμπεράσματα

Οι μυϊκές θλάσεις αποτελούν το ~30% του συνόλου των τραυματισμών μιας ποδοσφαιρικής ομάδας σε μια αγωνιστική περίοδο. Η εφαρμογή PEMF με συσκευές ActiPatch φαίνεται να είναι μια ασφαλής, και αποτελεσματική μέθοδος συντηρητικής αντιμετώπισης των μυϊκών θλάσεων, μέσω επιτάχυνσης της επουλωτικής διαδικασίας ειδικά στο υποξυ στάδιο των κακώσεων. Σε μεγαλύτερο δείγμα μπορεί να συμπεριληφθούν και άλλες παράμετροι, όπως βιοχημικές εξετάσεις, το επίπεδο του πόνου, καταγραφή χρήσης παυσίπωνων, κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στόχος της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν να επισημάνει την επίδραση που έχει η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, τόσο στους βιολογικούς ιστούς όσο και σε κυτταρικό επίπεδο αλλά κυρίως να επικεντρωθεί στην αποτελεσματικότητα της νέας γενιάς ηλεκτρομαγνητικών συσκευών, των electroceuticals, για την επίλυση προβλημάτων πόνου που προκαλείται από διάφορες παθήσεις.

Για το λόγο αυτό συγκεντρώθηκαν και παρατέθηκαν οι πιο πρόσφατες κλινικές μελέτες που έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια πάνω στον τομέα των electroceuticals. Καθώς τα electroceuticals είναι ένας σχετικά πρόσφατος κλάδος δεν έχουν γίνει πολλές έρευνες πάνω σ' αυτό ώστε να υπάρξει μια πιο σαφής σύγκριση για την αποτελεσματικότητά τους. Οστόσο έγινε προσπάθεια ώστε να συγκεντρωθούν οι πιο αξιόπιστες έρευνες οι οποίες να καλύπτουν ένα πιο ευρύ φάσμα εφαρμογής των electroceuticals και να μην επικεντρώνονται μόνο σε μία πάθηση.

Έτσι παρουσιάστηκαν έρευνες που έγιναν πάνω σε διάφορες παθήσεις. Πιο συγκεκριμένα οι έρευνες αυτές ασχολήθηκαν με την εφαρμογή των electroceuticals πάνω σε παθήσεις, όπως η πελματιαία απονευρωσίτιδα, ο μετεγχειρητικός πόνος, ο αυχενικός τραυματισμός, οι μυϊκοί πόνοι και τέλος η εφαρμογή τους σε χρόνιες πληγές με δυσκολία στην επούλωση.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν στις περισσότερες από αυτές τις μελέτες ήταν η χρήση ενεργών και εικονικών συσκευών ούτως ώστε να εξακριβωθεί αν όντως υπήρχαν αποτελέσματα ή αν απλά η μείωση του πόνου ήταν θέμα αυθυποβολής.

Τα αποτελέσματα των ερευνών, έδειξαν ότι υπήρχαν θετικά ευρήματα. Οστόσο αυτό δεν μπορεί να ειπωθεί με σιγουριά, καθώς κάποιες έρευνες ήταν ελλιπείς λόγω

περιορισμένου χρόνου,περιορισμένου αριθμού μελών αλλά και εγκατάλειψης της έρευνας από κάποια μέλη.

Παρόλα αυτά η τελευταία μελέτη που παρουσιάστηκε στην πτυχιακή και αφορούσε την εφαρμογή των electroceuticals σε μη επουλώσιμες πληγές,αν και ολιγομελής,φάνηκε να πληροί κατά τα άλλα τις προϋποθέσεις ώστε να υπάρξουν πιο εμπειριστατωμένα κριτήρια αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας των electroceuticals.Πληγές που με χρήση οποιασδήποτε άλλης θεραπείας δεν είχαν την ικανότητα επούλωσης,έκλεισαν σε διάστημα πολύ λίγων εβδομάδων μετά τη χρήση των electroceuticals όπως φαίνεται και στις εικόνες που έχουν παρατεθεί ανωτέρω.Η έρευνα αυτή αποδεικνύει την ικανότητα που έχει η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία να προκαλέσει αναγέννηση του επιθηλιακού ιστού.

Συμπερασματικά καταλήγουμε στο ότι αν και φαίνεται να υπάρχουν θετικά ευρήματα από τις έρευνες που έχουν γίνει μέχρι στιγμής,ο τομέας των electroceuticals χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση ώστε να κατοχυρωθεί με βεβαιότητα η αποτελεσματικότητα των συσκευών αυτών.Πιο μακροχρόνιες και πιο εμπειριστατωμένες μελέτες χρειάζονται ούτως ώστε να επιτευχθεί αυτός ο στόχος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) *Ali Zamanian and Cy Hardiman, 2005, Electromagnetic Radiation and Human Health: A Review of Sources and Effects. High Frequency Electronics*
- 2) *Frederick V. Nicolle, M. Chir., Richard M. Bentall, 1982, Use of Radio-Frequency Pulsed Energy in the Control of Postoperative Reaction in Blepharoplasty. Aesth. Plast. Surg. 6:169-171*
- 3) *Ian M. Rawe, Adam Lowenstein, C. Raul Barcelo, David G. Genecov, 2011, Control of Postoperative Pain with a Wearable Continuously Operating Pulsed Radiofrequency Energy Device: A Preliminary Study. Aesth Plast Surg (2012) 36:458–463*
- 4) *Manousos E. Kambouris, Zoi Zagoriti, George Lagoumintzis, Konstantinos Poulas, 2014, From therapeutic Electrotherapy to Electroceuticals: Formats, Applications and Prospects of Electrostimulation. Annual Research & Review in Biology 4(20): 3054-3070*
- 5) *Ian M Rawe, 2014, The case for over-the-counter shortwave therapy: safe and effective devices for pain management. Pain Manage. 4(1), 37–43*
- 6) *Γιόκαρης, Π., 2007. Θεραπευτικά σχήματα: κλινική Ηλεκτροθεραπεία, Αθήνα: Γραφικές τέχνες ΓΡΑΜΜΑ Α.Ε.*
- 7) *Φραγκοράπτης, Ε. 2008. Εφαρμοσμένη Ηλεκτροθεραπεία: θεωρία και πράξη μεθόδων ηλεκτροθεραπείας. Θεσσαλονίκη: Λιθογραφία*
- 8) *Κουτσογιάννης, Κ. Αίγιο 2012, Σημειώσεις στο μάθημα αρχές Βιοφυσικής Ηλεκτροφυσιολογία, (online) Διαθέσιμο από: <http://eclass.teipat.gr/eclass/modules/document/document.php?course=616105>*
- 9) *Guyton, A. C., 2004. Φυσιολογία του ανθρώπου. 5 Ed. Μετάφραση-Επιμέλεια από τα Αγγλικά από Ευαγγέλου, Α. Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Λίτσα.*

- 10) Υβόννη Δημούλα καθηγήτρια φυσιολογίας τει-Α, ηλεκτρικά φαινόμενα στα διεγερσιμα κυτταρα μυϊκη συστολη στο γραμμωτο μυ, (online) Διαθέσιμο από: www.teiath.gr/userfiles/akanellou/electrica%20fainomena.doc
- 11) Δρ.Κωνσταντίνος Φουσέκης,Αίγιο 2014,Σημειώσεις στο μάθημα φυσικα μεσα-εφαρμοσμενη ηλεκτροθεραπεια,(online)Διαθέσιμο από:<http://eclass.teipat.gr/eclass/modules/document/document.php?course=616189>
- 12) Κάντας, Π. Αίγιο 2009, Σημειώσεις στο μάθημα Ηλεκτροθεραπεία II
- 13) Leon Poltawski and Tim Watson,2009, Bioelectricity and microcurrent therapy for tissue healing – a narrative review. *Physical Therapy Reviews* 2009 VOL 14 NO 2
- 14) Alkiviadis Kalliakmanis,George Lagoumintzis,Pantelis Nikolaou,Konstantinos Poulas,2014,*Innovative electroceuticals for accelerating trauma recovery and enhancing athletes muscle performance*.Πανεπιστήμιο Πατρών
- 15)Ορισμός electroceuticals,(online)Διαθέσιμο από:<http://en.wikipedia.org/wiki/Electroceuticals>
- 16) Bhupinder Singh Sekhon,2014, *Bioelectronic Medicine/Electroceuticals – The Emergence of New Electronic Therapeutics*. *Int.J.Nov.Res.Eng & Pharm.Sci.*, Vol 1, Issue 01; 58-63
- 17) Sheena Kong, M.D.,2009, *Use of ActiPatch Device for Treatment of Delayed Onset Muscle Soreness –Comparison to Acetaminophen and Control Group*.
- 18) Joel Brook, DPM, FACFAS,Damien M.Dauphinee,DPM,FACFAS,Jaryl Korpinen,DPM,FACFAS,Ian M.Rawe,PhD,2012, *Pulsed Radiofrequency Electromagnetic Field Therapy:A Potential Novel Treatment of Plantar Fasciitis*.*The Journal of Foot & Ankle Surgery* 51:312–316
- 19) C.H. Rasmussen,M.S. Rathleff,C.R. Knudsen,S.T. Skou,M.G. Jorgensen,J.L. Olesen,V. Khalid,S. Rasmussen,2011,*Pulsed electromagnetic field therapy reduces delayed onset muscle soreness in marathon runners A doubleblind randomized placebo-controlled study*. *Sports / knee soft-tissue,EFORT*12-3384

20) Ian M Rawe, Tracey C Vlahovic, 2012, *The use of a portable, wearable form of pulsed radio frequency electromagnetic energy device for the healing of recalcitrant ulcers: a case report.* *Int Wound J* 2012; 9:253–258.