



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
UNIVERSITY OF WEST ATTICA

ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ TENS
ΜΙΑ ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑΣ

CLINICAL APPLICATIONS OF TENS
A CRITICAL REVIEW

ΦΟΙΤΗΤΕΣ: ΠΑΠΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Α.Μ. 16090, ΛΑΣΚΑΡΗ ΑΖΑΝΤΟΥΗ Α.Μ. 16045

ΥΠΕΥΘΗΝΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΣΤΑΜΟΥ ΜΑΓΔΑΛΗΝΗ

ΑΘΗΝΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2021

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
ΣΤΑΜΟΥ ΜΑΓΔΑΛΗΝΗ	ΜΕΛΟΣ ΕΙΔΙΚΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΥ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ (ΕΕΔΙΠ)	
ΜΠΑΚΑΛΙΔΟΥ ΔΑΦΝΗ	ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΡΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	
ΚΟΜΠΟΤΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ	ΛΕΚΤΟΡΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογράφων Παπαναστασίου Δημήτριος του Νικολάου με αριθμό μητρώου 16090 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας του τμήματος Φυσικοθεραπείας δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι 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 πτυχίου μου».

Ο Δηλών

Παπαναστασίου Δημήτριος / Φοιτητής



ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογράφουσα Λάσκαρη Αζαντουή του Βασιλείου με αριθμό μητρώου 16045 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας του τμήματος Φυσικοθεραπείας δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι 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 πτυχίου μου».

Η Δηλούσα

Λάσκαρη Αζαντουή / Φοιτήτρια



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία αποσκοπεί στην εμβάθυνση των γνώσεων σχετικά με τις κλινικές εφαρμογές και την αποτελεσματικότητα του διαδερμικού ηλεκτρικού νευρικού ερεθισμού TENS σε ένα πλήθος πολλών και διαφορετικών παθήσεων. Με την ολοκλήρωσή της, κατέστη αντιληπτή η σημασία της σωστής μεθοδολογίας στην έρευνα, της κριτικής ικανότητας κατά την μελέτη της πλούσιας βιβλιογραφίας και της χρήσης του TENS ως θεραπευτικής παρέμβασης στις παθήσεις που εξετάζονται. Η συγγραφική προσπάθεια στοχεύει στο να αποτελέσει μία αξιόπιστη πηγή πληροφόρησης σχετικά με το θέμα που πραγματεύεται.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με θέμα «Κλινικές Εφαρμογές του TENS» εκπονήθηκε στο πλαίσιο της πτυχιακής εργασίας του τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής το έτος 2021. Στο σημείο αυτό εκφράζουμε τις θερμές ευχαριστίες μας σε όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

Επιθυμούμε, αρχικά, ευχαριστήσουμε την επιβλέπουσα καθηγήτρια της παρούσας εργασίας κυρία Στάμου Μαγδαληνή για την εμπιστοσύνη με την οποία μας έδειξε, την καταλυτική υποστήριξη, την ενθάρρυνση, την καθοδήγηση αλλά κυρίως για τη θερμή ανθρώπινη συμπαράσταση που λάβαμε εκ μέρους της κατά την διάρκεια των συναντήσεών μας.

Επιπλέον, εκφράζουμε τις ευχαριστίες μας σε όλους τους καθηγητές του τμήματος Φυσικοθεραπείας που κατά τη διάρκεια των προπτυχιακών μας σπουδών στάθηκαν αρωγοί στην προσπάθειά μας.

Τέλος, οφείλουμε να εκφράσουμε την απεριόριστη ευγνωμοσύνη στους φίλους και τα μέλη των οικογενειών μας που μας συμπαραστέκονται και μας υποστηρίζουν σε κάθε μας βήμα.

Παπαναστασίου Δημήτρης

Λάσκαρη Αζαντούη

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Ο διαδερμικός ηλεκτρικός νευρικός ερεθισμός TENS αποτελεί ένα μη επεμβατικό αναλγητικό ηλεκτροφυσικό μέσο. Επιλέγεται με κύριο σκοπό την ανακούφιση διάφορων μορφών πόνου όπως για παράδειγμα ο νευροπαθητικός πόνος, ο μετεγχειρητικός πόνος, ο πολύπλοκος περιοχικός πόνος, ο πόνος που προκαλείται από νευραλγίες και ινομυαλγίες, ο χρόνιος πόνος, ο πόνος που προκαλείται από κακώσεις νωτιαίου μυελού, ο καρκινικός πόνος και ο πόνος της οστεοαρθρίτιδας. Παράλληλα το TENS χρησιμοποιείται με στόχο την αύξηση της καθημερινής λειτουργικότητας των ασθενών με εγκεφαλικό επεισόδιο, τη μείωση της σπαστικότητας και τη μείωση της κατανάλωσης αναλγητικών φαρμάκων.

Σκοπός: Η παρούσα κριτική ανασκόπηση αρθρογραφίας έχει ως στόχο την αξιολόγηση και την διερεύνηση της αποτελεσματικότητας του διαδερμικού ηλεκτρικού νευρικού ερεθισμού TENS σε ένα πλήθος παθήσεων. Επιμέρους στόχος είναι η εντόπιση των ερευνητικών περιορισμών, με σκοπό την δημιουργία αξιόπιστων μελλοντικών κλινικών μελετών.

Μεθοδολογία: Πραγματοποιήθηκε έρευνα στις εξής μηχανές αναζήτησης: Pubmed, Google Scholar και Physiotherapy Evidence Database PEDro. Στόχος ήταν η εύρεση κατάλληλων και αξιόπιστων μελετών σχετικών με τις κλινικές εφαρμογές του TENS. Αληθεύει το γεγονός ότι τέθηκαν κάποια θεμελιώδη κριτήρια εισόδου των κλινικών μελετών, ώστε η κριτική ανασκόπηση να παρουσιάζει μεγαλύτερη αξιοπιστία. Τα κριτήρια εισόδου των κλινικών μελετών που συμπεριλήφθηκαν στη κριτική ανασκόπηση ήταν τα ακόλουθα: 1) να περιλαμβάνεται η κλινική εφαρμογή του TENS σε ένα πλήθος διαφορετικών παθήσεων, 2) τα άρθρα να είναι δημοσιευμένα από το 2014 έως το 2021 στην αγγλική γλώσσα, 3) η πλειονότητα των άρθρων να είναι τυχαιοποιημένες κλινικές μελέτες RCTs και 4) να συγκρίνεται η παρέμβαση του TENS με εικονική θεραπεία (placebo) αλλά και με άλλες θεραπευτικές παρεμβάσεις. Εν τέλει, συμπεριλήφθηκαν 35 κλινικές μελέτες.

Συμπεράσματα: Παρότι πολλές κλινικές μελέτες σε αυτή την κριτική ανασκόπηση υποστηρίζουν τη χρήση του TENS σε ένα ευρύ φάσμα παθήσεων, σοβαρές επιφυλάξεις θα πρέπει να διατηρηθούν λόγω αρκετών περιορισμών. Περαιτέρω έρευνα κρίνεται απαραίτητη.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Διαδερμικός ηλεκτρικός νευρικός ερεθισμός TENS και κλινικές εφαρμογές σε συνδυασμό με πολύπλοκο περιοχικό σύνδρομο πόνου, διαβητική νευροπάθεια, μεθερπητική νευραλγία, κακώσεις νωτιαίου μυελού, μετεγχειρητικό πόνο, περιφερική νευροπάθεια λόγω χημειοθεραπειών, νευροπαθητικό πόνο, ινομυαλγία, εγκεφαλικό επεισόδιο, χρόνια πόνο, οστεοαρθρίτιδα

ABSTRACT

Background: Transcutaneous electrical nerve stimulation TENS is a non-invasive electrophysical analgesic modality. The main purpose of its use is to relieve various forms of pain such as neuropathic pain, post-operative pain, complex regional pain syndrome, pain caused by neuralgia and fibromyalgia, chronic pain, pain caused by spinal cord injuries and osteoarthritis. At the same time, TENS is used to increase the daily functionality of patients with stroke, to reduce spasticity and consumption of analgesic drugs.

Aim: This critical review strives to evaluate and investigate the effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation TENS in various pathologies. An additional goal is to identify research constraints to create reliable future clinical trials.

Methods: Research was conducted on the following databases: Pubmed, Google Scholar and Physiotherapy Evidence Database PEDro. The purpose was to find appropriate and reliable studies related to clinical applications of TENS. Fundamental inclusion criteria have been set so that the critical review is more reliable. Clinical studies included in this critical review were assessed based on the following inclusion criteria: 1) studies focused on the clinical application of TENS in various diseases, 2) published from 2014 to 2021 in English, 3) the majority of the articles to be randomized clinical trials RCTs and 4) studies which compare the intervention of TENS with placebo and other therapies. 35 articles were included.

Conclusion: Although many clinical studies in this critical review support the use of TENS in a great variety of diseases, wariness should be maintained due to several limitations. Further research is needed.

KEYWORDS

TENS and clinical applications in conjunction with crps, diabetic neuropathy, post-herpetic neuralgia, spinal cord injury, postoperative pain, cipn, neuropathic pain, fibromyalgia, stroke, chronic pain, osteoarthritis

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	5
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	13
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	16
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	18
<u>ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</u>	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	19
1.1 Ορισμός TENS.....	19
1.1.1 Παραμετροποίηση και εφαρμογή του TENS.....	21
1.1.2 AL-TENS και Intense TENS.....	22
1.1.3 Αντενδείξεις του TENS.....	23
1.2 Ορισμός Πόνου.....	24
1.2.1 Παθοφυσιολογία του πόνου	24
1.2.2 TENS και Θεωρία “ελέγχου της πύλης του πόνου” (Gate Control Theory)..	27
1.2.3 Ταξινόμηση του πόνου.....	29
1.2.4 Αξιολόγηση του πόνου.....	31
<u>ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</u>	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο : ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	34
2.1 Στρατηγική αναζήτησης	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο : ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ TENS ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ ΠΟΝΟΥ.....	35
3.1 TENS και πολύπλοκο περιοχικό σύνδρομο πόνου – CRPS.....	35
3.2 TENS και διαβητική νευροπάθεια.....	38
3.3 TENS και μεθερπητική νευραλγία.....	41

3.4 TENS και μετεγχειρητικός πόνος.....	43
3.4.1 TENS σε ολικές αρθροπλαστικές γόνατος.....	43
3.4.2 TENS σε κατάγματα ισχίου.....	49
3.4.3 TENS σε θωρακοτομή.....	51
3.4.4 TENS σε βουβωνοκήλη.....	53
3.4.5 TENS σε αρθροσκόπηση ώμου.....	55
3.5 TENS και χρόνιος πόνος.....	57
3.6 TENS και ινομυαλγία.....	61
3.7 TENS σε καρκινικό πόνο και TENS μετά από χημειοθεραπεία.....	65
3.8 TENS και κακώσεις νωτιαίου μυελού – ανακούφιση του πόνου.....	68
3.9 TENS και οστεοαρθρίτιδα.....	73
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ TENS ΚΑΙ ΝΕΥΡΟΜΥΙΚΟΣ ΕΡΕΘΙΣΜΟΣ.....	76
4.1 TENS στην αποκατάσταση σπαστικότητας μετά από ΚΝΜ.....	76
4.2 TENS και Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο.....	78
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΕΣ ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ TENS ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ.....	83
5.1 Αερόβια άσκηση και Φυσικοθεραπεία (με TENS) στο CRPS.....	83
5.2 TENS και κοβαλαμίνη στη μεθερπητική νευραλγία.....	85
5.3 TENS και αντιϊικά φάρμακα στη μεθερπητική νευραλγία.....	86
5.4 TENS και Scrambler για την αντιμετώπιση του CIPN.....	87
5.5 TENS σε σύγκριση με το PRF στην διαβητική νευροπάθεια.....	87
5.6 TENS και φαρμακευτική βδέλλα στην οστεοαρθρίτιδα γόνατος.....	89
5.7 TENS και υπέρηχος στην οστεοαρθρίτιδα γόνατος.....	89
5.8 TENS και θεραπευτική άσκηση <<TOT>> σε Εγκεφαλικό Επεισόδιο.....	90
5.9 TENS και Visual Illusion στο νευροπαθητικό πόνο από ΚΝΜ.....	91

5.10 TENS και FES στη σπαστικότητα των κάτω άκρων μετά από ΚΝΜ.....	93
ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	96
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	106
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	110
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	129

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

- **2MWT:** Two Minute Walk Test
- **6MWT:** Six Minute Walk Test
- **ADLs:** Activities of Daily Living
- **AL-TENS:** Acupuncture-like transcutaneous electrical nerve stimulation
- **ANOVA:** Analysis Of Variance
- **APGAR:** Appearance, Pulse, Grimace, Activity and Respiration
- **ASIA:** American Spinal Injury Association
- **BPI:** Brief Pain Inventory
- **CIPN:** Chemotherapy Induced Peripheral Neuropathy
- **CPM:** Conditioned Pain Modulation
- **CPRS:** Complex regional pain syndrome type
- **CPM:** Continuous Passive Motion
- **CRPS:** Complex Regional Pain Syndrome
- **CSS:** Composite Severity Score
- **DG:** Double Group
- **DHI:** Dizziness Handicap Inventory
- **DN-4:** Douleur Neuropathique en 4 Questions
- **ECOG:** Eastern Cooperative Oncology Group
- **EORTC:** European Organisation for Research and Treatment of Cancer
- **FAC:** Functional Ambulation Categories
- **FES:** Functional Electrical Stimulation
- **FIM:** functional independence measure
- **FIQ:** Fibromyalgia Impact Questionnaire
- **FRS: Functional Rating Scale**
- **FTSTS:** Sit to Stand Test
- **GIC:** Global Impression of Change
- **HbA1c:** Γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη
- **HHV-3:** Human Herpesvirus 3
- **HRQOL:** Health-Related Quality of Life

- **HZ:** Herpes Zoster
- **IASP:** International Association for Study of Pain
- **LANSS:** Leeds Assessment of Neuropathic Symptoms and Signs
- **LEMOCOT:** Lower Extremity Motor Coordination Test
- **MAS:** Modified Ashworth Scale
- **MPQ:** McGill Pain Questionnaire
- **NHP:** Nottingham Health Profile
- **NPQ:** Northwick Park Neck Pain Questionnaire
- **NPS:** Net promoter score
- **NPSS:** Numerical Propulsion System Simulation
- **NRS:** Numeric Rating Scale
- **NWC:** Number of Words Chosen
- **PCS:** Pain Catastrophizing Scale
- **PCS:** Pain Catastrophizing Scale
- **PGIC:** Patient's Global Impression of Change
- **PGI-S:** Patient Global Impression of Severity
- **PPI:** Present Pain Intensity
- **PRF:** Pulsed Radiofrequency
- **PRI-A:** Pain-Rating Index- Affective
- **PRI-S:** Pain-Rating Index- Sensory
- **PRI-T:** Pain-Rating Index-Total
- **PROMIS:** Patient-Reported Outcomes Measurement Information
- **PSEQ:** Pain Self Efficacy Questionnaire
- **PSEQ:** Pain Self Efficacy Questionnaire
- **PSEQ:** Pain Self-Efficacy Questionnaire
- **QoL:** Quality-of-Life
- **ROM:** Range of Motion
- **RSD:** Reflex Sympathetic Dystrophy
- **SCATS:** Spinal Cord Assessment Tool for Spastic reflexes
- **SCI:** Spinal Cord Injury
- **SF-36:** 36-Item Short Form Survey

- **SG:** Single Group
- **SLS:** Single Leg Stance
- **TBM:** Tennant Biomodulator
- **TENS:** Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation
- **TEP:** Therapeutic Educational Program
- **TOT:** Task Oriented Training
- **TRT:** Task Related Training
- **TSK:** Tampa Scale of Kinesiophobia
- **TUG:** Timed Up and Go
- **VAS:** Visual Analogue Scale
- **VPS:** Visual Pain Scale
- **VRS:** Verbal Rating Scale
- **VZV:** Varicella Zoster Virus
- **WBB:** Wii Balance Board
- **WOMAC:** Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index
- **ZBPI:** Zoster Brief Pain Inventory
- **ΑΕΕ:** Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο
- **ΚΝΜ:** Κάκωση Νωτιαίου Μυελού
- **ΚΝΣ:** Κεντρικό Νευρικό Σύστημα
- **ΟΑΓ:** Ολική Αρθροπλαστική Γόνατος
- **ΠΝΣ:** Περιφερικό Νευρικό Σύστημα

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Περιγραφή Εικόνας	Σελίδες
Εικόνα 1: Νευροανατομία σπονδυλικής στήλης – απεικόνιση νευρικών ινών στο οπίσθιο κέρασ του νωτιαίου μυελού (João Braz et al., 2014)	20
Εικόνα 2: Διαγραμματική αναπαράσταση της θεμελιώδους αρχής (gate control theory) των συμβατικών TENS (O Tashani et al., 2009)	28
Εικόνα 3: κλίμακες VAS, DN4 και LANSS – σύγκριση αποτελεσμάτων προ και μετά θεραπειών μεταξύ των 2 ομάδων (Adem Bilgili et al., το 2016)	38
Εικόνα 4: σύγκριση αποτελεσμάτων προ και μετά θεραπειών μεταξύ των 2 ομάδων σχετικά με το εύρος τροχιάς του καρπού (Adem Bilgili et al., το 2016)	38
Εικόνα 5: ποσοστιαίες μεταβολές της κλίμακας NPSS για τις 2 ομάδες (Malcolm R. et al., το 2015)	43
Εικόνα 6: τοποθέτηση ηλεκτροδίων TENS μετά από ολική αρθροπλαστική γόνατος (Barbara A Rakel et al., το 2014)	45
Εικόνα 7: σύγκριση μετεγχειρητικών αποτελεσμάτων κλίμακας NRS μεταξύ των 3 ομάδων κατά τη κάμψη - έκταση γόνατος, τη βάρδιση και τη ξεκούραση (Barbara A Rakel et al., το 2014)	47
Εικόνα 8: αλλαγές στην ένταση του πόνου κατά το εύρος τροχιάς των αρθρώσεων σε συνάρτηση με ψυχολογικούς παράγοντες (Barbara A Rakel et al., το 2014)	47
Εικόνα 9: κλίμακα NRS – σύγκριση έντασης πόνου μεταξύ ομάδας ενεργού TENS και ομάδας placebo TENS από τη 2 ^η έως τη 5 ^η μετεγχειρητική ημέρα (Michal Elboim-Gabyzon et al., 2019)	51
Εικόνα 10: κλίμακα FAC – σύγκριση κινητικής διέγερσης κατά τη βάρδιση μεταξύ ομάδας ενεργού TENS και ομάδας placebo TENS από τη 2 ^η έως τη 5 ^η μετεγχειρητική ημέρα (Michal Elboim-Gabyzon et al., 2019)	51
Εικόνα 11: κλίμακα VAS – σύγκριση αποτελεσμάτων των πρώτων μετεγχειρητικών ημερών μεταξύ ομάδας T και ομάδας C (Celal Bugra Sezen et al., του 2017)	53
Εικόνα 12: κλίμακα VAS – μετεγχειρητική αξιολόγηση μεταξύ πειραματικής ομάδας (TENS) και ομάδας ελέγχου μετά από 2, 4, 8 και 24 ώρες αντίστοιχα (Emel Yilmaz et al., του 2018)	55

Εικόνα 13: κλίμακα VAS – σύγκριση αποτελεσμάτων μεταξύ ομάδας TENS και ομάδας placebo TENS τη 1 ^η μετεγχειρητική εβδομάδα (Mahure et al., του 2017)	57
Εικόνα 14: σύγκριση αποτελεσματικότητας του TENS ανάλογα των συχνοτήτων (Nidhi Sharma et al., 2017)	58
Εικόνα 15: σύγκριση τιμών πόνου μεταξύ των 2 ομάδων πριν και μετά την εφαρμογή TENS και placebo TENS μέσω της κλίμακας VAS-Visual Analogue Scale (Licia Santos Santana et al., 2016)	60
Εικόνα 16: Η χρήση ενεργού TENS μείωσε σημαντικά τον πόνο και την κόπωση σε γυναίκες με ινομυαλγία κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας και σε ηρεμία σε σύγκριση με το placebo TENS και το no TENS. Τα γραφήματα δείχνουν το μέγεθος του πόνου και της κόπωσης που προκαλείται κατά την κίνηση και την ανάπαυση πριν και κατά τη διάρκεια της θεραπείας στις επισκέψεις 2 και 3 (Dana L. Dailey et al., 2020)	65
Εικόνα 17: κλίμακες αξιολόγησης VAS, PPI-T, PRO-S, PRI-A, PPI, NWC – σύγκριση αποτελεσμάτων προ και μετά θεραπείας μεταξύ των 2 ομάδων (Xia Bi et al., το 2015)	70
Εικόνα 18: κλίμακα VAS – σύγκριση αποτελεσμάτων των 2 ομάδων μεταξύ 1 ^{ης} και 12 ^{ης} μέρας από τη θεραπεία (EC Celik et al., το 2013)	71
Εικόνα 19: κλίμακα VAS – σύγκριση αποτελεσμάτων μεταξύ 1 ^{ης} και 12 ^{ης} ημέρας μόνο για την ομάδα του TENS (EC Celik et al., το 2013)	72
Εικόνα 20: σύγκριση μέσων τιμών πόνου προ και μετά θεραπείας τις πρώτες μέρες της 1 ^{ης} και της 8 ^{ης} εβδομάδας (Amir Zeb et al., το 2018)	73
Εικόνα 21: κλίμακα WOMAC – συγκριτικά αποτελέσματα μεταξύ των ομάδων σε συνάρτηση με τον χρόνο (Palmer S. et al. το 2014).	75
Εικόνα 22: κλίμακες MAS-Modified Asworth Scale και TUG-Time Up and GO. Σύγκριση πριν και μετά την εφαρμογή TENS και placebo TENS (Junhyuck Park et al., 2014)	80
Εικόνα 23: αποτελέσματα στην ανάλυση της βάδισης (ταχύτητα, ρυθμός, διασκελισμός) πριν και μετά την εφαρμογή TENS και placebo TENS (Junhyuck Park et al., 2014)	80
Εικόνα 24: κλίμακα CSS-Composite Spasticity Score (ανάλυση μυϊκής δύναμης και ισορροπίας) πριν και μετά από TENS και placebo TENS (Kyoung-Sim Jung et al., 2017)	81

Εικόνα 25: αποτελέσματα κλίμακας VPS (ώμου και καρπού κατά τη διάρκεια μέρας, νύχτας και κίνησης) μετά θεραπειών (Asli Torcuoglu et al., το 2015)	84
Εικόνα 26: κλίμακα NRS – σύγκριση ομάδας TENS και ομάδας PRF σε συνάρτηση με τον χρόνο (Bahram Naderi Nabi et al., 2015)	88
Εικόνα 27: γράφημα σύγκρισης αποτελεσμάτων προ και μετά θεραπειών των 2 ομάδων τις πρώτες 10 ημέρες (Çağla Özkul et al., το 2015)	92
Εικόνα 28: αίσθηση της ποιότητας του πόνου (κάψιμο, μούδιασμα, αλλοδυνία) μεταξύ των ασθενών (Çağla Özkul et al., το 2015)	93
Εικόνα 29: απεικόνιση της αναλογίας των συμμετεχόντων που δείχνουν βελτίωση ή παραμένουν σταθεροί μετά από τις 2 θεραπείες σύμφωνα με τις κλίμακες MAS και SCATS (αμέσως, 1 ώρα, 4 ώρες και 24 ώρες μετά τη θεραπεία) (Anjali Sivaramakrishnan et al., το 2018)	94

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

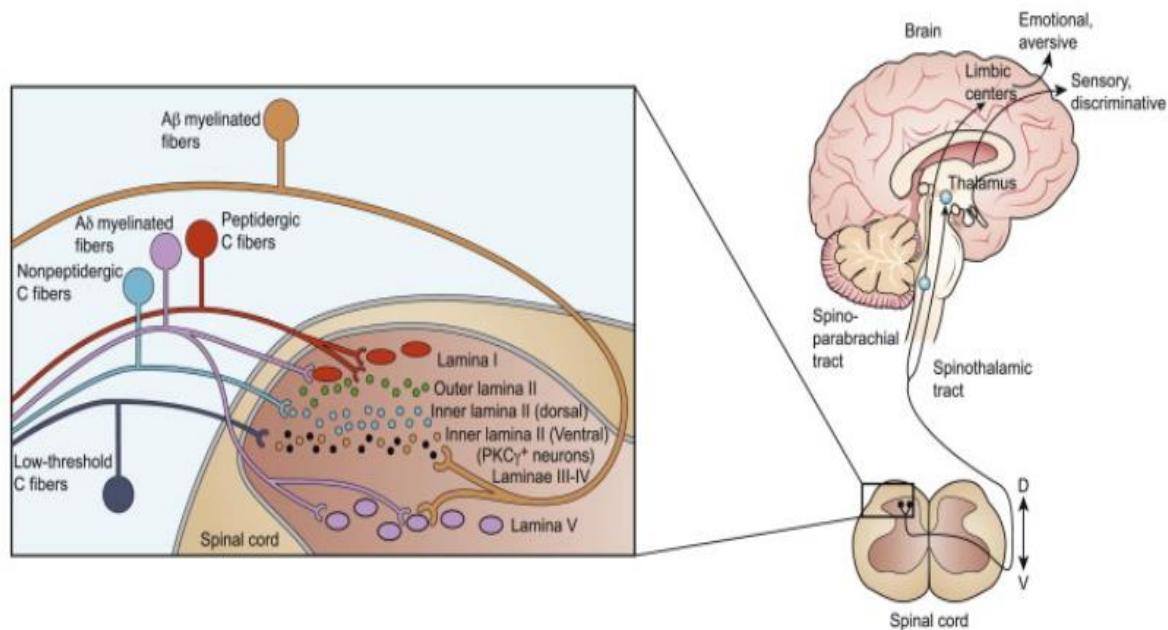
Περιγραφή Πινάκων	Σελίδες
Πίνακας 1: TENS ΚΑΙ CRPS	111
Πίνακας 2: TENS ΚΑΙ ΔΙΑΒΗΤΙΚΗ ΝΕΥΡΟΠΑΘΕΙΑ	112
Πίνακας 3: TENS ΚΑΙ ΚΑΚΩΣΕΙΣ ΝΩΤΙΑΙΟΥ ΜΥΕΛΟΥ	113
Πίνακας 4: TENS ΚΑΙ ΚΑΚΩΣΕΙΣ ΝΩΤΙΑΙΟΥ ΜΥΕΛΟΥ - ΣΠΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ	115
Πίνακας 5: TENS ΚΑΙ ΜΕΘΕΡΠΗΤΙΚΗ ΝΕΥΡΑΛΓΙΑ	116
Πίνακας 6: TENS ΚΑΙ ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΟΣ ΠΟΝΟΣ	117
Πίνακας 7: TENS ΚΑΙ ΑΓΓΕΙΑΚΟ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΕΠΕΙΣΟΔΙΟ	120
Πίνακας 8: TENS ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΟΣ ΠΟΝΟΣ	122
Πίνακας 9: TENS ΚΑΙ ΙΝΟΜΥΑΛΓΙΑ	123
Πίνακας 10: TENS ΣΕ ΚΑΡΚΙΝΙΚΟ ΠΟΝΟ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΑΠΟ CIPN	125
Πίνακας 11: SCRAMBLER ΚΑΙ TENS ΣΕ CIPN	126
Πίνακας 12: TENS ΚΑΙ ΟΣΤΕΟΑΡΘΡΙΤΙΔΑ	127

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ορισμός TENS

Ο διαδερμικός ηλεκτρικός νευρικός ερεθισμός TENS (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation) αποτελεί ένα μη επεμβατικό αναλγητικό μέσο το οποίο επιλέγεται με σκοπό την ανακούφιση ή την αναστολή του πόνου, σε ένα ευρύ φάσμα περιπτώσεων οξέος και χρόνιου πόνου. Επί παραδείγματι, το TENS χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση του νευροπαθητικού πόνου, των νευραλγιών, των ινομυαλγιών, του πόνου που οφείλεται στον μεταστατικό καρκίνο των οστών και σε χημειοθεραπείες, του μετεγχειρητικού πόνου, του πολύπλοκου περιοχικού πόνου, του πόνου που προκαλείται από κακώσεις νωτιαίου μυελού και του αρθρικού πόνου. Ακόμη, υποστηρίζεται πως το TENS έχει ανιεμετική και επουλωτική επίδραση και είναι ικανό να βελτιώσει ορισμένα νευροφυσιολογικά και συμπεριφορικά συμπτώματα της άνοιας (Tim Watson, 2008). Ταυτόχρονα, το TENS χρησιμοποιείται με στόχο την αύξηση της καθημερινής λειτουργικότητας των ασθενών με εγκεφαλικό επεισόδιο, τη μείωση της σπαστικότητας και τη μείωση της κατανάλωσης αναλγητικών φαρμάκων.

Κατά τη διάρκεια της θεραπείας με TENS, τα παλμικά ηλεκτρικά ρεύματα παράγονται από μια συσκευή και εφαρμόζονται στην προσβεβλημένη επιφάνεια του δέρματος διαμέσου των ηλεκτροδίων (Tim Watson, 2008). Η μείωση ή η αναστολή του πόνου που προκύπτει από την εφαρμογή του TENS οφείλεται στην επίδρασή του: 1) στα ενδογενή συστήματα ελέγχου του πόνου μέσω της απελευθέρωσης των ενδογενών οπιούχων εγκεφαλίνης και β-ενδορφίνης και 2) στα οπίσθια κέρατα του νωτιαίου μυελού, σύμφωνα με τη θεωρία “ελέγχου της πύλης του πόνου” για την οποία υπάρχει μια επιστημονικά αιτιολογημένη άποψη του τρόπου αναστολής του πόνου τεκμηριωμένη από τους Melzack και Wall το 1964.



Εικόνα 1 : Νευροανατομία σπονδυλικής στήλης – απεικόνιση νευρικών ινών στο οπίσθιο κέρασ του νωτιαίου μυελού (João Braz et al., 2014)

Κάθε τυπική συσκευή TENS εκπέμπει στην δερματική επιφάνεια εναλλασσόμενα διφασικά παλμικά ρεύματα με διάρκεια παλμού 50-200 μs, συχνότητα ρεύματος 50Hz-100Hz και τέλος ένταση 20mA-40mA προκαλώντας παραισθησία, αποφεύγοντας όμως την μυϊκή σύσπαση. Η ανακούφιση από τον πόνο συνήθως είναι ταχεία κατά την έναρξη και σταματά λίγο μετά την απενεργοποίηση των συσκευών. Καθώς το TENS θεωρείται μία φθηνή, μη επεμβατική και ασφαλής προσέγγιση, χωρίς σημαντικές παρενέργειες, αποτελεί μια από τις συνηθέστερες θεραπευτικές τεχνικές που λαμβάνουν μέρος στα προγράμματα αποκατάστασης. Κλινικά, συνήθως, χρησιμοποιούνται οι συμβατικές συσκευές (χαμηλή ένταση, υψηλή συχνότητα) όμως διατίθενται και οι συσκευές ηλεκτροβελονιστικού τύπου (AL-TENS Acupuncture Like TENS) και Intense TENS (υψηλής έντασης και συχνότητας).

1.1.1 Παραμετροποίηση και Εφαρμογή του TENS

Η φυσικοθεραπευτική παρέμβαση σχεδιάζεται βάσει της λήψης ιστορικού & της αξιολόγησης του ασθενούς. Η κατάλληλη επιλογή του είδους TENS, η σωστή τοποθέτηση των ηλεκτροδίων ανά περιοχή αλλά και η επιλογή της σωστότερης παραμετροποίησης πραγματοποιείται προκειμένου να μεγιστοποιήσει τα οφέλη της εκάστοτε θεραπείας.

Οι παράμετροι των ηλεκτρικών παλμών του TENS είναι οι εξής: η μορφή και η διάρκεια του παλμού, η ένταση και η συχνότητα. Ανάλογα με το είδος της συσκευής οι πιο συνηθισμένες μορφές παλμών είναι η μονοφασική τριγωνική, η μονοφασική τετράγωνη, η διφασική ασύμμετρη τετράγωνη, η διφασική συμμετρική τετράγωνη, η διφασική τριγωνική και η μονοφασική τετράγωνη υψηλής συχνότητας. Η διάρκεια παλμού, ορίζεται ως το χρονικό διάστημα που το ρεύμα εφαρμόζεται στους ιστούς και εκφράζεται σε msec. Τα παλμικά ρεύματα με μικρή ένταση και διάρκεια παλμού μεταξύ 50-500 msec είναι τα ιδανικότερα για την ενεργοποίηση των μεγάλης διαμέτρου ινών Αβ, χωρίς να ενεργοποιούνται οι ίνες Αδ και C (Tim Watson, 2008). Η ένταση του ρεύματος που απαιτείται για να διεγερθεί μία νευρική ίνα είναι από 10 έως 60 mA. Αυτή η μεγάλη διαφορά υφίσταται γιατί η ένταση του ρεύματος εξαρτάται από την απόσταση της νευρικής ίνας από την περιοχή της τοποθέτησης των ηλεκτροδίων και από τη διάμετρο των νευρικών ινών. Οι μεγάλες νευρικές ίνες έχουν χαμηλότερη βαλβίδα ερεθισμού από τις μικρές. Έτσι λοιπόν, όταν αυξάνεται σταδιακά η ένταση του ρεύματος διεγείρονται πρώτα οι μεγάλες και μετά οι μικρές νευρικές ίνες. Για κάθε τύπο νευρικής ίνας, η σχέση μεταξύ έντασης και διάρκειας παλμού είναι διαφορετική. Γενικότερα, όσο μικρότερος είναι ο χρόνος του παλμού, τόσο μεγαλύτερη ένταση χρειάζεται για να ερεθιστεί η νευρική ίνα. Τέλος, η συχνότητα, δηλαδή ο αριθμός των παλμών ανά δευτερόλεπτο, άλλοτε είναι υψηλή όπως στα συμβατικά και στα έντονα TENS και άλλοτε είναι χαμηλή όπως στα TENS βελονιστικού τύπου.

Όσο αφορά την τοποθέτηση των ηλεκτροδίων ακολουθείται συγκεκριμένη γραμμή. Επεξηγηματικά, τα ηλεκτρόδια τοποθετούνται πάνω στη περιοχή που αναφέρεται ο πόνος στα σχετικά δερμοτόμια ενεργοποιώντας τις επιθυμητές αισθητικές ίνες αλλά και στα αντίστοιχα μυελοτόμια (Mark Johnson., 2007). Οι κυριότερες

εφαρμογές των ηλεκτροδίων είναι η τοπική (στην επώδυνη περιοχή), η νευρική (κατά μήκος του νευρικού στελέχους) και η αντανακλαστική (στα σημεία πυροδότησης). Επιπροσθέτως, ανάλογα με τη βλάβη που υφίσταται ακολουθούνται διαφορετικές τεχνικές διάταξης των ηλεκτροδίων όπως η σταυρωτή διάταξη, η διάταξη διέλευσης και η διάταξη «box». Η επιλογή της κατάλληλης θεραπευτικής τεχνικής, εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την αιτιολογία του πόνου, τα χαρακτηριστικά του και τη περιοχή που συνδέεται ανατομικά με τη πηγή του πόνου. Αναμφίβολα, ύστερα από κάθε εφαρμογή και τέλεση της ηλεκτροθεραπείας ο θεραπευτής είναι υποχρεωμένος να ελέγχει την πιθανότητα ύπαρξης κάποιων αντένδειξης, αποφεύγοντας με αυτόν τον τρόπο τη πιθανότητα εμφάνισης σοβαρών επιπλοκών. Τέλος η διάρκεια θεραπείας συστήνεται στα 20-30 λεπτά και κρίνεται απαραίτητη η συστηματική παρακολούθηση ώστε να διασφαλιστεί η ασφάλεια του ασθενούς (Tim Watson, 2008).

Προτείνεται οι συσκευές να διαθέτουν παραπάνω από δύο κανάλια (κυκλώματα) και κάθε κανάλι να έχει δύο ηλεκτρόδια, τα οποία υπάρχουν σε μεγάλη ποικιλία, πολλά σχήματα και μεγέθη. Η μεταβίβαση του ρεύματος από τα ηλεκτρόδια στην εκάστοτε δερματική περιοχή γίνεται μέσω ενός αγώγιμου υλικού, το οποίο μπορεί να είναι ειδικό ζελέ ή αυτοκόλλητο αγώγιμο υλικό ή οποιοδήποτε υδρόφιλο αντικείμενο.

1.1.2 AL-TENS και Intense TENS

Τα AL-TENS αποτελούν μία μορφή υπερδιέγερσης και χρησιμοποιούνται συνήθως όταν οι ασθενείς δεν αισθάνονται αποτελέσματα με τα συμβατικά TENS. Ο σκοπός των AL-TENS είναι η ενεργοποίηση των κεντρομόλων μυϊκών ινών μικρής διαμέτρου Αδ. Η ενεργοποίηση αυτή, προκύπτει από τους εργοϋποδοχείς που απαντούν σε μυϊκή σύσπαση. Αυτό πραγματοποιείται έμμεσα, από τη μεταφορά ρευμάτων χαμηλής συχνότητας 2-4 Hz, διάρκειας παλμού 100-400 μ sec και υψηλής έντασης 10-50 mA πάνω στα κινητικά σημεία των μυών, ώστε να ενεργοποιήσουν τις φυγόκεντρες κινητικές Αα ίνες, με αποτέλεσμα μια δυνατή αλλά ανώδυνη φασική μυϊκή σύσπαση (Mark Johnson., 2007). Επιπρόσθετα, αξίζει να σημειωθεί ότι τα ρεύματα που μεταφέρονται κατά τη διάρκεια του ηλεκτροβελονιστικού TENS

ενεργοποιούν επίσης τις Αβ ίνες διαμέσου του δέρματος και αυτό οδηγεί σε τμηματική αναλγησία. Θεωρείται, επίσης, πως κατά την εφαρμογή ενεργοποιούνται ενδογενή οπιούχα όπως η β-ενδορφίνη, με αποτέλεσμα αυτά στη συνέχεια να επενεργούν στο ενδογενές σύστημα αναστολής του πόνου, σε νωτιαίο και υπερνωτιαίο επίπεδο ελέγχου του πόνου (Tim Watson, 2008).

Όσο αφορά το Intense TENS σκοπός του είναι η ενεργοποίηση των μικρής διαμέτρου αισθητικών κεντρομόλων ινών Αδ μέσω της εφαρμογής TENS πάνω από τα περιφερικά νεύρα στη περιοχή του πόνου με ένταση που είναι μόλις ανεκτή από τον ασθενή. Τα ρεύματα μεταδίδονται σε υψηλές συχνότητες μέχρι και 200 Hz προλαμβάνοντας φασικές μυϊκές συσπάσεις τις οποίες δε θα μπορούσε να ανεχθεί ο ασθενής. Η δραστηριότητα των Αδ ινών αποκλείει τη μετάδοση του άλγους στα περιφερικά νεύρα και ενεργοποιεί εξωτμηματικούς μηχανισμούς ενάντια στο πόνο. Παράλληλα, το Intense TENS ενεργοποιεί και τις Αβ ίνες παράγοντας έτσι τμηματικές επιδράσεις ενάντια στο πόνο (Mark Johnson., 2007).

1.1.3 Αντενδείξεις του TENS

Όπως κάθε ηλεκτροφυσικό μέσο έτσι και τα TENS έχουν ορισμένες αντενδείξεις στην εφαρμογή τους. Για τον λόγο αυτό δεν συστήνονται σε περιπτώσεις που οι ασθενείς αντιμετωπίζουν καρδιακά προβλήματα ή φέρουν καρδιακό βηματοδότη καθώς εγκυμονεί ο κίνδυνος παρεμβολής της συσκευής εξαιτίας του ηλεκτρικού πεδίου. Επίσης, τα TENS δεν εφαρμόζονται συγκεκριμένα πάνω από την κοιλιακή χώρα σε περίπτωση εγκυμοσύνης ή σε περίπτωση που ο ασθενής έχει παρουσιάσει κάποιο επιληπτικό επεισόδιο. Παράλληλα, δεν ενδείκνυται η τοποθέτηση των ηλεκτροδίων σε περιοχές που υπάρχει ενεργή κάποια κακοήθεια καθώς και δερματολογικές καταστάσεις που καθιστούν επικίνδυνη συνθήκη για την εφαρμογή της αναφερόμενης θεραπείας (Tim Watson., 2007). Επιπλέον, ποτέ δεν εφαρμόζονται ηλεκτρόδια στο στήθος, την κοιλιά και το κεφάλι ή το λαιμό (Johnson, M., 2007).

1.2 Ορισμός Πόνου

Η Διεθνής Ένωση για τη Μελέτη του Πόνου (IASP) ορίζει το πόνο ως «μία δυσάρεστη αισθητική και συναισθηματική εμπειρία, που σχετίζεται με υπάρχουσα ή ενδεχόμενη ιστική βλάβη και εκφράζεται με όρους που υποδηλώνουν το χαρακτήρα και την έκταση της βλάβης» (International Association for the Study of Pain – IASP, 1979). Ο πόνος είναι μία υποκειμενική αντίδραση του οργανισμού σε σωματικούς και ψυχολογικούς παράγοντες και αποτελεί την πρώτη αιτία για αναζήτηση φροντίδας υγείας. Παρά το γεγονός ότι αποτελεί μια δυσάρεστη κατάσταση έχει προστατευτικό ρόλο για τον οργανισμό, αφού προειδοποιεί σχετικά με απειλητικές συνθήκες για την υγεία. Γι' αυτόν ακριβώς το λόγο αναφέρεται και ως το πέμπτο ζωτικό σημείο (LeMone, Burke, Bauldoff, 2014). Σε αντίθεση με άλλα σωματοαισθητικά συστήματα, η αίσθηση του πόνου συνοδεύεται από στοχευμένες συμπεριφορές (απόσυρση ή επίθεση) και συναισθηματικές αντιδράσεις (κλάμα ή φόβος).

1.2.1 Παθοφυσιολογία του πόνου

Από το σημείο που προκαλείται η βλάβη των ιστών μέχρι την επεξεργασία του άλγους μεσολαβούν ορισμένες ηλεκτροχημικές διεργασίες. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται αλγαισθησία και περιλαμβάνει μια πολυεπίπεδη αλληλεπίδραση των δομών του ΠΝΣ και του ΚΝΣ από το δέρμα και τα σπλάχνα έως τον εγκεφαλικό φλοιό. Η αίσθηση του πόνου μεταφέρεται μέσω ελεύθερων νευρικών απολήξεων που ονομάζονται αλγοϋποδοχείς. Αυτοί, σε αντίθεση με τους υπόλοιπους αισθητικούς υποδοχείς, δεν εξοικειώνονται με τα ερεθίσματα, αντιθέτως, μπορεί να εμφανίσουν υπεραλγησία όταν ένα αλγεινό ερέθισμα επιδράσει για μεγάλο διάστημα πάνω τους. Οι αλγοϋποδοχείς, ως δενδριτικές απολήξεις των αισθητηριακών νεύρων, βρίσκονται στους μύς, στο δέρμα, στις αρθρώσεις, στα οστά και στα εσωτερικά όργανα. Αλγοϋποδοχείς δεν υπάρχουν στον εγκέφαλο, στον αρθρικό χόνδρο των αρθρώσεων και στον πηκτοειδή πυρήνα των μεσοσπονδυλίων δίσκων. Οι αλγοϋποδοχείς που βρίσκονται στο δέρμα ταξινομούνται ως εξής: στους μηχανοϋποδοχείς, στους θερμοϋποδοχείς, στους χημικούς υποδοχείς, στους σιωπηλούς υποδοχείς και στους πολυδύναμους

υποδοχείς, που ερεθίζονται από πολλά είδη ερεθισμάτων, αρκεί να είναι έντονης ισχύος (Simonsen et al, 2009).

Οι αλγοϋποδοχείς που εντοπίζονται στις αρθρώσεις ανήκουν στους μηχανοϋποδοχείς, στους πολυδύναμους και στους σιωπηλούς υποδοχείς. Διασπείρονται στην αρθρική κάψα, στους τένοντες και στους συνδέσμους. Ενώ, οι αλγοϋποδοχείς που βρίσκονται στα σπλάχνα περιέχουν όλα τα είδη των υποδοχέων, με τους περισσότερους να ανήκουν στους σιωπηλούς υποδοχείς. Οι σιωπηλοί υποδοχείς ενεργοποιούνται κυρίως σε φλεγμονές και εάν κάποιο ερέθισμα είναι συνεχές. Είναι ενεργοποιημένοι στην υπεραλγησία, την αλλοδυνία και εάν το ερέθισμα προέρχεται από κάποια κεντρική πηγή.

Όταν τα κύτταρα ενός ιστού υποστούν βλάβη, τότε απελευθερώνουν χημικές ουσίες, όπως είναι το γαλακτικό οξύ, οι βραδυκινίνες, η σεροτονίνη ή η 5-υδροξυτρυπταμίνη, η ισταμίνη, και άλλες ουσίες που ενεργοποιούν τους αλγοϋποδοχείς. Τα ερεθίσματα στα οποία ανταποκρίνονται οι αλγοϋποδοχείς είναι μηχανικά, θερμικά ή χημικά. Τα επώδυνα ερεθίσματα μεταφέρονται από τους υποδοχείς μέσω των πρωτογενών αισθητικών νευρώνων (Αδ και C αισθητικές ίνες) στα οπίσθια κέρατα του νωτιαίου μυελού ή σε πυρήνες εγκεφαλικών νευρώνων. Εν συνεχεία, η επεξεργασία των πληροφοριών μπορεί να γίνει είτε στο νωτιαίο μυελό είτε στο στέλεχος πριν καταλήξει στο θάλαμο και εν τέλει στο σωματοαισθητικό φλοιό όπου πραγματοποιείται ο εντοπισμός της θέσης και της έντασης του πόνου (Simonsen et al, 2009).

Πιο αναλυτικά, όσον αφορά τις διεργασίες των νευρώνων, ο νευρώνας 1^{ης} τάξης είναι ο νευρώνας του υποδοχέα. Η προσαγωγός ίνα στο περιφερικό νεύρο εισέρχεται στο νωτιαίο μυελό μέσω της οπίσθιας ρίζας και δίνει σύναψη στη φαιά ουσία του οπίσθιου κέρατος του νωτιαίου μυελού. Ο νευρώνας 2^{ης} τάξης περνά αμέσως στο άλλο μισό του νωτιαίου μυελού και ανέρχεται προς τον θάλαμο με τη νωτιοθαλαμική οδό. Ο νευρώνας 3^{ης} τάξης ξεκινά από τον θάλαμο και ανέρχεται προς τον πρωτεύοντα σωματοαισθητικό φλοιό μέσω της λευκής ουσίας της έσω κάψας.

Οι ίνες Αδ μεταφέρουν με μεγαλύτερη ταχύτητα την πληροφορία του πόνου (ταχύ άλγος) από ό,τι οι ίνες C (βραδύ άλγος). Οξύς ή ταχύς πόνος, είναι οξύς και

εντοπισμένος πόνος. Αμβλύς ή βραδύς πόνος καλείται μια διάχυτη αίσθηση καψίματος που διαρκεί περισσότερο από τον αρχικό πόνο. Η αισθητική πληροφορία του ταχέως άλγους φτάνει μέχρι τον φλοιό της σωματοαισθητικής περιοχής όπου γίνεται ο εντοπισμός και η ερμηνεία του πόνου. Η αισθητική πληροφορία του βραδέως άλγους καταλήγει στον δικτυωτό σχηματισμό. Η ενεργοποίηση του δικτυωτού σχηματισμού διεγείρει ολόκληρο τον εγκέφαλο και κινητοποιεί το άτομο να αντιδράσει για να απαλλαγεί από τον πόνο (Tim Watson, 2008).

Τα οπίσθια κέρατα του νωτιαίου μυελού αποτελούν καταλυτικό επίπεδο καθώς εκεί θα συμβεί ένας πρωταρχικός διαχωρισμός για το ποιες νευρικές ώσεις θα προωθηθούν στα ανώτερα κέντρα και ποιες θα ανασταλούν από τα κατιόντα συστήματα. Οι ανιούσες οδοί του πόνου αποτελούνται από τέσσερις επιμέρους οδούς, οι οποίες είναι η νωτιοθαλαμική, η νωτιοϋποθαλαμική, η νωτιοδικτυωτή και η νωτιομεσεγκεφαλική. Η νωτιοθαλαμική οδός είναι η σημαντικότερη από τις άλλες τέσσερις καθώς εκτός από τον πόνο, μεταφέρει το αίσθημα του θερμού-ψυχρού και της αδρής αφής.

Η αλγαισθησία, στην ανάλυσή της, χωρίζεται σε 4 επιμέρους διεργασίες οι οποίες είναι: η μετατροπή, η μεταβίβαση, η τροποποίηση και η αντίληψη. Αναλυτικότερα, μετατροπή είναι η διαδικασία όπου τα επώδυνα ερεθίσματα ανιχνεύονται και μετατρέπονται σε ηλεκτρικά δυναμικά ενέργειας στους αλγοϋποδοχείς (τελικές απολήξεις Αδ και C ινών). Έπειτα, το δυναμικό που έχει παραχθεί μεταβιβάζεται στις συναπτικές απολήξεις των οπίσθιων κεράτων του νωτιαίου μυελού όπου γίνεται η απελευθέρωση των χημικών νευροδιαβιβαστών. Μετά, ακολουθεί η μεταβίβαση της πληροφορίας στον εγκέφαλο για παραπάνω επεξεργασία μέσω των ινών Αδ και C. Η τροποποίηση είναι η διαδικασία κατά την οποία οι αλγαισθητικές ώσεις τροποποιούνται από τις νευρωνικές επιδράσεις. Η τροποποίηση λαμβάνει χώρα περιφερικά του αλγοϋποδοχέα, στα οπίσθια κέρατα του νωτιαίου μυελού και σε υπερνωτιαίες δομές. Υπάρχουν διεγερτικού τύπου και ανασταλτικού τύπου νευρώνες κι έτσι καθορίζεται η ενίσχυση ή η απόρριψη του ερεθίσματος. Σημαντικό ρόλο στην τροποποίηση του πόνου διαδραματίζουν οι υποδοχείς και πιο συγκεκριμένα οι υποδοχείς των οπιοειδών και οι νικοτινοαμινοϋποδοχείς (NMDA). Οι υποδοχείς αυτοί συνδέονται με κάποιες χημικές ουσίες, οι οποίες είναι οι νευροδιαβιβαστές του πόνου και διεκπεραιώνουν τη διαδικασία αγωγής ή

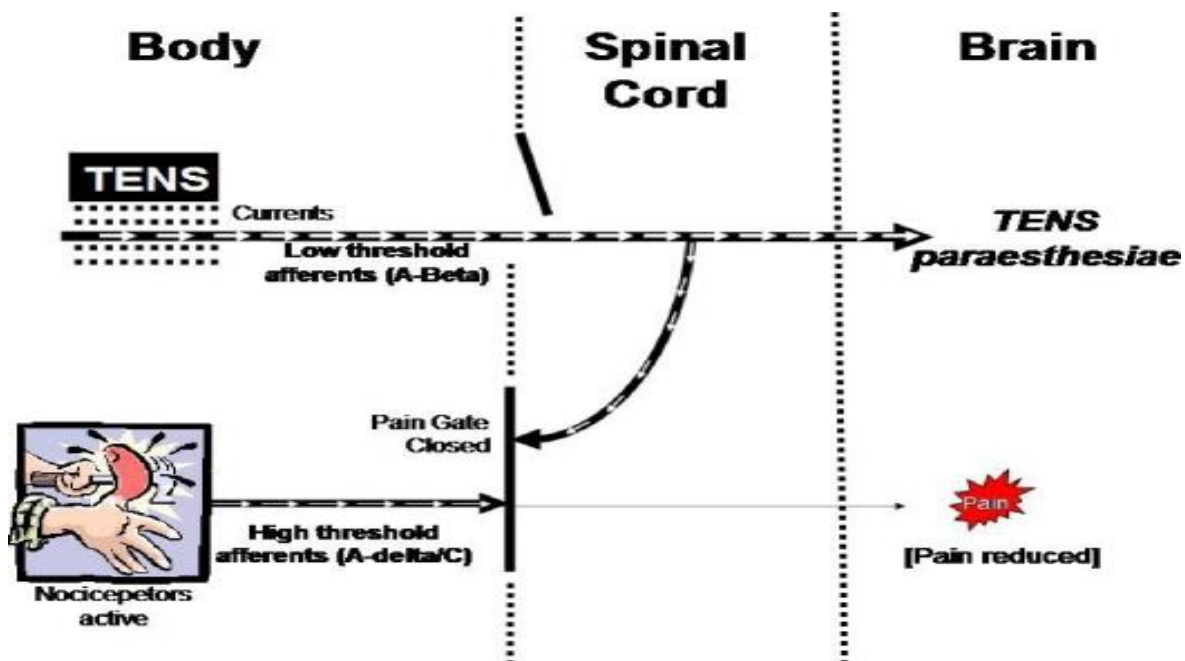
αναστολής του επώδυνου ερεθίσματος (Tim Watson 2008). Τέλος, η αντίληψη του πόνου είναι η τελική διεργασία κατά την οποία η μετατροπή, η μεταβίβαση και η τροποποίηση αλληλεπιδρούν με τη ψυχολογία δημιουργώντας μία ξεχωριστή και υποκειμενική εμπειρία για κάθε άτομο.

1.2.2 TENS και Θεωρία “ελέγχου της πύλης του πόνου” (Gate Control Theory)

Αναλυτικότερα, η θεωρία, η οποία αναπτύχθηκε από τους Ronald Melzack και Patrick Wall, γνωστή ως θεωρία “ελέγχου της πύλης του πόνου” (Gate Control Theory) δημοσιεύτηκε το 1965 και πραγματεύεται τα ηλεκτροαναληγτικά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, οι ερευνητές Melzack και Wall πρότειναν ότι τα ηλεκτρικά ερεθίσματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την ενεργοποίηση των μεγάλων κεντρομόλων ινών πίεσης και δόνησης, Αβ και Αγ αντίστοιχα, εμποδίζοντας την κεντρική μετάδοση επιβλαβών πληροφοριών προς τους νωτιαιοθλαμιαίους αγωγούς με κύριο αποτέλεσμα τη μείωση ή την αναχαίτιση του πόνου. Έτσι με αυτόν τον μηχανισμό επιτυγχάνεται η αναχαίτιση της δραστηριότητας των μικρών ινών Αδ και C οι οποίες ευθύνονται για την μεταφορά των επώδυνων ερεθισμάτων. Θεωρήθηκε, λοιπόν, πως οι νευρωνικοί μηχανισμοί του οπίσθιου κέρατος του νωτιαίου μυελού αποτελούν μία πύλη που έχει την ικανότητα να αυξήσει ή να ελαττώσει τις νευρικές ώσεις από τα περιφερικά νεύρα προς το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα. Η πύλη αυτή επιτρέπει να περάσει ένα μόνο είδος αισθητικών ώσεων, με αποτέλεσμα η αγωγή μέσω της πύλης των σωματικών αισθήσεων όπως είναι η αφή, η πίεση και η δόνηση να αναστέλλει τον πόνο.

Οι ώσεις των μεγάλων εμμέλων ινών Αα, Αβ, Αγ τείνουν να κλείνουν την πύλη, ενώ οι ώσεις των μικρών αμύελων ινών Αδ και C την ανοίγουν. Επίσης, η πύλη επηρεάζεται και από τις κατιούσες ώσεις που ξεκινούν από τον εγκέφαλο και φτάνουν στην περιοχή της πηκτωματώδους ουσίας με το κατιόν σύστημα αναστολής του πόνου (δράση των εγκεφαλινών και β-ενδορφίνης). Η μέγιστη αναλγησία επιτυγχάνεται όταν το TENS παράγει μία δυνατή αλλά όχι επώδυνη παραισθησία (Mark Johnson., 2007). Οι ίνες Αδ είναι υπεύθυνες για τον ταχύ πόνο, έχουν διάμετρο 2-5 μm, ταχύτητα αγωγής 12-35 m/sec και απελευθερώνουν στο νωτιαίο μυελό το νευροδιαβιβαστή του γλουταμικού οξέως. Οι ίνες C είναι

υπεύθυνες για τον βραδύ πόνο, έχουν διάμετρο 0,4-1,2 μm , ταχύτητα αγωγής 0,5-2 m/sec και απελευθερώνουν τους νευροδιαβιβαστές γλουταμικού οξέως και ουσίας P.



Εικόνα 2: Διαγραμματική αναπαράσταση της θεμελιώδους αρχής (gate control theory) των συμβατικών TENS (O Tashani et al., 2009)

Η θεωρία “ελέγχου της πύλης του πόνου” θέτει τις θεωρητικές βάσεις της αναλγητικής θεραπείας του TENS. Με την εκλεκτική διέγερση των μεγάλων και ταχύτατων νευρικών ινών Αβ επιτυγχάνεται μια ενεργοποίηση των νευρωνικών μηχανισμών στην πηκτωματώδη ουσία του νωτιαίου μυελού, που οδηγεί στην αναστολή της μεταβίβασης των ερεθισμάτων πόνου με τον έλεγχο της άφιξης των προσαγωγών μηνυμάτων στα μεταβιβαστικά κύτταρα. Για να πραγματοποιηθεί όμως αυτό, κρίνεται αναγκαίο να οριστούν συγκεκριμένες παράμετροι στους ηλεκτρικούς παλμούς ώστε να διεγείρουν μόνο τις μεγάλες αισθητικές νευρικές ίνες Αα, Αβ, Αγ, που άγουν τις αισθήσεις αφής, πίεσης και δόνησης, με αποτέλεσμα να κλείσει η πύλη ελέγχου και να ανασταλεί ή να μειωθεί η διαβίβαση των ερεθισμάτων του πόνου στο κέντρο αντίληψης του εγκεφάλου.

1.2.3 Ταξινόμηση του πόνου

Τα είδη του πόνου μπορούν να ταξινομηθούν με βάση: το χρόνο που διαρκεί (οξύς και χρόνιος), την παθοφυσιολογία του (αλγαισθητικός, νευροπαθητικός), την αιτία που τον προκαλεί (κλινικό σύνδρομο, τραυματισμός, χειρουργείο), την περιοχή που εμφανίζεται (δερματικός, σπλαχνικός, οστικός, αρθρικός), την ένταση που έχει (ήπιος, έντονος) και τα διάφορα προσωπικά χαρακτηριστικά στοιχεία (ηλικία, φύλο, ψυχολογική κατάσταση). Γενικότερα όμως ο πόνος διακρίνεται σε: αλγαισθητικό (έγκαυμα, κάταγμα), νευροπαθητικό (διαβητική νευροπάθεια, μεθερπητική νευραλγία), μεικτό και ψυχογενή.

Ο οξύς αλγαισθητικός πόνος προέρχεται από την δραστηριοποίηση των αλγοϋποδοχέων, έχει αιφνίδια έναρξη και σαφή εντόπιση. Η αιτία του μπορεί να προσδιοριστεί και προκαλείται από ιστική βλάβη, όπως χειρουργείο, τραύμα ή φλεγμονή. Είναι διαξιφιστικός και σαφώς εντοπισμένος και μπορεί να αντανakλά σε άλλο σημείο του σώματος. Ο ρόλος του είναι προειδοποιητικός για τον οργανισμό. Κάποιες παθήσεις που σχετίζονται με οξύ πόνο είναι οι ακόλουθες: μετεγχειρητικός πόνος, μετατραυματικός πόνος, μεθερπητική νευραλγία, οστεοαρθρίτιδα, οσφυαλγία, τραυματισμός σπονδυλικής στήλης και ΚΝΜ. Πολλές φορές, ο οξύς πόνος αν δεν αντιμετωπιστεί άμεσα και σωστά, μεταπίπτει σε χρόνια νευροπαθητικό πόνο.

Νευροπαθητικός πόνος, ονομάζεται ο πόνος που μπορεί να προκύψει ως άμεση συνέπεια μιας βλάβης ή ασθένειας, όπως βλάβη των περιφερικών νεύρων, του ΚΝΣ ή μεικτή περιφερική και κεντρική βλάβη. Είναι συνέπεια επίσης διάφορων νόσων και παθήσεων, συνηθέστερα διαβήτη (διαβητική νευροπάθεια), λοιμώξεων από έρπητα ζωστήρα, καρκίνου, κακώσεων νωτιαίου μυελού και αρθρίτιδας (Fine, 2009). Η ύπαρξη πόνου λόγω βλάβης νωτιαίου μυελού χαρακτηρίζεται από: αισθητήρια ελλείματα στη κατανομή του πόνου, υπεραλγησία ή αλλοδυνία και τέλος πόνο που περιγράφεται ως καυστικός, μυρμήγκιασμα, οξύς, τσίμπημα, επώδυνο κρύο και ηλεκτρικό σοκ (Bryce et al, 2012). Η υπεραλγησία είναι η υπερβολική απάντηση σε ένα επώδυνο ερέθισμα. Η φλεγμονώδης αντίδραση προκαλεί σταθερή υπεραλγησία γύρω από την τραυματισμένη περιοχή. Η αλλοδυνία είναι η εμφάνιση του πόνου σε ερέθισμα πολύ μικρής έντασης, τέτοιο που με φυσιολογικές συνθήκες ποτέ δε θα

προκαλούσε πόνο. Η υπεραλγησία και η αλλοδυνία εκφράζουν την αυξημένη ευαισθησία των αλγαισθητικών προσαγωγών ινών.

Χρόνιος πόνος καλείται ο πόνος που επιμένει πέραν της φυσιολογικής διάρκειας επούλωσης του ιστού και πέραν του χρονικού διαστήματος που είναι φυσιολογικό και αναμενόμενο να πονάει κανείς μετά από έναν τραυματισμό. Το αίτιο του χρόνιου πόνου μπορεί να είναι σαφές όπως διαβητική νευροπάθεια ή καρκίνος, αν και πολλές φορές μένει αδιευκρίνιστο (Tim Watson, 2008). Σε ορισμένες περιπτώσεις, ο πόνος γίνεται χρόνιος λόγω της βλάβης που έχει προκληθεί από τη νόσο, ενώ σε άλλες περιπτώσεις μια ανισορροπία στο περιφερικό νευρικό σύστημα μπορεί να προκαλέσει επίμονο πόνο. Παράλληλα, αλλαγές στις οπίσθιες ρίζες του νωτιαίου μυελού και στον εγκέφαλο μπορεί να επηρεάσουν την αίσθηση του πόνου. Ο χρόνιος πόνος μπορεί να είναι: υποτροπιάζων οξύς πόνος (επεισόδια πόνου ανάμεσα στα οποία υπάρχουν περίοδοι χωρίς πόνο όπως οι ημικρανίες), χρόνιος καρκινικός πόνος και χρόνιος πόνος που δεν σχετίζεται με κάποια κακοήθεια (π.χ. οσφυαλγία). Οι ασθενείς με χρόνια πόνο δεν παρουσιάζουν σωματικές εκδηλώσεις όπως στον οξύ πόνο (Lemone, Burke, Bauldoff, 2014). Παρουσιάζουν, όμως, κατάθλιψη ή αϋπνία και συχνά ο πόνος αποτελεί την κύρια ενασχόλησή τους. Δεν υπάρχουν πολλές εκτιμήσεις για τις επιπτώσεις του χρόνιου πόνου. Σύμφωνα με τον ΠΟΥ 1 στους 10 ενήλικες διαγιγνώσκονται με χρόνια πόνο κάθε χρόνο (IASP).

Ο ψυχογενής πόνος αποτελεί συνέπεια μιας ψυχικής διαταραχής χωρίς να υπάρχει οργανικό υπόβαθρο. Για να διαγνωστεί ο ψυχικός πόνος δεν είναι απαραίτητο να υπάρχει κάποια οργανική διαταραχή. Ο καθαρά ψυχικός πόνος είναι σπάνιος και συνήθως συνυπάρχει με ψυχωσικές διαταραχές (Simonsen et al, 2009). Το 1963 ο Saunders ανέφερε: «Η ψυχική δυσφορία μπορεί να είναι ίσως ο πιο αδικαιολόγητος πόνος όλων» και μάλιστα συσχέτισε τον πόνο με τη ψυχική οδύνη: «Εάν τα σωματικά συμπτώματα ανακουφιστούν, τότε και ο διανοητικός πόνος θα αρθεί επίσης». Τέλος, οι ασθενείς που πάσχουν από κατάθλιψη και άγχος αναφέρουν αυξημένα επίπεδα πόνου που μπορεί να αντανakλούν στην παθολογία στα επίπεδα της σεροτονίνης και των υποδοχέων της (Wiesenfeld-Hallin, 2005).

1.2.4 Αξιολόγηση του πόνου

Ο πόνος κρίνεται ότι είναι μία υποκειμενική αίσθηση σύμφωνα με το σύνολο της επιστημονικής κοινότητας. Οπότε, κάθε άτομο που εκτίθεται σε ένα συγκεκριμένο ερέθισμα, μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή αντιλαμβάνεται και βιώνει τον πόνο με διαφορετικό τρόπο. Επομένως, στην ίδια ασθένεια ή τραυματισμό, ένα άτομο εκδηλώνει μεγάλη ευαισθησία, ενώ ένα άλλο άτομο στο ίδιο ερέθισμα δείχνει μεγαλύτερη ανοχή (Coghill, McHaffie, Yen, 2003). Η αλληλεπίδραση των νευρικών απολήξεων των περιφερικών αισθητικών νεύρων με τα νευρωνικά κυκλώματα του εγκεφαλικού φλοιού, οδηγεί στη διαφοροποίηση της αντίληψης του πόνου. Η αντίδραση του κάθε ατόμου στο ίδιο οδυνηρό ερέθισμα είναι διαφορετική λόγω του μεγάλου πλήθους των νευρικών και χημικών συνδυασμών. Επίσης, η αντίδραση στον πόνο είναι διαφορετική ανάλογα με τη χρονική στιγμή που εκδηλώνεται (LeMone, Burke, Bauldoff, 2014).

Για την αξιολόγηση της σοβαρότητας και της έντασης του πόνου, υπάρχουν εργαλεία, τα οποία βασίζονται στην αυτοαναφορά του κάθε ασθενή. Υπάρχουν όμως κι άλλα εργαλεία, τα οποία καλύπτουν πιο ολιστικά και πολυδιάστατα τις διάφορες πτυχές του πόνου. Μέσω του ιστορικού γίνεται η λεπτομερής συγκέντρωση των πληροφοριών για τα χαρακτηριστικά του πόνου, την αιτία που τον προκαλεί, που αυξάνουν ή μειώνουν την έντασή του καθώς επίσης και τους τρόπου ανακούφισης του κάθε ασθενή. Με τη διαδικασία της φυσικής εξέτασης πραγματοποιείται η συγκέντρωση των ανατομικών ευρημάτων που έχουν άμεση σχέση με τον πόνο και συνοψίζονται οι υποκειμενικές και αντικειμενικές πληροφορίες για να αξιοποιηθούν στην αποτελεσματικότερη θεραπευτική αγωγή.

Όπως προαναφέρθηκε, ο πόνος είναι καθαρά υποκειμενικό στοιχείο και η έκφρασή του εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, Γι' αυτό το λόγο, κρίνεται απαραίτητη η προσπάθεια ποσοτικοποίησής του με τη χρήση συγκεκριμένων κλιμάκων αξιολόγησης και ερωτηματολογίων, έτσι ώστε να γίνεται σωστή εκτίμηση τόσο του πόνου όσο και της αποτελεσματικότητας της θεραπευτικής παρέμβασης. Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα εργαλεία (κλίμακες και ερωτηματολόγια) είναι τα ακόλουθα:

1) Visual Analogue Scale (VAS) – Οπτική αναλογική κλίμακα. Είναι μία οριζόντια γραμμή, η οποία δεν αποτελείται από αριθμούς αλλά έχει δύο περιγραφικά διαστήματα: <<καθόλου πόνος>> και <<πολύς πόνος>> (Alessandro Chiarotto et al., 2019)

2) Numeric Rating Scale (NRS). Είναι μία οριζόντια γραμμή αριθμημένη από το 0 ως το 10 με τρία περιγραφικά διαστήματα: <<καθόλου πόνος>>, <<μέτριος πόνος>> και <<πολύς πόνος>> (Alessandro Chiarotto et al., 2019)

3) Verbal Rating Scale (VRS) – Λεκτική περιγραφική κλίμακα. Οριζόντια γραμμή αριθμημένη από το 0 έως το 10 και περιγραφικά διαστήματα: «καθόλου πόνος», «μέτριος πόνος», «καταπόνηση», «φρικτός πόνος» (Williamson A et al., 2005).

4) Neuropathic Pain Scale (NPS). Αναπτύχθηκε για τη παρακολούθηση της ανταπόκρισης στη θεραπεία και όχι για τη καθιέρωση της διάγνωσης. Διακρίνει το νευροπαθητικό από το μη νευροπαθητικό πόνο και έχει αποδειχθεί πως οι βαθμολογίες έχουν συσχέτιση με το LANSS. Αξιολογεί τον κεντρικό νευροπαθητικό πόνο και το νευροπαθητικό πόνο στη σκλήρυνση κατά πλάκας (Stephen May et al., 2009).

5) Neuropathic Pain Questionnaire (NPQ). Το ερωτηματολόγιο NPQ περιέχει 12 στοιχεία. Τα 10 σχετίζονται με αισθήσεις ή αισθητηριακές αποκρίσεις και τα άλλα 2 με το συναίσθημα (Stephen May et al., 2009).

6) Leeds Assessment of Neuropathic Symptoms and Signs (LANSS). Η πρώτη κλίμακα που αναπτύχθηκε και περιλάμβανε 5 στοιχεία αξιολόγησης συμπτωμάτων και 2 στοιχεία κλινικής εξέτασης (Stephen May et al., 2009).

7) Douleur Neuropathique en 4 Questions (DN4). Είναι ερωτηματολόγιο που έχει επτά στοιχεία που σχετίζονται με τα συμπτώματα και τρία που σχετίζονται με την κλινική εξέταση. Είναι απλό στη χρήση και έχει μεταφραστεί σε πολλές γλώσσες (Stephen May et al., 2009).

8) Brief Pain Inventory (BPI). Είναι ερωτηματολόγιο που μετράει τη σοβαρότητα του πόνου στην καθημερινότητα αλλά δεν αφορά ειδικά τον νευροπαθητικό πόνο. Ωστόσο, μια τροποποιημένη έκδοση είναι ένα έγκυρη και αξιόπιστη για την

αξιολόγηση της επώδυνης διαβητικής περιφερικής νευροπάθειας (Stephen May et al., 2009).

9) Faces pain scale-revised (FPS-R). Κλίμακα με εκφράσεις προσωπείων για τη μέτρηση της έντασης του πόνου (Huguet, Stinson, McGrath, 2010).

10) Pain Catastrophizing Scale (PCS) – Κλίμακα καταστροφικού πόνου. Μετράει τη συναισθηματική ανταπόκριση και τις σκέψεις των ασθενών σε πραγματικό ή αναμενόμενο πόνο (Darnall et al, 2017).

11) Health-Related Quality of Life (HRQOL). Είναι μια εκτίμηση του πώς η ευημερία του ατόμου μπορεί να επηρεαστεί με την πάροδο του χρόνου από μια ασθένεια, αναπηρία ή διαταραχή (S Yin et al., 2016)

12) McGill Pain Questionnaire (MPQ). Το ερωτηματολόγιο αναπτύχθηκε από τους Melzack και Torgerson το 1971 και αξιολογεί τις αισθητικές, τις συναισθηματικές και τις γνωστικές παραμέτρους μιας εμπειρίας πόνου (Srisuda Ngamkham et al., 2012)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 Στρατηγική αναζήτησης

Πραγματοποιήθηκε αναζήτηση στις βάσεις δεδομένων PubMed, Google Scholar και Physiotherapy Evidence Database PEDro, προκειμένου να συλλεχθούν οι κατάλληλες κλινικές μελέτες στην αγγλική γλώσσα. Επειδή διαπιστώθηκε, ύστερα από την αναζήτηση, πως ο όγκος της αρθρογραφίας ήταν ιδιαίτερα μεγάλος, κρίθηκε αναγκαίο να τεθούν κάποια θεμελιώδη κριτήρια επιλογής των μελετών, ώστε η ανασκόπηση να παρουσιάζει μεγαλύτερη αξιοπιστία.

Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τα κριτήρια εισόδου, επιλέχθηκαν οι τυχαιοποιημένες κλινικές μελέτες RCTs στην αγγλική γλώσσα που περιλαμβάνουν την κλινική εφαρμογή του TENS σε ένα πλήθος διαφορετικών παθήσεων και είναι δημοσιευμένες από το 2014 έως το 2021. Οι τυχαιοποιημένες μελέτες που προτιμήθηκαν, έπρεπε να συγκρίνουν την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής του ενεργού TENS: 1) με την επίδραση εικονικής συσκευής TENS (placebo) και 2) με άλλες θεραπευτικές μεθόδους. Εν τέλει, στη συγκεκριμένη κριτική ανασκόπηση συμπεριλήφθηκαν 35 κλινικές μελέτες.

Οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν περιλάμβαναν κάθε φορά τη λέξη TENS σε συνδυασμό με την πάθηση που επρόκειτο να μελετηθεί. Ενδεικτικά: TENS and crps, TENS and osteoarthritis, TENS and chronic pain, TENS and diabetic neuropathy, TENS and neuropathic pain, TENS and stroke, TENS and fibromyalgia, TENS and cipn, TENS and cancer pain, TENS and post herpetic neuralgia, TENS and postoperative pain, TENS and spinal cord injuries

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ TENS ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ ΠΟΝΟΥ

3.1 TENS και πολύπλοκο περιοχικό σύνδρομο πόνου – CRPS

Το πολύπλοκο περιοχικό σύνδρομο πόνου (Complex Regional Pain Syndrome CRPS), γνωστό και ως αντανakλαστική συμπαθητική δυστροφία (Reflex Sympathetic Dystrophy RSD) χαρακτηρίζεται από μία σειρά επώδυνων συμπτωμάτων με κύριο χαρακτηριστικό έναν διαρκή (αυθόρμητο ή προκαλούμενο) περιφερειακό πόνο στα άνω ή στα κάτω άκρα (Wilson et al., 2007). Βέβαια είναι πιθανό να ξεκινήσει από ένα μόνο άκρο και στη συνέχεια να εξαπλωθεί σε ολόκληρο το σώμα. Μάλιστα, το 35% των ασθενών με CRPS αναφέρουν συμπτώματα σε όλο τους το σύνολο (Schwartzman RJ et al., 2009). Το CRPS αναπτύσσεται συνήθως μετά από τραυματισμό, χειρουργική επέμβαση, εγκεφαλικό επεισόδιο ή καρδιακή προσβολή και ο πόνος δεν είναι ανάλογος με τη σοβαρότητα του αρχικού τραυματισμού. Επίσης, η συχνότητα εμφάνισης του CRPS είναι σημαντικά μεγαλύτερη στο γυναικείο φύλο σε σχέση με το αντρικό σε αναλογία 3:1 (Bilgili et al., 2016).

Η διάγνωση του CRPS βασίζεται κυρίως στα κλινικά ευρήματα. Τα συμπτώματα του συγκεκριμένου συνδρόμου περιλαμβάνουν τα εξής: συνεχή και σοβαρό πόνο που εγκαθίσταται μέσα στο 1^ο μήνα τραυματισμού, αποχρωματισμό του δέρματος, αυξημένη ευαισθησία στο κρύο ή στη πίεση, αλλαγές στην τριχοφυΐα ή στο ρυθμό αύξησης των νυχιών, οίδημα στα επηρεασμένα μέρη του σώματος, υπεραισθησία, υπεραλγησία, αλλοδυνία, καυσαλγία, δυσκαμψία των αρθρώσεων, μυϊκούς σπασμούς, μυϊκή ατροφία και μειωμένο εύρος κίνησης (Bilgili et al., 2016). Υπάρχουν 2 είδη CRPS. Ειδικότερα, οι ασθενείς που δεν έχουν υποστεί τραυματισμό σε κάποιο νεύρο, αποτελούν την πλειονότητα και ταξινομούνται στο CRPS τύπου 1 ενώ οι ασθενείς που έχουν υποστεί νευρικό τραυματισμό ταξινομούνται στο CRPS τύπου 2 το οποίο ονομάζεται και σύνδρομο Sudeck (Harden RN et al., 2007).

Μέχρι στιγμής, δεν έχουν αποσαφηνιστεί πλήρως τα αίτια του CRPS. Οι τραυματισμοί (όπως τα κατάγματα), θεωρούνται από τους πιο συχνούς αιτιολογικούς παράγοντες, καθώς παραπάνω από τις μισές περιπτώσεις τραυματισμών καταλήγουν σε CRPS. Η συχνότητα εμφάνισης CRPS τύπου 1, έχει αποδειχθεί ότι κυμαίνεται μεταξύ 8% και 25% μετά από κατάγματα της άκρας χείρας και του καρπού. Άλλοι αιτιολογικοί παράγοντες του CRPS είναι οι εξής: εξάρθρωση, τραυματισμοί συνδέσμων, τενοντίτιδα, θυλακίτιδα, αρθρίτιδα, απονευρωσίτιδα, μαστεκτομή, βαθιά φλεβοθρόμβωση, τραυματισμοί περιφερικών νεύρων και ραχιαίων ριζών, τραυματισμοί βραχιονίου πλέγματος, μεθερπητική νευραλγία, όγκοι και παθήσεις μυοκαρδίου. Παρόλο που η παθοφυσιολογία του CRPS είναι ασαφής, πιστεύεται πως η περιφερική και η κεντρική νευρογενής φλεγμονή σε συνδυασμό με τη μικροαγγειακή δυσλειτουργία συμβάλλουν σε αυτή την πάθηση (Bilgili et al., 2016).

Εκτιμάται ότι περίπου το 85% των ατόμων με CRPS παρουσιάζουν μία αργή μείωση πόνου και συμπτωμάτων τα πρώτα 2 χρόνια. Από την άλλη, μερικοί βιώνουν συνεχή πόνο παρά τη θεραπεία. Οι πρωταρχικοί στόχοι θεραπείας του CRPS, περιλαμβάνουν την ανακούφιση του πόνου, τη πρόληψη των παραμορφώσεων και τη μείωση της αγγειακής στάσης. Μέχρι τώρα, δεν υπάρχει ολιστική αντιμετώπιση του CRPS (Bilgili et al., 2016). Υπάρχει, όμως, ένα πλήθος θεραπειών που μπορούν να βοηθήσουν στη διαχείριση των συμπτωμάτων όπως οι διάφορες φαρμακευτικές ουσίες που ανακουφίζουν από τον πόνο, η ψυχολογική υποστήριξη των ασθενών και η φυσικοθεραπευτική αποκατάσταση. Αξίζει, επίσης, να αναφερθεί, πως η διέγερση του νωτιαίου μυελού είναι μια θεραπεία η οποία συστήνεται για ασθενείς που δεν ανταποκρίνονται στις συντηρητικές θεραπείες αντιμετώπισης του CRPS.

Το σύνδρομο του CRPS εμφανίζεται σε ποσοστό 12 με 28 % στο άνω άκρο των ημιπληγικών ασθενών. Προκαλεί πόνο και απώλεια της λειτουργικότητας του ασθενούς, με αποτέλεσμα να δυσκολεύει η διαδικασία της αποκατάστασης. Οι θεραπείες για το CRPS του άνω άκρου ημιπληγικών, περιλαμβάνουν φυσικοθεραπευτικές προσεγγίσεις όπως ο νάρθηκας, η ανύψωση, η αποιδηματική μάλαξη, οι ασκήσεις εύρους τροχιάς των αρθρώσεων, το δινόλουτρο, το λουτρό αντίθεσης, η συνεχής παθητική κίνηση (CPM), οι τεχνικές νευρομυϊκής διέγερσης και τα αναλγητικά ρεύματα όπως το TENS.

Η φυσικοθεραπεία μπορεί να βοηθήσει σε περιπτώσεις πρώιμης έναρξης του συνδρόμου, και ιδιαίτερα σε θέματα κινητικότητας, ροής του αίματος, μυϊκής δύναμης, μυϊκού τόνου και δυσκαμψίας των αρθρώσεων. Είναι γεγονός ότι, η συμβολή της φυσικοθεραπείας είναι κομβική καθώς βοηθάει ποικιλοτρόπως, τόσο μέσω της κινησιοθεραπείας και της άσκησης όσο και μέσω της υδροθεραπείας και του TENS (Bilgili et al., 2016).

Κλινική μελέτη

Σε μελέτη (των Adem Bilgili et al., το 2016) διερευνήθηκε η αποτελεσματικότητα του TENS στο σύνδρομο πολύπλοκου περιοχικού πόνου. Συνολικά, συμμετείχαν 30 ασθενείς με CRPS τύπου 1 στη περιοχή του άνω άκρου, οι οποίοι χωρίστηκαν τυχαιοποιημένα σε 2 ομάδες των 15 ατόμων. Η 1^η ομάδα ακολούθησε πρόγραμμα θεραπείας που περιλάμβανε: TENS, λουτρό αντίθεσης, δινόλουτρο και πρόγραμμα θεραπευτικών ασκήσεων. Η 2^η ομάδα ακολούθησε το ίδιο ακριβώς πρόγραμμα με τη 1^η, με τη διαφορά πως το μηχάνημα του TENS δεν έδινε ρεύμα. Η θεραπεία με το TENS διαρκούσε 20 λεπτά, με συχνότητα 100 Hz, διάρκεια παλμού 50-100 μ s και ένταση τόση ώστε να μη προκαλεί δυσφορία και σύσπαση μυών στους ασθενείς. Σχετικά με την τοποθέτηση των ηλεκτροδίων, το ένα ηλεκτρόδιο τοποθετούταν στη ραχιαία πλευρά του αντιβραχίου και το άλλο στη ραχιαία πλευρά της άκρας χείρας. Όλες οι παρεμβάσεις που αναφέρθηκαν, διήρκησαν συνολικά 15 ημέρες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις επιτεύχθηκαν στις βαθμολογίες του αυθόρμητου και του νευροπαθητικού πόνου, του οιδήματος, του εύρους τροχιάς και της λειτουργικής ικανότητας τόσο στη 1^η όσο και στη 2^η ομάδα ($p < 0,05$). Παρόλα αυτά, η ομάδα που χρησιμοποίησε τη συσκευή TENS που λειτουργούσε, δηλαδή η 1^η ομάδα, παρουσίασε στατιστικά μεγαλύτερη βελτίωση σε σύγκριση με τη 2^η ομάδα, στην ένταση του πόνου, στο οίδημα, στις μετρήσεις εύρους τροχιάς του 2^{ου} και 3^{ου} δακτύλου και στο νευροπαθητικό πόνο της κλίμακος LANSS. Επίσης, παρατηρήθηκε παρόμοια βελτίωση χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των 2 ομάδων στα ακόλουθα: στις κλίμακες DN4 και DHI, στο εύρος καρπού, στο εύρος 4^{ου} και 5^{ου} δακτύλου και στη δύναμη της λαβής ($p > 0,05$).

	Group 1	Group 2	p
VAS (0–100 mm)			
Pretreatment (Mean ± SD)	47.47 ± 13.20	35.33 ± 20.91	0.070
Posttreatment (Mean ± SD)	14.27 ± 10.10	23.27 ± 15.83	0.074
Change (Mean ± SD)	−33.20 ± 10.81	−12.07 ± 10.29	0.000**
P	0.000**	0.000**	
DN4			
Pretreatment (Mean ± SD)	4.40 ± 1.84	4.53 ± 1.13	0.813
Posttreatment (Mean ± SD)	2.20 ± 1.78	3.00 ± 1.41	0.184
Change (Mean ± SD)	−2.20 ± 1.47	−1.53 ± 0.92	0.148
P	0.000**	0.000**	
LANNS			
Pretreatment (Mean ± SD)	15.00 ± 5.92	11.53 ± 3.93	0.069
Posttreatment (Mean ± SD)	10.40 ± 6.27	9.47 ± 4.16	0.634
Change (Mean ± SD)	−4.60 ± 3.42	−2.07 ± 2.89	0.037*
P	0.000**	0.015*	

Εικόνα 3: κλίμακες VAS, DN4 και LANSS – σύγκριση αποτελεσμάτων προ και μετά θεραπειών μεταξύ των 2 ομάδων (Adem Bilgili et al., το 2016)

	Group 1	Group 2	p
Flexion			
Pretreatment (Mean ± SD)	50.47 ± 20.33	41.20 ± 24.50	0.269
Posttreatment (Mean ± SD)	67.00 ± 15.45	61.00 ± 18.34	0.341
Change (Mean ± SD)	16.53 ± 9.69	19.80 ± 18.12	0.543
P	0.000**	0.001**	
Extension			
Pretreatment (Mean ± SD)	41.67 ± 19.24	33.67 ± 23.94	0.322
Posttreatment (Mean ± SD)	55.67 ± 17.82	50.20 ± 19.94	0.435
Change (Mean ± SD)	14.00 ± 10.56	16.53 ± 14.77	0.593
P	0.000**	0.001**	
Radial deviation			
Pretreatment (Mean ± SD)	14.00 ± 6.04	10.60 ± 6.64	0.153
Posttreatment (Mean ± SD)	18.00 ± 4.55	16.33 ± 4.81	0.338
Change (Mean ± SD)	4.00 ± 3.38	5.73 ± 5.51	0.308
P	0.003**	0.002**	
Ulnar deviation			
Pretreatment (Mean ± SD)	21.33 ± 9.15	17.27 ± 8.71	0.223
Posttreatment (Mean ± SD)	27.13 ± 5.32	24.00 ± 6.04	0.143
Change (Mean ± SD)	5.80 ± 5.44	6.73 ± 7.29	0.694
P	0.007**	0.005**	

Εικόνα 4: σύγκριση αποτελεσμάτων προ και μετά θεραπειών μεταξύ των 2 ομάδων σχετικά με το εύρος τροχιάς του καρπού (Adem Bilgili et al., το 2016)

3.2 TENS και διαβητική νευροπάθεια

Ο σακχαρώδης διαβήτης είναι μια κοινή ασθένεια που προσβάλλει κατά προσέγγιση 347 εκατομμύρια ανθρώπους παγκοσμίως. Παραπάνω από το 26% των διαβητικών ασθενών υποφέρουν από μία επιπλοκή, που καλείται επώδυνη διαβητική νευροπάθεια. Ο μηχανισμός πρόκλησης της επώδυνης διαβητικής νευροπάθειας δεν είναι πλήρως κατανοητός, αλλά πιστεύεται ότι οφείλεται είτε σε

τραυματισμό αγγείων που τροφοδοτούν περιφερικά νεύρα, είτε σε απομυελίνωση και αξονική εκφύλιση των νευρικών ινών, ή σε άμεση βλάβη των νευρικών ινών εξαιτίας συσσώρευσης γλυκοζυλιωμένων προϊόντων (Gabrielle A. Upton et al., to 2016). Το υψηλό σάκχαρο στο αίμα μπορεί να εκφυλίσει το νευρικό ιστό σε ολόκληρο το ανθρώπινο σώμα. Τα άτομα που πάσχουν από διαβητική νευροπάθεια εμφανίζουν πόνο συνηθέστερα στα κάτω άκρα και στα πέλματα, ενώ σπανιότερα στα άνω άκρα. Ο πόνος αυτός δύναται να συνυπάρχει με αυξημένη ή μειωμένη αισθητικότητα, με αλλοδυνία, με παραισθησία, ενώ συχνά γίνεται παροξυσμικός κατά τη διάρκεια του ύπνου (Bahram Naderi Nabi et al., 2015). Τα συμπτώματα εξαρτώνται από το σημείο της βλάβης των νεύρων και περιλαμβάνουν κινητικές αλλαγές (μυϊκή αδυναμία), αισθητηριακές βλάβες (μούδιασμα, μυρμηγκιασμα και πόνος) και προβλήματα στο πεπτικό και ουροποιητικό σύστημα, στα αιμοφόρα αγγεία και στη καρδιά. Όσον αφορά τη πρόληψη της επώδυνης διαβητικής νευροπάθειας θεωρείται σημαντικός ο έλεγχος και η διατήρηση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα, η καλή υγιεινή των άκρων, η ρύθμιση της χοληστερίνης και της αρτηριακής πίεσης, η σωστή διατροφή, η άσκηση και η διακοπή του αλκοόλ και του καπνίσματος (Narges Jahantigh Akbari et al., 2020).

Αποτελεί γεγονός, ότι χρησιμοποιούνται αρκετά φάρμακα για την ανακούφιση της επώδυνης διαβητικής νευροπάθειας όπως είναι τα οπιοειδή, τα αντιεπιληπτικά και τα τρικυκλικά αντικαταθλιπτικά. Ωστόσο, οι φαρμακευτικές παρεμβάσεις έχουν αποδειχτεί αναποτελεσματικές στην διαχείριση των συμπτωμάτων της επώδυνης διαβητικής νευροπάθειας, με αποτέλεσμα την αναζήτηση άλλων θεραπευτικών μεθόδων (Bahram Naderi Nabi et al., 2015). Αξίζει να σημειωθεί, πως η φυσικοθεραπεία μπορεί να μειώσει ορισμένα συμπτώματα που προκαλεί η επώδυνη διαβητική νευροπάθεια όπως ο βύθιος πόνος των κάτω άκρων, η αίσθηση μυρμηγκίασματος ή καύσου, η μυϊκή αδυναμία και οι μυϊκές κράμπες (Narges Jahantigh Akbari et al., 2020) Ένα μέρος του φυσικοθεραπευτικού προγράμματος για την αποκατάσταση της επώδυνης διαβητικής νευροπάθειας, είναι η εφαρμογή της ηλεκτροθεραπείας. Πιο συγκεκριμένα, το TENS είναι ένα μέσο ηλεκτροθεραπείας που χρησιμοποιείται για την μείωση του πόνου, της διαβητικής νευροπάθειας, μέσω της διέγερσης των περιφερικών νεύρων (Gabrielle A. Upton et al., to 2016).

Κλινική μελέτη

Σε τυχαιοποιημένη μελέτη (των Gabrielle A. Upton et al., το 2016), διερευνήθηκε η επίδραση των παραμέτρων του TENS στο επίπεδο αντίληψης του πόνου ασθενών που πάσχουν από διαβητική νευροπάθεια. Τα άτομα που συμμετείχαν στη μελέτη είχαν διαγνωστεί από σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 και από πρόσφατα συμπτώματα επώδυνης διαβητικής νευροπάθειας. Συνολικά 5 ασθενείς με επώδυνη διαβητική νευροπάθεια συμμετείχαν στη κλινική μελέτη. Αναλυτικότερα, οι ασθενείς κατανεμήθηκαν τυχαιοποιημένα είτε στην ομάδα παραδοσιακού TENS είτε στην ομάδα με το TENS βελονισμού. Ακολούθησαν 10 ημέρες θεραπείας, διάρκειας 30 λεπτών και στη συνέχεια έγινε διακοπή 7 ημερών. Έπειτα, πραγματοποιήθηκε διασταύρωση των δύο ομάδων, με αποτέλεσμα η ομάδα του παραδοσιακού TENS να μεταβεί στην ομάδα TENS βελονισμού και το αντίστροφο. Τα δεδομένα ήταν παρόμοια καθώς, οι ημέρες θεραπείας ήταν και αυτή τη φορά στο σύνολό τους 10 και οι συνεδρίες διαρκούσαν 30 λεπτά. Αναφορικά με τη παραμετροποίηση, το παραδοσιακό TENS λειτουργούσε με συχνότητα 110 Hz και διάρκεια παλμού 200 μs, ενώ το TENS βελονισμού χρησιμοποιούσε χαμηλή συχνότητα 4 Hz και ίδια διάρκεια παλμού με το συμβατικό TENS 200 μs. Τα ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν 3 εκατοστά πλευρικά της σπονδυλικής στήλης, στην οσφυοϊερή περιοχή. Αναλύοντας τα αποτελέσματα παρατηρήθηκε μία αξιοσημείωτη τάση στις απαντήσεις των συμμετεχόντων στο τέλος της μελέτης όπου και οι 5 συμμετέχοντες ανέφεραν σημαντική ανακούφιση από τον πόνο τόσο κατά τη διάρκεια του παραδοσιακού TENS όσο και κατά τη διάρκεια του TENS με βελονισμό. Ειδικότερα, μεταξύ των 5 συμμετεχόντων, οι 3 ασθενείς, δηλαδή το 60%, επέλεξαν το TENS βελονισμού ως πιο αποτελεσματικό σε σχέση με το παραδοσιακό TENS για την ανακούφιση της επώδυνης διαβητικής νευροπάθειας. Από τους άλλους 2 ασθενείς, ο ένας αντιλήφθηκε το παραδοσιακό TENS ως πιο αποτελεσματική θεραπεία και ο άλλος δεν κατάλαβε κάποια διαφορά. Επίσης, είναι σημαντικό να ειπωθεί ότι οι 4 από τους 5 συμμετέχοντες, δηλαδή το 80%, συνέχιζαν να αισθάνονται ανακούφιση του πόνου για τουλάχιστον 1 με 2 ώρες μετά την αφαίρεση των ηλεκτροδίων. Κατά τη διάρκεια της μελέτης δεν αναφέρθηκαν παρενέργειες.

3.3 TENS και μεθερπητική νευραλγία

Η μεθερπητική νευραλγία είναι ένα από τα σύνδρομα χρόνιου περιφερικού νευροπαθητικού πόνου και οφείλεται σε νευρολογική βλάβη που προκαλείται από τον ερπητοϊό-3 ΗΗV-3, γνωστός και ως ζωστήρας ιός της ανεμοβλογιάς VZV. Η πρωτογενής λοίμωξη από τον ιό εκδηλώνεται ως ανεμοβλογιά, η οποία συνήθως εμφανίζεται στη παιδική ηλικία ή στην πρώιμη εφηβεία. Εφόσον ο ασθενής νοσήσει μία φορά και ιαθεί, ο ιός παραμένει στα ραχιαία και κρανιακά γάγγλια των νεύρων και δύναται να αναζωπυρωθεί. Ο έρπητας ζωστήρας, προκύπτει από την επανενεργοποίηση του ιού της ανεμοβλογιάς και την εξάπλωσή του από ένα μόνο γάγγλιο, στον νευρικό ιστό του προσβεβλημένου τμήματος και του αντίστοιχου δερμοτομίου (Aleksander Stepanović et al., 2015). Η πιο συνηθισμένη επιπλοκή του έρπητα ζωστήρα είναι η μεθερπητική νευραλγία (Koshy et al., 2018). Ο πόνος είναι οξύς, καυστικός, διαξιφιστικός και πιεστικός. Η πάσχουσα περιοχή συνήθως παρουσιάζει αλλοδυνία, δηλαδή αυξημένη ευαισθησία ακόμα και σε μη επώδυνο ερέθισμα (χάδι, άγγιγμα), αυξημένη ευαισθησία σε ένα επώδυνο ερέθισμα (υπεραλγησία) καθώς και αυξημένη ευαισθησία στην αφή (υπεραισθησία). Οι περιοχές του σώματος όπου συχνότερα εμφανίζεται είναι ο θώρακας, η οσφυοϊερή χώρα, ο αυχένας και η περιοχή κατανομής του τρίδυμου νεύρου (Aleksander Stepanović et al., 2015). Ο έλεγχος των συμπτωμάτων του προσβεβλημένου ατόμου είναι ο κύριος στόχος (Johnson et al., 2014).

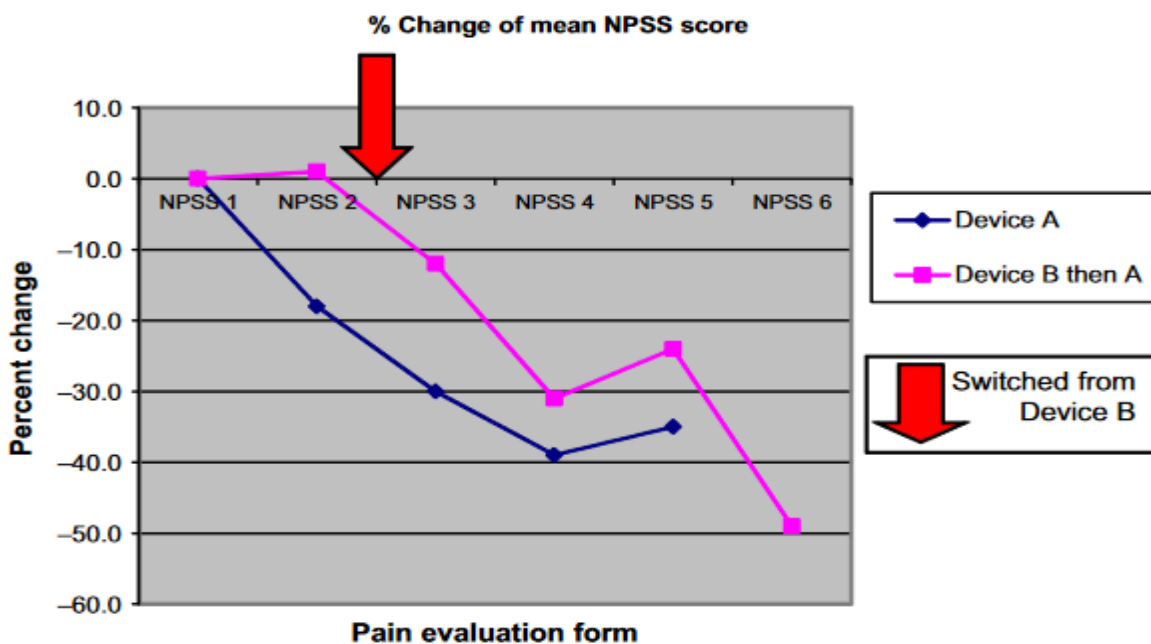
Χρόνια μεθερπητική νευραλγία ορίζεται ως ο πόνος που εμφανίζεται περίπου 3 μήνες μετά τη θεραπεία του εξανθήματος. Προσδιορίζονται 3 φάσεις της ερπητικής νευραλγίας αναλόγως του χρονικού διαστήματος που υπάρχει πόνος. Όταν η παρουσία του πόνου είναι εντός 30 ημερών από την έναρξη του έρπητα, τότε η πάθηση ονομάζεται οξεία ερπητική νευραλγία. Όταν ο πόνος υφίσταται μεταξύ 30 και 120 ημερών ονομάζεται υποξεία ερπητική νευραλγία, ενώ αν ο πόνος επιμένει για πάνω από 120 ημέρες από την υποχώρηση του εξανθήματος τότε ο ασθενής έχει χρόνια μεθερπητική νευραλγία. (Aleksander Stepanović et al., 2015). Η μεθερπητική νευραλγία αποτελεί ένα από τα είδη νευροπαθητικού πόνου. Παράλληλα, έχει παρατηρηθεί πως το γυναικείο φύλο παρουσιάζει μεγαλύτερη επιρρέπεια στην μεθερπητική νευραλγία σε σχέση με το ανδρικό. (Aleksander Stepanović et al., 2014). Στο γενικό πληθυσμό ο κίνδυνος εμφάνισης έρπη

ζωστήρα κυμαίνεται στο 20-30%. Μετά τα 50έτη ο κίνδυνος εμφάνισης του έρπητα ζωστήρα αυξάνει δραματικά με κίνδυνο να φτάσει στο 50% από τα 85 έτη και πάνω. Ο έρπητ ζωστήρας μπορεί να επανεμφανιστεί σε ποσοστό 6,4% σε άτομα που είναι ανοσοκατασταλμένα (John and Canada, 2017). Η διάγνωση της λοίμωξης από έρπητα ζωστήρα είναι καθοριστικής σημασίας για τη θεραπεία, την πρόληψη μετάδοσης και την αντιμετώπιση επιπλοκών στον ευπαθή πληθυσμό. Η πρόληψη του έρπητα ζωστήρα μπορεί να επιτευχθεί σε ένα βαθμό μέσω του εμβολίου.

Κλινική μελέτη

Η μεθερπητική νευραλγία παραμένει μία θεραπευτική πρόκληση. Πολλοί τρόποι έχουν χρησιμοποιηθεί αλλά με περιορισμένη επιτυχία. Μία πρόσφατη πιλοτική τυχαιοποιημένη κλινική μελέτη (των Malcolm R. et al., το 2015), αξιολόγησε την αποτελεσματικότητα του TBM (Tennant Biomodulator) στη χρόνια μεθερπητική νευραλγία. Το TBM είναι ένα είδος TENS με ικανότητα βιοανάδρασης. Η κύρια διαφορά μεταξύ του TBM (TENS βιοανάδρασης) και του συμβατικού TENS είναι ότι το πρώτο χρησιμοποιεί microamperes και όχι milliamperes που χρησιμοποιεί το δεύτερο. Επίσης, το TBM χρησιμοποιεί κυρίως τετράγωνα κύματα και όχι ημιτονοειδή. Όλοι οι ασθενείς που συμμετείχαν είχαν διαγνωστεί με χρόνια μεθερπητική νευραλγία και ο κύριος πόνος εντοπιζόταν στη περιοχή του ώμου. Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 20 άτομα τα οποία χωρίστηκαν τυχαιοποιημένα σε 2 ομάδες των 10 ατόμων. Η μία ομάδα έλαβε ως θεραπευτικό μέσο το TBM, ενώ η άλλη ομάδα έλαβε εικονική θεραπεία με απενεργοποιημένη συσκευή TBM (placebo – sham device). Ήταν προγραμματισμένο οι ασθενείς να λάβουν τις 3 πρώτες διαδοχικές συνεδρίες είτε με το TBM είτε με απενεργοποιημένη συσκευή TBM, για 15 λεπτά για διάστημα 3 με 7 ημερών. Η ανενεργή συσκευή TBM εξέπεμπε ηλεκτρική διέγερση 3 mA, η οποία θεωρήθηκε ως μια ελαφριά ηλεκτρική αίσθηση. Αφού ολοκλήρωναν τις τρεις πρώτες συνεδρίες, οι ασθενείς είχαν τη δυνατότητα να αιτηθούν θεραπεία με την άλλη συσκευή εάν θεωρούσαν ότι δεν είχαν επαρκή ανταπόκριση με τη πρώτη συσκευή. Κάθε ασθενής θα μπορούσε να λάβει έως και έξι συνεδρίες. Στη συνέχεια, φάνηκε ότι οι ασθενείς που αρχικά υποβλήθηκαν σε θεραπεία με την απενεργοποιημένη συσκευή TBM, επέλεξαν να αλλάξουν ομάδα

θεραπείας μετά από τρεις διαδοχικές ημέρες. Ο λόγος ήταν ότι η απενεργοποιημένη συσκευή δεν ανακούφιζε τους ασθενείς από τα συμπτώματά τους. Παράλληλα, η πλειοψηφία των ασθενών που έλαβε θεραπεία με την ενεργοποιημένη συσκευή TBM (είτε τις πρώτες μέρες είτε τις επόμενες) ανέφερε στατιστικά σημαντική μείωση νευροπαθητικού πόνου στη κλίμακα αξιολόγησης NPSS ($p < 0.001$). Ειδικότερα, η μέση ποσοστιαία μείωση στη κλίμακα ήταν 39,9%.



Εικόνα 5: ποσοστιαίες μεταβολές της κλίμακας NPSS για τις 2 ομάδες (Malcolm R. et al., το 2015)

3.4 TENS και μετεγχειρητικός πόνος

3.4.1 TENS σε ολικές αρθροπλαστικές γόνατος

Η ολική αρθροπλαστική του γόνατος (ΟΑΓ) είναι μία κοινή χειρουργική επέμβαση που ανακουφίζει από τον πόνο, αυξάνει τη λειτουργικότητα και βελτιώνει την ποιότητα της ζωής των ασθενών με προβλήματα στη περιοχή του γόνατος, όπως είναι η οστεοαρθρίτιδα, η ρευματοειδής αρθρίτιδα και οι τραυματικές βλάβες. Παρόλο που μετά την επέμβαση της ΟΑΓ, οι ασθενείς παρουσιάζουν σημαντική

πρόοδο στην ευρύτερη υγεία τους, συχνά βιώνουν υψηλά επίπεδα πόνου (Barbara Rakel et al., 2014). Ο μετεγχειρητικός πόνος μπορεί να είναι τόσο έντονος, που εκτός από την ενόχληση που δημιουργεί, να επηρεάζει και αρνητικά τα αποτελέσματα της αποκατάστασης. Πιο συγκεκριμένα, ο μετεγχειρητικός πόνος, είναι ικανός να αποτρέψει την πρόωρη κινητοποίηση και να προκαλέσει μυϊκές συσπάσεις ή ατροφίες (David Beckwée et al., 2018). Ακόμα και η διαδικασία της αποκατάστασης μπορεί να είναι επώδυνη ιδιαίτερα κατά την εκτέλεση κινήσεων όπως η κάμψη και η έκταση της άρθρωσης του γόνατος (Barbara Rakel et al., 2014). Ωστόσο, η αποτελεσματική διαχείριση του πόνου μπορεί να επιταχύνει τη διαδικασία της αποκατάστασης και να μειώσει τη διάρκεια της νοσηλείας. Το μηχάνημα ηλεκτροθεραπείας TENS προτείνεται και χρησιμοποιείται για την ανακούφιση του μετεγχειρητικού πόνου, μετά από αρθροπλαστικές γόνατος. Το TENS ενεργοποιεί τους ενδογενείς ανασταλτικούς μηχανισμούς, συμπεριλαμβανομένων των υποδοχέων των οπιοειδών στον νωτιαίο μυελό και τον εγκέφαλο, με αποτέλεσμα να μειώνει την ευαισθητοποίηση του κεντρικού νευρώνα και την πρωτογενή και δευτερογενή μηχανική υπεραλγησία που προκαλείται από την φλεγμάνουσα άρθρωση του γόνατος (David Beckwée et al., 2018) [1,2].

Κλινικές μελέτες

Ειδικότερα, σε διπλά τυφλή τυχαιοποιημένη κλινική μελέτη (των Barbara A Rakel et al., το 2014) αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα του TENS στη μείωση του πόνου και της υπεραλγησίας και στην αύξηση της λειτουργικής ικανότητας ατόμων που έχουν υποβληθεί σε επέμβαση μονομερούς ΟΑΓ. 317 ασθενείς χωρίστηκαν σε 3 ομάδες, όπου η 1^η ομάδα ακολούθησε θεραπεία με TENS, στη 2^η ομάδα εφαρμόστηκε placebo TENS και στη 3^η χορηγήθηκε μόνο η τυπική φαρμακευτική αγωγή αναλγησίας. Σημειώνεται όμως και στις 3 ομάδες χορηγήθηκε φαρμακευτική αγωγή αναλγησίας. Σχετικά με την εφαρμογή του TENS, χρησιμοποιήθηκαν 4 κυκλικά ηλεκτρόδια τα οποία τοποθετήθηκαν 2 ίντσες περιφερικά της χειρουργικής τομής. Το μηχάνημα του TENS παρήγαγε μία ισορροπημένη ασύμμετρη διφασική κυματομορφή με εναλλασσόμενους παλμούς μεταξύ των καναλιών με συχνότητα 150 Hz, διάρκεια παλμού 150 μs και την υψηλότερη ανεκτή ένταση η οποία κατά

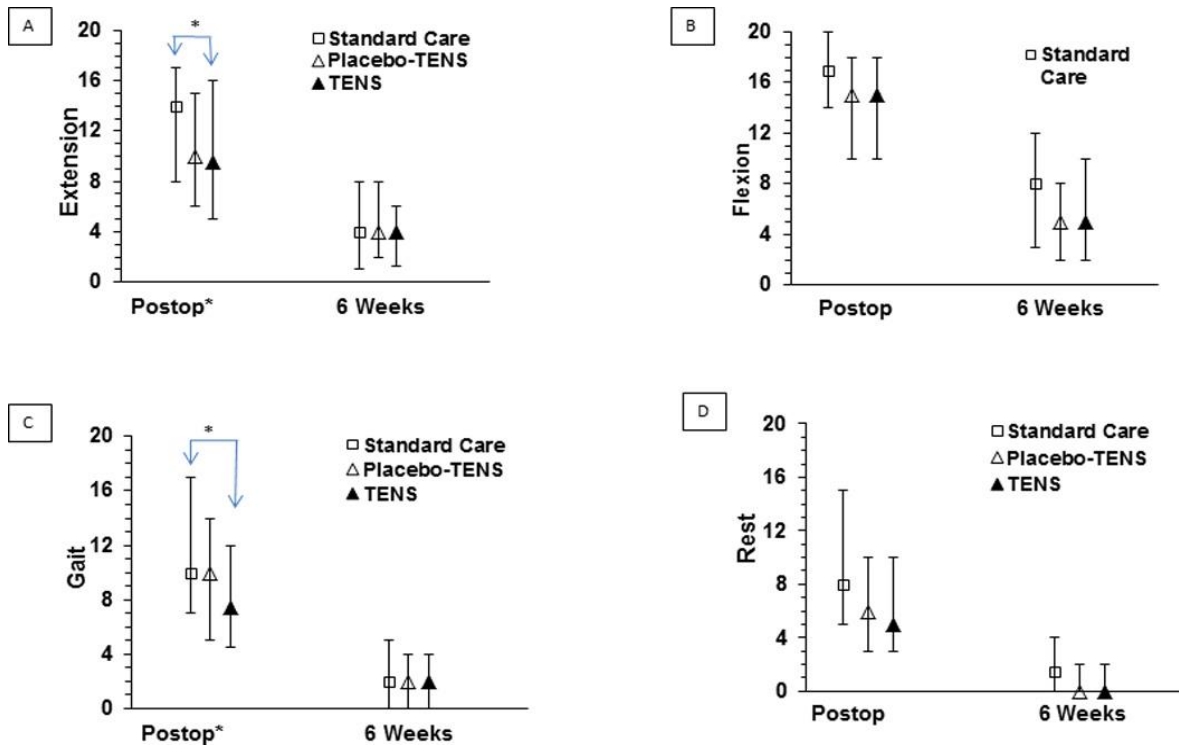
μέσο όρο ήταν στα 42 mA. Το TENS χρησιμοποιήθηκε 1 με 2 φορές τη μέρα, για 6 εβδομάδες και εφαρμόστηκε 20 λεπτά πριν από κάθε συνεδρία φυσικοθεραπευτικής άσκησης και συνεχίστηκε μέχρι το τέλος της συνεδρίας. Οι φυσικοθεραπευτικές συνεδρίες, περιλάμβαναν έναν συνδυασμό διατάσεων, ενδυνάμωσης και αντοχής υπό την επίβλεψη φυσικοθεραπευτή και πραγματοποιούνταν αρχικά στο νοσοκομείο και εν συνεχεία στο σπίτι του κάθε ασθενή. Η ένταση του πόνου αξιολογήθηκε από τη 21βαθμη κλίμακα NRS (Numeric Rating Scale), η υπεραλγησία εξετάστηκε από διάφορα αισθητηριακά τεστ και η λειτουργικότητα προσδιορίστηκε από την δύναμη, την αντοχή, το εύρος τροχιάς των μυών του τετρακεφάλου καθώς και από την ταχύτητα της βάδισης.



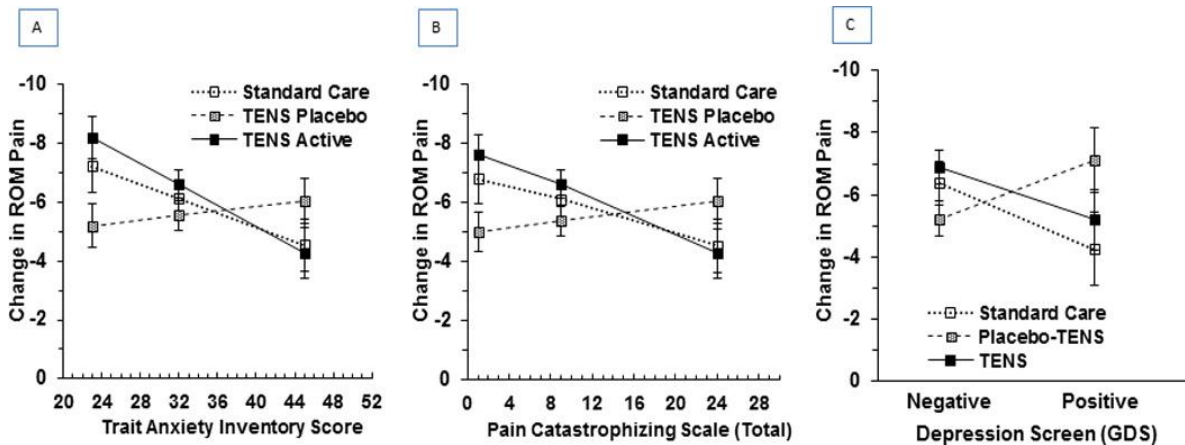
Εικόνα 6: τοποθέτηση ηλεκτροδίων TENS μετά από ολική αρθροπλαστική γόνατος (Barbara A Rakel et al., το 2014)

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι ασθενείς της ομάδας του TENS ένοιωθαν λιγότερο πόνο μετεγχειρητικά κατά την ενεργητική έκταση του γόνατος ($p=0,019$) και κατά τη γρήγορη βάδιση ($p=0,006$) από ό,τι οι συμμετέχοντες της 3^{ης} ομάδας που ακολούθησαν απλά φαρμακευτική αγωγή. Οι ομάδες του TENS και του placebo TENS δεν είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα αποτελέσματα μεταξύ τους. Τόσο η ομάδα του TENS όσο και η ομάδα του placebo TENS σημείωσαν χαμηλότερα επίπεδα υπεραλγησίας από ό,τι η ομάδα της απλής φαρμακευτικής αγωγής. Επομένως, σύμφωνα με τα παραπάνω, παρατηρήθηκε η επιρροή της

εικονικής θεραπείας (placebo). Αξίζει, επίσης, να αναφερθεί, πως οι ασθενείς της ομάδας TENS που είχαν χαμηλά επίπεδα άγχους και δεν περιέγραφαν την αίσθηση του πόνου που βίωναν με υπερβολικό τρόπο, είχαν στατιστικά μεγαλύτερη μείωση στον πόνο στον έλεγχο των 6 εβδομάδων σε σύγκριση με εκείνους που σημείωσαν υψηλή βαθμολογία άγχους και αντιδρούσαν υπερβολικά στο πόνο ($p=0,002$ και $p=0,03$). Τέλος, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ και των τριών ομάδων στην αξιολόγηση που έγινε μετά από 6 εβδομάδες, το οποίο δείχνει ότι το TENS δεν ήταν αποτελεσματικό πέρα από την άμεση μετεγχειρητική περίοδο. Συνοπτικά, η συγκεκριμένη κλινική μελέτη απέδειξε ότι η προσθήκη του TENS κατά τη διάρκεια ασκήσεων αποκατάστασης (ως συμπληρωματική θεραπεία της φαρμακευτικής αναλγησίας), είχε ως αποτέλεσμα οι ασθενείς να έχουν σημαντικά λιγότερο πόνο κατά την άμεση μετεγχειρητική περίοδο σε σχέση με εκείνους που χορηγήθηκαν τη τυπική φαρμακευτική αναλγησία. Ωστόσο, δεν εντοπίστηκαν διαφορές μεταξύ του TENS και του placebo TENS, γεγονός που υπογραμμίζει την επίδραση του εικονικού φαρμάκου. Ολοκληρώνοντας, το όφελος, από την προσθήκη του TENS στο πρόγραμμα αποκατάστασης μετά από ΟΑΓ, ήταν μεγαλύτερο στους ασθενείς που δεν ήταν αγχώδεις και σε εκείνους που δεν είχαν την τάση να περιγράφουν το βίωμα του πόνου με υπερβολικό τρόπο.



Εικόνα 7: σύγκριση μετεγχειρητικών αποτελεσμάτων κλίμακας NRS μεταξύ των 3 ομάδων κατά τη κάμψη - έκταση γόνατος, τη βάρδιση και τη ξεκούραση (Barbara A Rakel et al., το 2014)



Εικόνα 8: αλλαγές στην ένταση του πόνου κατά το εύρος τροχιάς των αρθρώσεων σε συνάρτηση με ψυχολογικούς παράγοντες (Barbara A Rakel et al., το 2014)

Σε άλλη τριπλά τυφλή τυχαίοποιημένη κλινική μελέτη (των David Beckwée et al., το 2018) αξιολογήθηκε η επίδραση που έχει το burst TENS στον πόνο κατά τη διάρκεια της νοσηλείας ασθενών μετά από ΟΑΓ και διερευνήθηκε αν το burst TENS συνεχίζει να επιφέρει αναλγητικά αποτελέσματα μετά από 4 ή 5 ημέρες θεραπείας. Τελικά, 53 ασθενείς συμμετείχαν στη μελέτη και χωρίστηκαν σε 2 ομάδες. Στη μία ομάδα, που αποτελούταν από 25 συμμετέχοντες, εφαρμόστηκε θεραπεία με το burst TENS. Στην άλλη ομάδα, οι 28 ασθενείς ακολούθησαν θεραπεία με burst TENS το οποίο δεν παρήγαγε ηλεκτρικό ερέθισμα. Τα ηλεκτρόδια του burst TENS τοποθετήθηκαν 10 cm πάνω από την άρθρωση του γόνατος καθώς και στη μέση και πλευρική όψη της ουλής. Το burst TENS χρησιμοποιούνταν καθημερινά για 40 λεπτά κατά τη διάρκεια συνεχούς παθητικής κινητοποίησης σε μηχανήμα CPM. Η συσκευή του burst TENS λειτουργούσε με προκαθορισμένες παραμέτρους οι οποίες ήταν οι εξής: η διάρκεια παλμού 250μs, η εσωτερική συχνότητα 100 Hz και η συχνότητα burst 3 Hz. Η ένταση ρυθμιζόταν με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι η μέγιστη ανεκτή από τον κάθε ασθενή. Η διακύμανση του πόνου στο γόνατο αξιολογούνταν καθημερινά πριν και μετά την εφαρμογή του TENS μέσω της κλίμακας VAS. Εκτός από τη καθημερινή αξιολόγηση της έντασης του πόνου, ελεγχόταν καθημερινά το εύρος τροχιάς στην άρθρωση του γόνατος καθώς επίσης και η κατανάλωση αναλγητικών φαρμάκων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μεταξύ των ομάδων δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά την ένταση του πόνου για κάθε μία από τις 5 μετεγχειρητικές ημέρες ($P>0,05$). Τόσο στην ομάδα του burst TENS όσο και στην ομάδα του απενεργοποιημένου burst TENS που δεν παρήγαγε ερέθισμα, δεν σημειώθηκε κάποια εξέλιξη, σχετικά με τον πόνο στο γόνατο, με τη πάροδο του χρόνου και της θεραπείας ($P>0,05$). Συνολικά, η συγκεκριμένη μελέτη δεν εντόπισε καμία επίδραση του burst TENS, σε σύγκριση με το burst TENS που δεν παρήγαγε ερέθισμα, στον πόνο και στο εύρος τροχιάς κατά τη νοσηλεία ασθενών με ΟΑΓ.

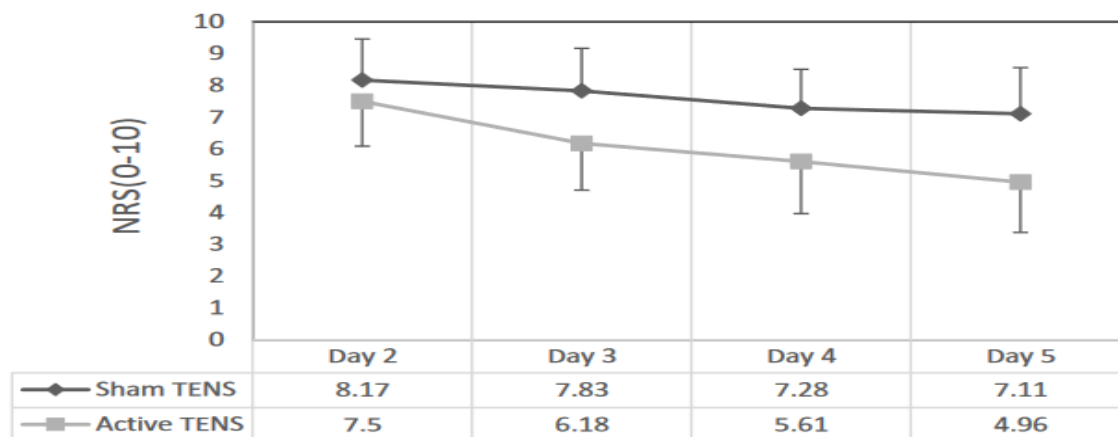
3.4.2 TENS σε κατάγματα ισχίου

Τα κατάγματα του ισχίου αποτελούν την πιο σοβαρή επίπτωση της οστεοπόρωσης και η συχνότητά τους αυξάνεται εκθετικά με τη πάροδο της ηλικίας (Dyer SM et al., 2016). Τα συγκεκριμένα κατάγματα μπορεί να οδηγήσουν σε επιδείνωση των λειτουργικών δραστηριοτήτων καθώς και σε θνησιμότητα. Ο έντονος περιεγχειρητικός πόνος φαίνεται ιδιαίτερα συχνός λόγω του κατάγματος, των φλεγμονωδών παραγόντων και της χειρουργικής επέμβασης. Ο οξύς μετεγχειρητικός πόνος που δεν έχει θεραπευτεί εξολοκλήρου συνήθως συσχετίζεται με αυξημένο χρόνο νοσηλείας, περιορισμένη ή καθυστερημένη μυϊκή διέγερση, παρατεταμένη ανάπαυση στο κρεβάτι, μειωμένη συμμόρφωση με τη φυσικοθεραπεία και μετεγχειρητικές επιπλοκές (Michal Elboim-Gabyzon et al., 2019). Επιπροσθέτως, ο οξύς μετεγχειρητικός πόνος που δεν έχει τεθεί υπό έλεγχο, έχει αρνητικές μακροπρόθεσμες συνέπειες όπως: μειωμένη βελτίωση 6 μήνες μετά την επέμβαση, υψηλότερο ποσοστό θνησιμότητας σε σύγκριση με ένα μετεγχειρητικό πόνο που έχει διαχειριστεί σωστά καθώς επίσης και μειωμένες πιθανότητες επιστροφής στη λειτουργικότητα της καθημερινής ζωής (Michal Elboim-Gabyzon et al., 2019). Συνήθως, ο οξύς μετεγχειρητικός πόνος αντιμετωπίζεται με τη χορήγηση φαρμακευτικών ουσιών οι οποίες όμως συχνά συνοδεύονται από ανεπιθύμητες παρενέργειες όπως ναυτία, έμετος, παραλήρημα, δυσκοιλιότητα και γενικότερα γαστρεντερική δυσλειτουργία. Η λανθασμένη, λοιπόν, διαχείριση του μετεγχειρητικού πόνου στα ηλικιωμένα άτομα μπορεί να αποβεί μοιραία καθώς εμποδίζει τη διαδικασία της αποκατάστασης και οδηγεί σε περαιτέρω αρνητικές επιπτώσεις όπως ταχυκαρδία, ισχαιμία του μυοκαρδίου και αυξημένη ανάγκη για οξυγόνο (Michal Elboim-Gabyzon et al., 2019). Κατά συνέπεια, επιβάλλεται η ενσωμάτωση μιας εναλλακτικής μη φαρμακολογικής και μη επεμβατικής αναλγησίας για την ανακούφιση και διαχείριση του οξέος μετεγχειρητικού πόνου (Michal Elboim-Gabyzon et al., 2019). Το TENS είναι μία μη επεμβατική μέθοδος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μείωση του οξέος μετεγχειρητικού πόνου.

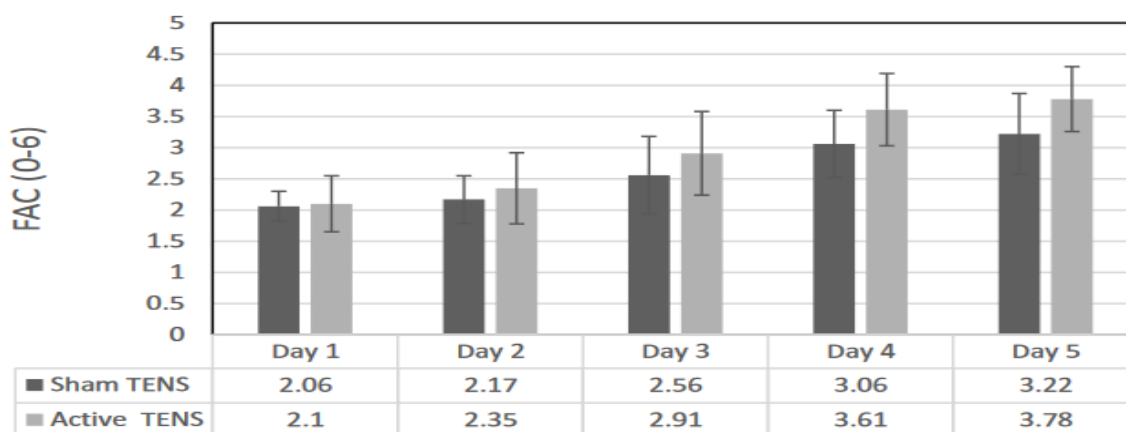
Κλινική μελέτη

Μία πρόσφατη διπλά τυφλή τυχαιοποιημένη κλινική μελέτη (των Michal Elboim-Gabyzon et al., 2019) πραγματοποιήθηκε με σκοπό να εξεταστεί η αποτελεσματικότητα του TENS στην ένταση του πόνου και στη κινητικότητα της άρθρωσης του ισχίου στην οξεία μετεγχειρητική περίοδο. Συνολικά 41 ασθενείς ολοκλήρωσαν τη μελέτη, οι οποίοι είχαν χωριστεί τυχαιοποιημένα σε 2 ομάδες. Η μία ομάδα ακολούθησε θεραπευτικό πρόγραμμα με ενεργό TENS και αποτελούταν από 23 άτομα ενώ η άλλη ομάδα ακολούθησε θεραπεία με TENS που δεν παρήγαγε ρεύμα και αποτελούταν από 18 άτομα. Οι ασθενείς και των 2 ομάδων έλαβαν τη τυπική μετεγχειρητική θεραπεία, η οποία ξεκίνησε 24 ώρες μετά τη χειρουργική επέμβαση. Το φυσικοθεραπευτικό πρόγραμμα διεξαγόταν κάθε πρωί για περίπου 30 λεπτά και περιλάμβανε ασκήσεις μεταφοράς βάρους, ισορροπίας και κινησιοθεραπείας κάτω άκρων. Πριν από τη βάδιση, 4 ηλεκτρόδια ηλεκτρικής νευρομυϊκής διέγερσης προσκολλήθηκαν στο δέρμα, στις 2 πλευρές της χειρουργικής τομής. Την 1^η μέρα, το TENS χορηγήθηκε μετά τη φυσικοθεραπεία, ενώ από τη 2^η έως τη 5^η μέρα το TENS εφαρμόστηκε αρχικά κατά τη διάρκεια της άσκησης και στη συνέχεια στη φάση της ανάπαυσης. Η εφαρμογή του TENS πραγματοποιούταν κάθε πρωί με διάρκεια 30 λεπτών για διάστημα 5 ημερών. Ειδικότερα, το TENS παρήγαγε ηλεκτρικό ρεύμα διφασικής συμμετρικής κυματομορφής με συχνότητα 100 Hz, διάρκεια παλμού 200 μ sec και ένταση σε ένα δυνατό αλλά ανεκτό από τον ασθενή επίπεδο. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι δύο ομάδες παρουσίασαν σημαντικότερες μειώσεις στην ένταση του πόνου τη 5^η μετεγχειρητική ημέρα στη φάση ανάπαυσης και κατά τη διάρκεια της νύχτας σε σχέση με τη πρώτη και δεύτερη μετεγχειρητική ημέρα. Επιπροσθέτως, σημειώθηκε μεγαλύτερη μείωση του πόνου κατά τη διάρκεια της βάδισης στην ομάδα του TENS σε σύγκριση με την άλλη ομάδα όπου το TENS δεν παρήγαγε κάποιο ερέθισμα ($P=0,0011$). Η μέση βαθμολογία της κλίμακας NRS που αφορούσε τον πόνο κατά τη διάρκεια της βάδισης ήταν σταθερά χαμηλότερη στην ομάδα του ενεργού TENS (από την 3^η έως τη 5^η μέρα). Επίσης, το επίπεδο διέγερσης και κινητικότητας όπως μετρήθηκε από τη κλίμακα FAC, βελτιώθηκε σημαντικά και στις δύο ομάδες. Ωστόσο, μεγαλύτερη βελτίωση υπήρξε στην ομάδα του ενεργού TENS. Αναφορικά με τη δίλεπτη δοκιμασία βάδισης 2MWT σημαντικότερα αποτελέσματα

σημειώθηκαν πάλι στην ομάδα του ενεργού TENS. Αντιθέτως, στη δοκιμασία των 5 επαναλήψεων STS δεν φάνηκε διαφορά μεταξύ των ομάδων.



Εικόνα 9: κλίμακα NRS – σύγκριση έντασης πόνου μεταξύ ομάδας ενεργού TENS και ομάδας placebo TENS από τη 2^η έως τη 5^η μετεγχειρητική ημέρα (Michal Elboim-Gabyzon et al., 2019)



Εικόνα 10: κλίμακα FAC – σύγκριση κινητικής διέγερσης κατά τη βάδιση μεταξύ ομάδας ενεργού TENS και ομάδας placebo TENS από τη 2^η έως τη 5^η μετεγχειρητική ημέρα (Michal Elboim-Gabyzon et al., 2019)

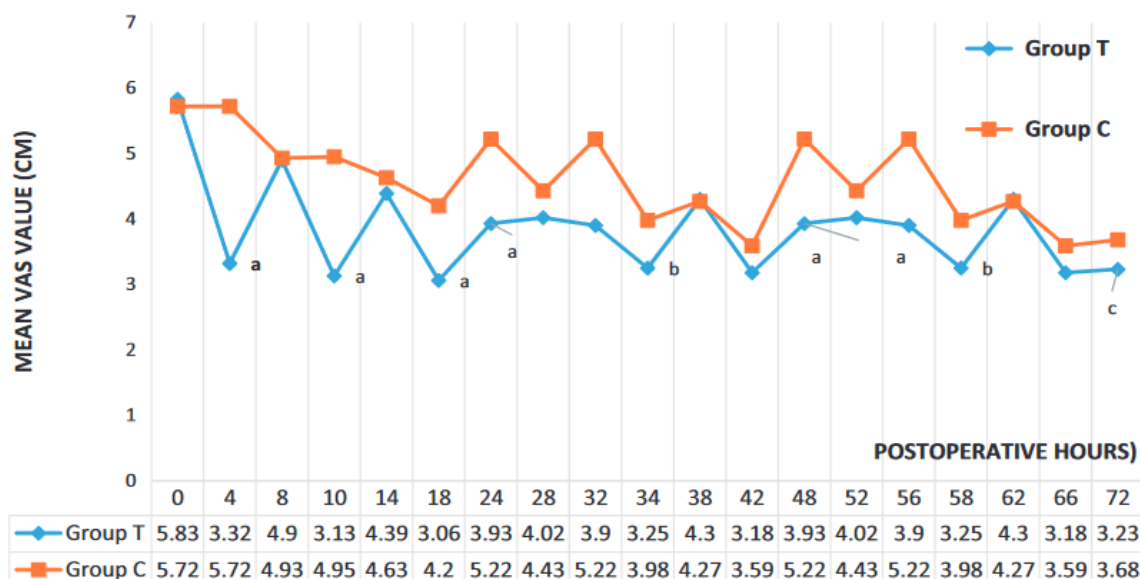
3.4.3 TENS σε θωρακοτομή

Ο γενικευμένος νευροπαθητικός πόνος είναι ένα από τα πιο συνηθισμένα προβλήματα μετά από την οδυνηρή χειρουργική επέμβαση της θωρακοτομής. Η πνευμονική λειτουργία επηρεάζεται λόγω του πόνου στη μετεγχειρητική περίοδο. Η κατακράτηση εκκρίσεων, οι ατελεκτασίες και η υποξεία είναι μερικές από τις

επιπλοκές που σχετίζονται με τον μετεγχειρητικό πόνο. Τα ναρκωτικά και τα αναλγητικά χρησιμοποιούνται ευρέως για την ανακούφιση του πόνου στη μετεγχειρητική περίοδο. Ωστόσο, αυτά τα φάρμακα έχουν αρκετές παρενέργειες όπως είναι: η αναπνευστική καταστολή, η υπόταση, η βραδυκαρδία, η ναυτία και οι έμετοι. Είναι γεγονός, ότι το TENS χρησιμοποιείται συχνά ως εναλλακτικό μέσο ανακούφισης του μετεγχειρητικού πόνου (Celal Bugra Sezen., 2017).

Κλινική μελέτη

Πρόσφατη τυχαιοποιημένη κλινική μελέτη (των Celal Bugra Sezen et al., του 2017) εξέτασε την αποτελεσματικότητα του TENS στην ανακούφιση του πόνου ασθενών που υποβλήθηκαν σε χειρουργείο θωρακοτομής. Συνολικά, σε 87 ασθενείς έγινε χειρουργική επέμβαση οπίσθιας θωρακοτομής και εν συνεχεία χωρίστηκαν τυχαιοποιημένα σε 2 ομάδες. Η μία ομάδα ονομάστηκε T, αποτελούταν από 43 ασθενείς και ακολούθησε θεραπεία με TENS. Στην άλλη ομάδα, που ονομάστηκε C, συμμετείχαν 44 ασθενείς στους οποίους χορηγήθηκε για θεραπεία μηχάνημα TENS που δεν παρήγαγε κανονική διέγερση. Τέσσερα αποστειρωμένα ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν 1 με 2 εκατοστά γύρω από τη θωρακοτομή σε παράλληλη διάταξη μεταξύ τους. Η συχνότητα του TENS ορίστηκε στα 100 Hz και η διάρκεια παλμού στα 100 μ s. Το TENS εφαρμοζόταν κάθε 8 ώρες. Επίσης, στους ασθενείς χορηγούνταν αναλγητικά φάρμακα επί καθημερινή βάση. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων αναφορικά με τις επιπλοκές, οι ατελεκτασίες να αποτελούσαν την πιο συχνή επιπλοκή. Όσον αφορά την αξιολόγηση του πόνου, η κλίμακα VAS έδειξε πως τις πρώτες 3 μετεγχειρητικές ημέρες, οι τιμές του πόνου στην ομάδα T ήταν σημαντικά χαμηλότερες σε σχέση με την ομάδα C ($p = 0.001$, $p < 0.001$ και $p = 0.003$ για κάθε μετεγχειρητική ημέρα αντίστοιχα).



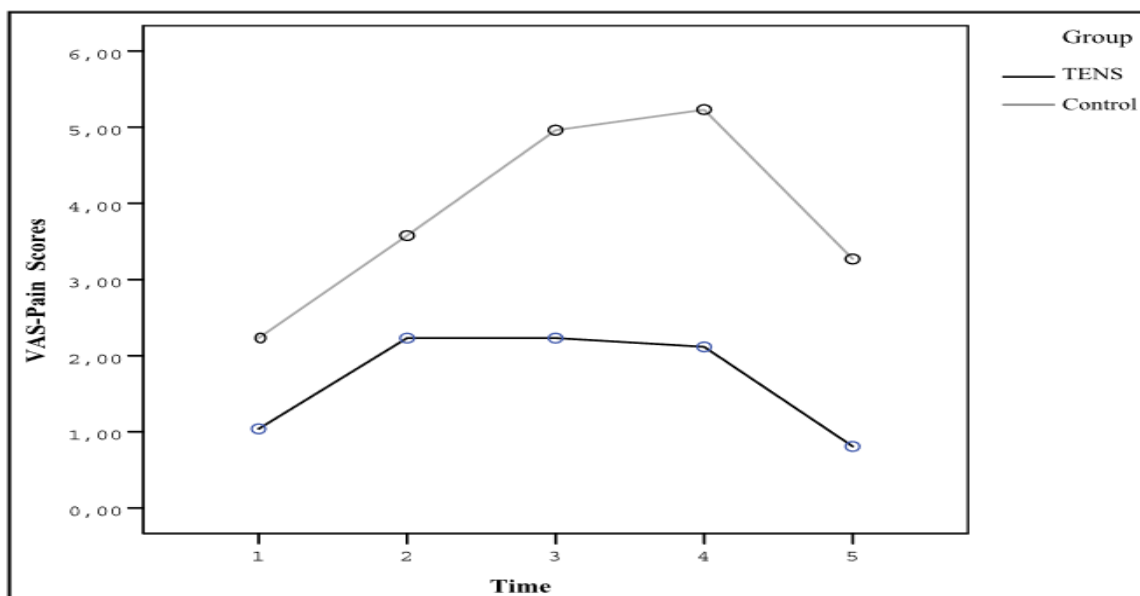
Εικόνα 11: κλίμακα VAS – σύγκριση αποτελεσμάτων των πρώτων μετεγχειρητικών ημερών μεταξύ ομάδας T και ομάδας C (Celal Bugra Sezen et al., του 2017)

3.4.4 TENS σε βουβωνοκήλη

Η βουβωνοκήλη αντιπροσωπεύει το 75% όλων των περιπτώσεων κοιλιακής κήλης. Η συχνότητα εμφάνισης βουβωνοκήλης στους άντρες είναι 27% και στις γυναίκες 3% (Fitzgibbons et al., 2015). Η χειρουργική επέμβαση της βουβωνοκήλης πραγματοποιείται περισσότερες από 20 εκατομμύρια φορές το χρόνο και αποτελεί το 10% με 15% όλων των χειρουργείων (Broadhurst et al., 2015). Μετά τη χειρουργική επέμβαση, αναπτύσσεται οξύς πόνος στο 80% των ασθενών και μέτριος ή σοβαρός πόνος στο 75% των ασθενών. Είναι γεγονός, ότι ο μετεγχειρητικός πόνος που δεν προσεγγίζεται με τη κατάλληλη μέθοδο, επηρεάζει αρνητικά τη καθημερινή ζωή των ασθενών αυξάνοντας τις μετεγχειρητικές επιπλοκές και τη διάρκεια της θεραπείας. Για τη διαχείριση του μετεγχειρητικού πόνου, χρησιμοποιούνται πολλών ειδών φάρμακα όπως τα οπιοειδή και τα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη. Ταυτόχρονα, τα τελευταία χρόνια, έχουν χρησιμοποιηθεί πολλές μη φαρμακευτικές μέθοδοι για μετεγχειρητική αναλγησία όπως είναι η φυσικοθεραπεία, το TENS και ο βελονισμός (Coutaux et al., 2017).

Κλινική μελέτη

Σε πολύ πρόσφατη τυχαίοποιημένη μελέτη (των Emel Yilmaz et al., του 2018) διερευνήθηκε η επίδραση που έχει το TENS στο μετεγχειρητικό πόνο, στις αλλαγές των ζωτικών σημείων και στην ικανοποίηση των ασθενών μετά από χειρουργική επέμβαση βουβωνοκήλης. Εν τέλει, 52 ασθενείς που είχαν υποβληθεί σε χειρουργείο βουβωνοκήλης ολοκλήρωσαν τη μελέτη χωρίστηκαν σε 2 ομάδες τυχαίοποιημένα. Η μία ομάδα (ομάδα παρέμβασης) ακολούθησε θεραπεία με TENS, το οποίο παρήγαγε ρεύμα ασύμμετρης διφασικής κυματομορφής συχνότητας 100 Hz και διάρκειας παλμού 100 μs. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 5 συνεδρίες TENS (αμέσως μετά το χειρουργείο, 2 ώρες, 4 ώρες, 8 ώρες και 24 ώρες μετά) διάρκειας 30 λεπτών. Η ένταση ρυθμιζόταν με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ανεκτή από τους ασθενείς και να μη προκαλείται μυϊκή σύσπαση. Το ένα κανάλι των 2 ηλεκτροδίων τοποθετήθηκε στη μία πλευρά της χειρουργικής τομής και το άλλο κανάλι στην άλλη πλευρά της τομής. Στην άλλη ομάδα (ομάδα ελέγχου), η θεραπεία με το μηχάνημα του TENS πραγματοποιήθηκε με παρόμοιο τρόπο με την ομάδα παρέμβασης με τη μόνη αλλά κύρια διαφορά ότι δεν παραγόταν ρεύμα. Σε κάθε συνεδρία του TENS καταγράφονταν τα ζωτικά σημεία και η ένταση του πόνου των ασθενών. Όταν ξεκίνησαν οι θεραπείες με το TENS, πραγματοποιήθηκαν μετεγχειρητικές αξιολογήσεις με την VAS στην έναρξη των θεραπειών, μετά από 2 ώρες, 4 ώρες, 8 ώρες και 24 ώρες αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η ομάδα παρέμβασης είχε στατιστικά σημαντικά χαμηλότερες τιμές πόνου στη κλίμακα VAS σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου ($P<0,05$). Παράλληλα, η ικανοποίηση των ασθενών για την νοσηλευτική τους περίθαλψη ήταν υψηλότερη στην ομάδα παρέμβασης σε σχέση με την ομάδα ελέγχου ($P<0,05$). Τέλος, δεν σημειώθηκαν αλλαγές στα ζωτικά σημεία των ασθενών προ και μετά TENS.



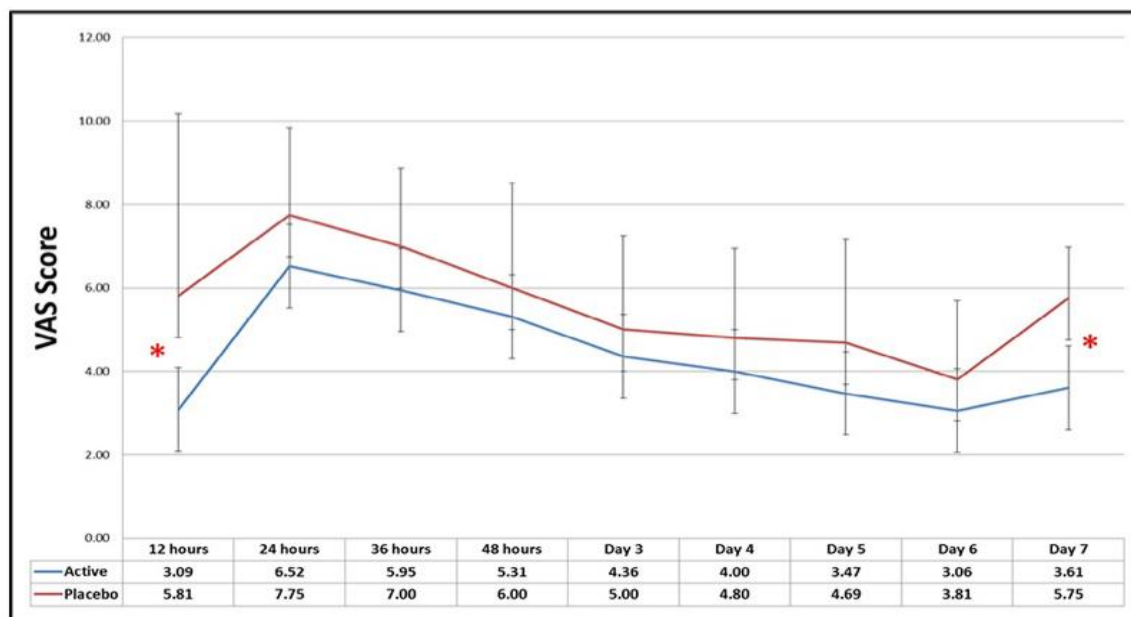
Εικόνα 12: κλίμακα VAS – μετεγχειρητική αξιολόγηση μεταξύ πειραματικής ομάδας (TENS) και ομάδας ελέγχου μετά από 2, 4, 8 και 24 ώρες αντίστοιχα (Emel Yilmaz et al., του 2018)

3.4.5 TENS σε αρθροσκόπηση ώμου

Η αρθροσκόπηση στο πέταλο των στροφένων του ώμου σε ασθενείς που υποφέρουν από σύνδρομο πετάλου στροφένων, έχει αποδειχτεί ότι παρουσιάζει σημαντικά κλινικά αποτελέσματα, όπως είναι η ανακούφιση του πόνου και η βελτίωση της ποιότητας ζωής (Siddharth A Mahure et al., του 2017). Συνεπώς, τη τελευταία δεκαετία, οι αρθροσκοπήσεις στο πέταλο των στροφένων έχουν αυξηθεί ραγδαία (Mahure et al., 2016). Ωστόσο, παρά το γεγονός ότι η διαδικασία της αρθροσκόπησης στο πέταλο των στροφένων σημειώνει εξαιρετικά βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα αποτελέσματα, συχνά συνδέεται με αυξημένο μετεγχειρητικό πόνο (Uquillas CA et al., 2016). Ο έλεγχος του μετεγχειρητικού πόνου επηρεάζει την διαδικασία της αποκατάστασης καθώς και τη διάθεση του ασθενούς. Μία παραδοσιακή μέθοδος αναλγησίας είναι τα οπιοειδή, τα οποία όμως έχουν αρκετές παρενέργειες όπως η υπνηλία, ο ειλεός και η αναπνευστική καταστολή (Levin P et al., 2015). Παράλληλα υπάρχει ανησυχία για πιθανό εθισμό στα οπιοειδή. Μία ιδιαίτερη μέθοδος μετεγχειρητικής αναλγησίας που έχει γεννήσει ενδιαφέρον είναι το TENS (Chughtai M et al., 2016).

Κλινική μελέτη

Σε διπλά τυφλή τυχαιοποιημένη κλινική μελέτη (των Siddharth A Mahure et al., του 2017) εξετάστηκε η αποτελεσματικότητα που έχει το TENS στη μετεγχειρητική ανακούφιση του πόνου μετά από αρθροσκόπηση για την αποκατάσταση του στροφικού πετάλου του ώμου. Οι ασθενείς χωρίστηκαν τυχαιοποιημένα σε 2 ομάδες. Η μία ομάδα ακολούθησε θεραπεία με ενεργό TENS ενώ η άλλη ομάδα ακολούθησε θεραπεία με TENS το οποίο δεν παρήγαγε ρεύμα (placebo). 37 ασθενείς ολοκλήρωσαν τη μελέτη, 21 στην ομάδα του ενεργού TENS και 16 στην ομάδα του placebo TENS. Το μηχάνημα του TENS λειτουργούσε με ισορροπημένη, ασύμμετρη, διφασική κυματομορφή με εναλλασσόμενους παλμούς μεταξύ των καναλιών για 45 λεπτά, 4 φορές την ημέρα για την περίοδο της 1^{ης} μετεγχειρητικής εβδομάδας. Ταυτόχρονα, χρησιμοποιήθηκε συνεχής συχνότητα 150 Hz με διάρκεια παλμού 150 μs. Η παράμετρος της έντασης ορίστηκε στο μέγιστο ανεκτό όριο για τον κάθε ασθενή. Όσον αφορά την placebo μονάδα του TENS, λειτούργησε μόνο για τα πρώτα 30 δευτερόλεπτα και τα επόμενα 15 δευτερόλεπτα οι παράμετροι σταδιακά μειώνονταν μέχρι που δεν παραγόταν καθόλου ρεύμα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, την 1^η μετεγχειρητική εβδομάδα οι ασθενείς στην ομάδα του ενεργού TENS σημείωσαν σημαντικά χαμηλότερα αποτελέσματα πόνου στη κλίμακα VAS σε σύγκριση με την ομάδα του placebo TENS ($3,6 \pm 2,1$ έναντι $5,8 \pm 1,2$, $p = 0,008$). Επιπρόσθετα, αξίζει να αναφερθεί πως η μετεγχειρητική κατανάλωση του φαρμάκου Percocet ήταν χαμηλότερη στην ομάδα του ενεργού TENS τόσο κατά τη διάρκεια των πρώτων 48 ωρών όσο και κατά τη πρώτη μετεγχειρητική εβδομάδα ($25,2 \pm 9,9$ έναντι $33,8 \pm 14,3$, $P = 0.037$).



Εικόνα 13: κλίμακα VAS – σύγκριση αποτελεσμάτων μεταξύ ομάδας TENS και ομάδας placebo TENS τη 1^η μετεγχειρητική εβδομάδα (Mahure et al., του 2017)

3.5 TENS και χρόνιος πόνος

Ο χρόνιος πόνος, είναι ο πόνος που επιμένει πέρα από το σύνηθες χρονικό διάστημα που απαιτείται για να γίνει η αποδρομή μίας οξείας ασθένειας ή για να ολοκληρωθεί η επούλωση ενός τραύματος. Το χρονικό διάστημα που διαρκεί είναι μεγαλύτερο των τριών ή των έξι μηνών από την έναρξη της ασθένειας. Ο χρόνιος πόνος διακρίνεται σε αλγαισθητικό, νευροπαθητικό και μεικτό πόνο. Η αντιμετώπιση του χρόνιου πόνου εξαρτάται από την νόσο που προκάλεσε τον πόνο. Εξαιτίας σοβαρών αρνητικών επιπτώσεων που επιφέρουν οι φαρμακευτικές αγωγές, κρίνεται επιτακτική η ανάγκη εύρεσης εναλλακτικής και μη επεμβατικής μεθόδου θεραπείας. Είναι γνωστό ότι οι συσκευές TENS χρησιμοποιούνται ως συμπληρωματική θεραπεία με σκοπό την δυνατότερη επιτυχημένη αναλγησία σε παθολογίες που εμφανίζουν χρόνιο πόνο (Nidhi Sharma et al., 2017). Στη πραγματικότητα όμως δεν υφίστανται όλα τα απαραίτητα ερευνητικά δεδομένα τα οποία θα καθιστούσαν αδιαμφισβήτητη την αποτελεσματικότητα των TENS στον έλεγχο του χρόνιου πόνου.

Κλινικές μελέτες

Με σκοπό να διαλευκανθεί η χρησιμότητα και η αποτελεσματικότητα των TENS στη αναφερόμενη παθολογία μελετήθηκε η έρευνα των Nidhi Sharma et al. που δημοσιεύθηκε το 2017. Στη μελέτη αυτή εντάχθηκαν 122 γυναίκες 18-60 ετών (μέση ηλικία τα 48 έτη) με χρόνια πόνο άγνωστης αιτιολογίας στην πνευλική περιοχή. Με γνώμονα ότι οι συμμετέχουσες χωρίστηκαν σε τέσσερις ξεχωριστές ομάδες καθίσταται αντιληπτό ότι εφαρμόστηκαν διαφορετικές θεραπευτικές προσεγγίσεις. Πιο συγκεκριμένα, στην ομάδα G1 εφαρμόστηκε συχνότητα <25 Hz, στην G2 συχνότητά= 25-75 Hz και στην G3 συχνότητα= 75-100 Hz με διφασικό παλμό τετραγωνικού κύματος. Υπήρχε και η ομάδα G0 στην οποία τα μέλη της δεν έλαβαν την πραγματική μορφή θεραπείας (placebo). Οι συνεδρίες ήταν 10 και κάθε μία από αυτές είχε διάρκεια 30 λεπτών και η έρευνα συνολικά διήρκεσε δύο εβδομάδες αφήνοντας το περιθώριο επαναξιολόγησης και συλλογής των κλινικών δεδομένων. Τέλος, η έρευνα είχε διάρκεια δύο εβδομάδων αφήνοντας το περιθώριο επαναξιολόγησης και συλλογής των κλινικών δεδομένων. Κατόπιν παρουσιάστηκαν οι παρατηρήσεις σχετικά με την αποτελεσματικότητα του που βασίζονται στα στατιστικά δεδομένα. Με βάση αυτά τα δεδομένα, οι ερευνητές της παρούσα μελέτης κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η εφαρμογή υψηλότερης συχνότητας προσδίδει καλύτερα αποτελέσματα στη μέγιστη ανακούφιση από τον πόνο ($p=0,0001$, $t=12,5$, $SED = 1,66$).

Group	TENS frequency	Mean±SD		P	t	SED
		Pretest	Posttest			
G0 (30)	Placebo	5.53±1.53	4.83±1.42	0.071	1.84	1.47
G1 (30)	Low (<25 Hz) frequency	6.77±2.21	2.07±1.05	0.0001	10.5	1.73
G2 (32)	Medium (25-75 Hz) frequency	6.66±2.34	2.38±1.10	0.0001	9.38	1.83
G3 (30)	High (75-100 Hz) frequency	7.03±2.20	1.67±0.802	0.0001	12.5	1.66

Εικόνα 14: σύγκριση αποτελεσματικότητας του TENS ανάλογα των συχνοτήτων (Nidhi Sharma et al., 2017)

Η επόμενη έρευνα διεξήχθη από τους Thomas Garaud et al. το 2018, η οποία πραγματευόταν την αποτελεσματικότητα του TENS, στην ανακούφιση του χρόνιου πόνου της οσφυϊκής μοίρας, όταν αυτό εισάγεται σε θεραπευτικό εκπαιδευτικό πρόγραμμα «TEP». Για την επίτευξη του προγράμματος αυτού συμμετείχαν 97 ασθενείς ηλικία 18 έως 15 ετών, χωρισμένοι τυχαία σε δύο διαφορετικές ομάδες. Η πρώτη ομάδα ονομάστηκε «Group TENS» και η δεύτερη «Group TENS-TEP». Αναφέρεται ότι από τους 97 ασθενείς, τελικά οι 55 ολοκλήρωσαν το τρέχον θεραπευτικό πρόγραμμα (TENS=22, TENS-TEP=33). Σχετικά με την τοποθέτηση των ηλεκτροδίων ακολουθήθηκε η ίδια τεχνική. Πιο συγκεκριμένα, εφαρμόστηκαν 2 ορθογώνια ηλεκτρόδια στην πάσχουσα περιοχή και ακόμα 2 στην περιοχή από όπου διέρχεται το προσβεβλημένο νεύρο. Στο κομμάτι της παραμετροποίησης προτιμήθηκαν υψηλές συχνότητες 80-100 Hz, με διάρκεια παλμού 100 έως 400 μs και με την υψηλότερη δυνατή και συνάμα ανεκτή ένταση. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο συνδυασμός TEP-TENS θα μπορούσε σε διάστημα 6 μηνών να βελτιώσει σημαντικά τη καθημερινή ζωή και λειτουργικότητα των ατόμων σύμφωνα με το ερωτηματολόγιο EIFEL. Από την άλλη, όμως, δεν αναφέρθηκαν αξιόλογες αλλαγές για τον αναφερόμενο πόνο στην οσφυϊκή μοίρα ή τα πόδια, για το πόνο κίνησης αλλά και στη βαθμολογία DN4 μεταξύ των ομάδων. Επίσης, δεν αναφέρθηκε καμία μείωση και κατ' επέκταση διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά την κατανάλωση αναλγητικών.

Τέλος, αναλύθηκε το άρθρο των Licia Santos Santana et al. στο οποίο οι ερευνητές πραγματεύονται τη πιθανότητα επιτυχημένης θεραπείας μετά από την εφαρμογή των TENS με σκοπό την ελαχιστοποίηση του πόνου κατά την διάρκεια του τοκετού προσφέροντας ταυτόχρονα πλήρη ασφάλεια στην έγκυο αλλά και στο έμβρυο δεδομένου ότι ο πόνος κατά τη περίοδο της εγκυμοσύνης αποτελεί το πιο συχνό και εξουθενωτικό σύμπτωμα για τον γυναικείο οργανισμό. Στο πρόγραμμα αυτό συμμετείχαν 46 γυναίκες με χρόνο κύησης μεγαλύτερο από 37 εβδομάδες και με διαστολή τραχήλου μεγαλύτερη από 4 cm. Για την συγκεκριμένη τυχαίοποιημένη δοκιμή οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο διαφορετικές ομάδες σύμφωνα με την τύπο επέμβασης που εφαρμόστηκε. Στην πειραματική ομάδα ακολουθήθηκε το πρόγραμμα θεραπείας με ενεργό TENS, ενώ στην ομάδα ελέγχου η συσκευή TENS

ήταν απενεργοποιημένη εν αγνοία των συμμετεχόντων. Σύμφωνα με τις πληροφορίες του άρθρου τοποθετήθηκαν 2 ηλεκτρόδια παρασπονδύλια στα επίπεδα Θ10 έως Ο1 και Ι2 έως Ι4. Το πρόγραμμα στο οποίο υποβλήθηκε η πειραματική ομάδα περιλάμβανε συχνότητα 100 Hz, διάρκεια παλμού 100 μs και τη μέγιστη ανεκτή ένταση ατομικά για 30 λεπτά. Στη συνέχεια, το 69% της πειραματικής ομάδας και το 70% της ομάδας ελέγχου ταξινόμησαν τον πόνο σε βαθμό 7 πριν από την επέμβαση. Μετά την παρέμβαση, στην πειραματική ομάδα το 34% ανέφερε πόνο 7 mm σε αντίθεση με το 83% της ομάδας ελέγχου. Αυτό συνεπάγεται με ότι για κάθε δύο γυναίκες που έλαβαν TENS, μία θα αναφέρει πόνο μικρότερο από 7 που διαφορετικά θα ξεπέρναγε το 7. Επιπλέον, το διάγραμμα σώματος έδειξε ότι πριν από την παρέμβαση το 78% των συμμετεχόντων στην «Experimental Group» και το 70% στην άλλη ομάδα παρουσίαζαν πόνο στην οσφυϊκή περιοχή. Όμως, μετά την περίοδο παρέμβασης το 43% της πρώτης ομάδας και το 65% της δεύτερης ομάδας ανέφεραν οσφυϊκό πόνο, γεγονός που αποτελεί μικρής σημασίας δεδομένο.

Outcome	Groups				Difference within groups		Difference between groups
	0 min		30 min		30 min minus 0 min		30 min minus 0 min
	Exp (n=23)	Con (n=23)	Exp (n=23)	Con (n=23)	Exp	Con	Exp minus Con
Pain (mm)	68 (15)	69 (17)	57 (24)	73 (15)	-11 (18)	4 (16)	-15 (-27 to -2)

Εικόνα 15: σύγκριση τιμών πόνου μεταξύ των 2 ομάδων πριν και μετά την εφαρμογή TENS και placebo TENS μέσω της κλίμακας VAS-Visual Analogue Scale (Licia Santos Santana et al., 2016)

3.6 TENS και ινομυαλγία

Η ινομυαλγία αποτελεί σύνδρομο άγνωστης αιτιοπαθογένειας κατά το οποίο ο ασθενής εκφράζει το αίσθημα διάχυτου και χρόνιου πόνου που σχετίζεται με διαταραχές του ύπνου, κόπωση, γνωστικές διαταραχές αλλά και ψυχική δυσφορία. Αξίζει να σημειωθεί, ότι δεν ταξινομείται πλέον στις μυοσκελετικές παθήσεις και ότι κατά κανόνα προσβάλλει σε σημαντικά μεγάλο ποσοστό τον γυναικείο πληθυσμό επηρεάζοντας περίπου το 2% ενώ ο επιπολασμός υπερβαίνει το 15% σε επιλεγμένα κλινικά δείγματα.

Η παθογένεση συνδυάζεται με τη διαταραχή στην επεξεργασία του πόνου και τη μετάδοση από το κεντρικό νευρικό σύστημα, οδηγώντας σε γενική αύξηση της αντίληψης του πόνου ξεπερνώντας τα φυσιολογικά όρια με εκτεταμένη υπεραλγησία/αλλοδυνία σε μηχανικά, θερμικά, ηλεκτρικά και χημικά ερεθίσματα και ανωμαλίες του κεντρικού νευρικού συστήματος. Στατιστικά έχει παρατηρηθεί ότι αναφέρεται έντονος πόνος σε συγκεκριμένα, συμμετρικά και πολλαπλά «ζεύγη τοποθεσιών». Παράλληλα, πολλές μελέτες έχουν αποδείξει ότι τα άτομα που υποφέρουν από αυτή την νόσο έχουν κακή αιθουσαία και οπτική βαθμολογία με πιθανή σωματοαισθητηριακή εξάρτηση με κύριο αποτέλεσμα σημαντικά προβλήματα ισορροπίας. Η διάγνωση της ινομυαλγίας κρίνεται δύσκολη αν και συνεχώς αναπτύσσονται κλινικά μέσα για τη διευκόλυνση της.

Πλέον, έχει καταστεί σαφές ότι η ινομυαλγία συνδέεται με την αυξημένη κεντρική διέγερση στις οδούς του πόνου και την απώλεια της αναστολής του. Για τον λόγο αυτό, τα τελευταία χρόνια εξετάζεται συστηματικά η αποτελεσματικότητα της διαδερμικής ηλεκτρικής νευρικής διέγερσης (TENS) η οποία παρέχει ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του δέρματος για τον έλεγχο του πόνου (Dana L Dailey et al., 2020). Με γνώμονα αυτά τα δεδομένα, για το παρόν κεφάλαιο ερευνήθηκαν τρεις τυχαίοποιημένες μελέτες οι οποίες πραγματεύονται και διερευνούν το θεραπευτικό ρόλο που μπορεί να διαδραματίσει η διαδερμική ηλεκτρική νευρική διέγερση (TENS) στα άτομα που πάσχουν από αυτή την νόσο.

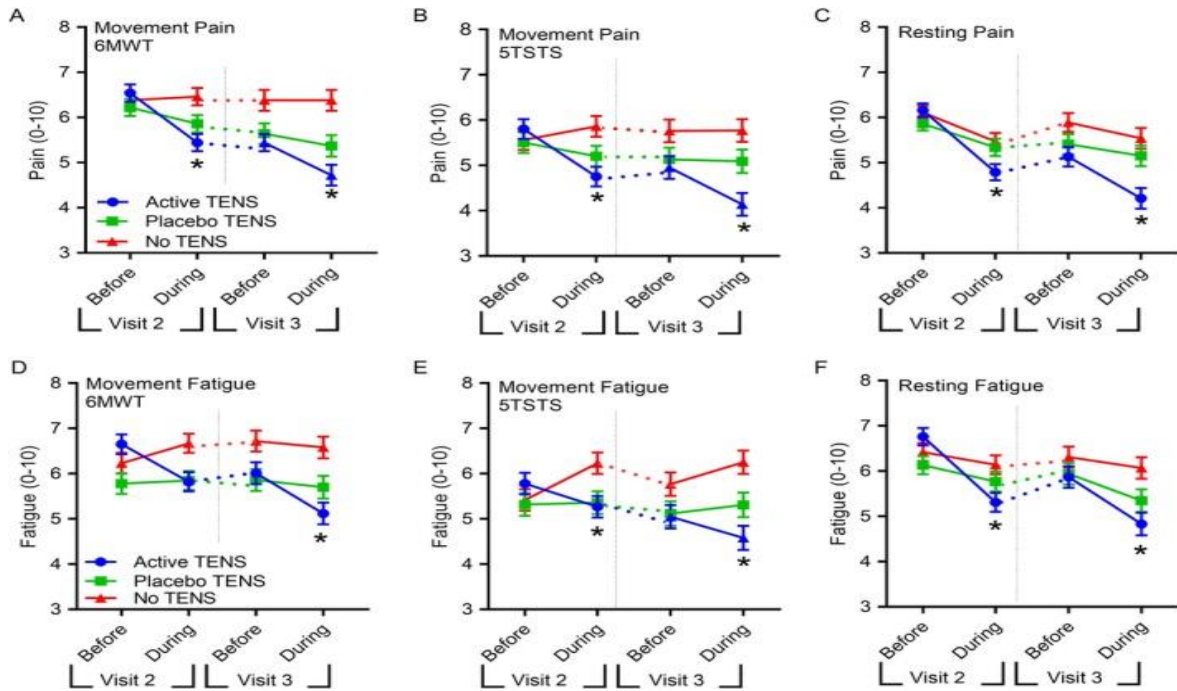
Κλινικές μελέτες

Το πρώτο άρθρο το οποίο ελέγχθηκε, βασίστηκε πάνω σε μία έρευνα των Dana L Dailey et al. με σκοπό την διερεύνηση της αποτελεσματικότητας των συσκευών TENS στην μείωση του πόνου σε ασθενείς που πάσχουν από ινομυαλγία. Η μελέτη διεξάχθηκε με συνολικό αριθμό ασθενών 43, ηλικίας 25-76 ετών, οι οποίοι κατανεμήθηκαν τυχαία σε τρεις ομάδες. Συγκεκριμένα οι ομάδες διέφεραν ως προς την μέθοδο θεραπείας και χωρίστηκαν ως εξής: «active TENS», «placebo TENS», «no TENS». Όσο αφορά τη διαδικασία, η τοποθέτηση του ηλεκτροδίου σχήματος πεταλούδας βασίστηκε στην προτίμηση του ασθενούς για μία από τις δύο θέσεις: στην αυχενική θωρακική διασταύρωση (n=19) ή στην οσφυϊκή-ιερή διασταύρωση (n=24). Οι συνεδρίες ήταν διάρκειας 30 λεπτών, μια φορά την εβδομάδα για τρεις εβδομάδες οπότε και έφτανε στο πέρας η μελέτη. Το πλαίσιο της παραμετροποίησης που εφαρμόστηκε σε όλους τους συμμετέχοντες περιλαμβάνει συχνότητα 100 Hz, διάρκεια παλμού 200 μ s και τη μέγιστη ανεκτή ένταση ανάλογα με το άτομο. Αναφορικά η μέγιστη ανεκτή ένταση που χρησιμοποιήθηκε στην “active TENS” έφτασε έως και $39,93 \pm 13,79$ mA χωρίς όμως να γίνεται επώδυνη. Από την άλλη πλευρά, στην “placebo TENS” εφαρμόστηκαν ακριβώς οι ίδιες παράμετροι αλλά μόνο για 30 δευτερόλεπτα με μέσο εύρος κορυφής έντασης $7,81 \pm 2,21$ mA, ενώ στη συνέχεια το ρεύμα διακόπηκε. Ενώ στην ομάδα “No TENS” η μονάδα TENS ήταν απενεργοποιημένη εξαρχής εν αγνοία πάντα του συμμετέχοντα. Όσον αφορά τα αποτελέσματα, αρχικά αποδείχθηκε ότι ο πόνος σε κατάσταση ηρεμίας δεν σημείωσε σημαντική διαφορά σε καμία από τις ομάδες. Επίσης, ο πόνος κατά τη διάρκεια κίνησης (έλεγχος 6MWT) ήταν σημαντικά μικρότερος στους ασθενείς της «active TENS» ομάδας ($p < 0,05$) καθώς στην ίδια ομάδα αυξήθηκαν και τα όρια πόνου εξίσου σημαντικά ($p < 0,05$). Παράλληλα, οι μετρήσεις του PPT και του CPM ήταν σημαντικά μεγαλύτερες στην ομάδα με τις ενεργοποιημένες συσκευές σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ομάδες της έρευνας ($p < 0,01$). Από την άλλη όμως, δεν υπήρξαν ευδιάκριτες αλλαγές στη λειτουργία μεταξύ των ομάδων σύμφωνα με τις κλίμακες αξιολόγησης ROM, SLS, FTSTS και 6MWT ούτε παρατηρήθηκαν ιδιαίτερες αποκλίσεις στην αντίδραση και στη συμπεριφορά των συμμετεχόντων ύστερα από τις συνεδρίες.

Σε δεύτερο στάδιο μελετήθηκε μία ακόμη τυχαίοποιημένη κλινική δοκιμή των Gabriela Rocha Lauretti et al. Ο σκοπός της μελέτης ήταν να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα και η ασφάλεια της ταυτόχρονης χρήσης δύο συσκευών TENS για τον πόνο που προέρχεται από την ινομυαλγία. Έτσι, χωρίστηκαν ισομερώς και τυχαία 39 ασθενείς με χρόνιο πόνο σε τρεις διαφορετικές ομάδες. Οι ομάδες διέφεραν ως προς τον αριθμό των ενεργοποιημένων συσκευών. Επεξηγηματικά, στην πρώτη ομάδα, την «Placebo Group» (PG), εφαρμόστηκαν 2 ανενεργές TENS συσκευές οι οποίες εικονικά δεν διέφεραν καθόλου με τις ενεργοποιημένες. Στην δεύτερη ομάδα «Single group»(SG) τοποθετήθηκε μία ενεργή συσκευή στην πιο επώδυνη περιοχή (οσφυϊκά στη περιοχή του τραχήλου της μήτρας) παράγοντας μικτή διέγερση- εναλλασσόμενο ρεύμα (2 και 100 Hz) και μια ανενεργή συσκευή στην λιγότερο οδυνηρή περιοχή. Αντίθετα, στην «Douple Group»(DG) και οι δύο συσκευές ήταν ενεργές. Αναφέρεται ότι οι συσκευές δεν τοποθετήθηκαν τυχαία. Συγκεκριμένα και οι δύο συσκευές βρίσκονταν κάθετα ως προς την ευθεία των σπονδύλων η πρώτη συσκευή κατελάμβανε χώρο στην περιοχή των 5 οσφυϊκών σπονδύλων ενώ η δεύτερη μεταξύ του A7 αυχενικού και Θ1 θωρακικού σπόνδυλου. Το πρόγραμμα ακολουθήθηκε για 7 συνεχόμενες μέρες με θεραπείες των 20 λεπτών οι οποίες επαναλαμβάνονταν ανά 12 ώρες. Οι τιμές των ενεργών TENS ήταν συγκεκριμένες και συμπεριλάμβαναν συχνότητα: 2 Hz (1-4 Hz) και 100Hz (50-120 Hz), ένταση: 60mA και πλάτος παλμού: 200 μs. Σύμφωνα με την κλίμακα VAS τα αποτελέσματα από την ομάδα PG αποκαλύπτουν την ανακούφιση από τον πόνο με βαθμολογία 8 cm ($p<0,05$), σε αντίθεση με τις υπόλοιπες ομάδες οι οποίες δεν εμφάνισαν κάποια σημαντική βελτίωση σε αυτό το επίπεδο. Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι στο πλαίσιο καταμέτρησης της κόπωσης η ομάδα DTG παρουσίασε τη σημαντικότερη βελτίωση ($p<0,05$) καθώς και στον ύπνο ($p<0,05$). Οι ομάδες STG και DTG εμφάνισαν μείωση των αναλγητικών χαπιών.

Τέλος, σύμφωνα με τους Dana L. Dailey et al. φαίνεται ότι οι συσκευές TENS θα μπορούσαν να επωφελήσουν τους ασθενείς κατά τη διάρκεια της άσκησης επηρεάζοντας θετικά στην αποκατάστασή τους. Για τον σκοπό αυτό, συμμετείχαν 301 ασθενείς με ινομυαλγία τα οποία χωρίστηκαν ισομερώς και τυχαία σε τρεις ομάδες, τις «Active TENS» ($n=103$), «Placebo TENS» ($n=99$) και «No TENS»

($n=99$). Τα μέλη αυτών των ομάδων χρησιμοποιούσαν την συσκευή στο σπίτι κατά τη διάρκεια δραστηριότητας δύο ωρών την ημέρα για 4 εβδομάδες. Η μεθοδολογία σχετικά με την εφαρμογή των συσκευών TENS διέφερε μεταξύ των ομάδων. Αρχικά τοποθετήθηκαν στην περιοχή του τραχηλωθικού κόμβου και στο κάτω μέρος της πλάτης. Αυτό που ξεχωρίζει τις ομάδες «Active TEAMS» και «Placebo Teams» είναι ότι στην πρώτη ομάδα τα μέλη γίνονται δέκτες του απαιτούμενου θεραπευτικού προγράμματος με την προβλεπόμενη παραμετροποίηση η οποία περιλαμβάνει ασύμμετρη διφασική κυματομορφή με συχνότητα διαμόρφωσης 2–125 Hz, διάρκεια παλμού 200 μ sec και η υψηλότερη ανεκτή ένταση διέγερσης, ενώ στην δεύτερη παραχωρήθηκε ρεύμα μόνο τα 45 δευτερόλεπτα στην αρχή αλλά και για 15 δευτερόλεπτα πριν το τέλος. Επίσης, τους δόθηκαν οι απαραίτητες οδηγίες σχετικά με την εφαρμογή των ηλεκτροδίων ενώ τους ζητήθηκε επίσης να ακολουθήσουν το πρόγραμμα ημερησίως για τουλάχιστον 2 ώρες ημερησίως κατά την διάρκεια της σωματικής δραστηριότητας-άσκησης. Κάθε θεραπεία είχε διάρκεια 30 λεπτών. Κατά την καταγραφή των δεδομένων παρατηρήθηκαν σημαντικές βελτιώσεις στην ομάδα «Active TENS» όσο αφορά την μείωση πόνου κίνησης, τη μείωση της αναφερόμενης κόπωσης αλλά και στις κλίμακες αξιολόγησης NRS, BPI και FIQ ($p < 0,05$). Αντίθετα όμως δεν αναφέρθηκαν ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ των ομάδων σχετικά με το φόβο κίνησης (TSK), την καταστροφή του πόνου (PCS), την αυτο-αποτελεσματικότητα (PSEQ), το άγχος (PROMIS) ή την ποιότητα ζωής (SF-36), πέρα από μια μικρή μείωση της κατάθλιψης (PROEQ). Τέλος, ύστερα από την σύνοψη αυτών των αποτελεσμάτων, σύμφωνα, με την GIC αποδείχθηκε ότι σημειώθηκε βελτίωση του πόνου και κατ' επέκταση της παθολογικής κατάστασης των συμμετεχόντων στο 70% στην «Active TENS», το 31% στην «Placebo TENS» ($p < 0,0001$) και 9% στην «No TENS» ($p < 0,0001$). Περιληπτικά, ο πόνος μειώθηκε κατά $\geq 30\%$, η κόπωση μειώθηκε κατά $\geq 20\%$ και η βελτίωση της λειτουργίας στην καθημερινότητα αυξήθηκε κατά $\geq 20\%$. Στον αντίποδα, τα αδύναμα στατιστικά αποτελέσματα της «Placebo TENS» και της «No TENS» ενίσχυσαν την αξία της αλλά και τη θεραπευτική βάση της μεθόδου TENS.



Εικόνα 16: Η χρήση ενεργού TENS μείωσε σημαντικά τον πόνο και την κόπωση σε γυναίκες με ινομυαλγία κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας και σε ηρεμία σε σύγκριση με το placebo TENS και το no TENS. Τα γραφήματα δείχνουν το μέγεθος του πόνου και της κόπωσης που προκαλείται κατά την κίνηση και την ανάπαυση πριν και κατά τη διάρκεια της θεραπείας στις επισκέψεις 2 και 3 (Dana L. Dailey et al., 2020)

3.7 TENS σε καρκινικό πόνο και TENS μετά από χημειοθεραπεία

Δεν υφίσταται πλήρως αποτελεσματικές θεραπείες για την αντιμετώπιση της περιφερικής νευροπάθειας που προκαλείται από χημειοθεραπεία (CIPN) ή και ακτινοθεραπεία. Όμως το γεγονός ότι οι ασθενείς με καρκίνο εμφανίζουν ποικιλία συμπτωμάτων και διαταραχών στη σωματική και ψυχολογική λειτουργία και άλλων δυσκολιών που πιθανότατα έχουν την ικανότητα να υπονομεύσουν την ποιότητα ζωής τους καθιστούν κατανοητή την επιτακτικότητα της ανάγκης εξέλιξης των αναλγητικών μεθόδων. Αναμφίβολα, αν δεν ελεγχθεί επαρκώς αυτή η συνθήκη, ο πόνος μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στον ασθενή και στην οικογένειά του. Προς το παρόν, η προσέγγιση για τη διαχείριση του πόνου στους επιζώντες του καρκίνου είναι παρόμοια με εκείνη για τον χρόνιο πόνο που σχετίζεται με τον

καρκίνο, συνεπώς η φαρμακοθεραπεία προς το παρών αποτελεί την βασική μέθοδο θεραπείας.

Κλινικές μελέτες

Με σκοπό τη διερεύνηση του θέματος μελετήθηκε το άρθρο των Waldemar Siemens et al. το οποίο δημοσιεύθηκε το 2020 πραγματεύοντας τη δυνατότητα ένταξης των TENS στην αναλγητική αγωγή για τον πόνο που προκαλείται από τον καρκίνο. Για την τέλεση της έλαβαν μέρος 20 ασθενείς οι οποίοι τυχαία εντάχθηκαν σε δύο διαφορετικές ομάδες, δηλαδή την ομάδα «TENS» (n=11) της οποίας το πρόγραμμα συμπεριλάμβανε την εφαρμογή TENS με υψηλή συχνότητα και την ομάδα «Placebo» (n=9) στην οποία εφαρμόστηκε μια πλασματική θεραπεία εν αγνοία των συμμετεχόντων. Όλοι οι επιλαχόντες ανέφεραν πόνο ≥ 3 στην αριθμητική κλίμακα βαθμολογίας των 11 σημείων NRS. Για την εφαρμογή της ηλεκτροθεραπείας χρησιμοποιήθηκε συσκευή TENS διπλού καναλιού. Η συχνότητα του επιλέχθηκε ορίστηκε στα 100 Hz, υψηλότερη δυνατή ανεκτή ένταση ενώ κάθε 0,5 sec μειωνόταν κατά 40% ώστε να αποφευχθεί η εξοικείωση του οργανισμού. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, αρχικά παρατηρήθηκε πως η κατανάλωση οπιοειδών δεν μειώθηκε σε καμία ομάδα περισσότερο από 50%. Παράλληλα, συνολικά 17 ασθενείς αναφέρουν μείωση της αίσθησης του πόνου σύμφωνα με το NRS ($p=0,0428$), πράγμα που σημαίνει πως η placebo εφαρμογή είχε επίδραση σε ορισμένους ασθενείς. Επίσης δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές στις αξιολογήσεις ECOG και DN4 μεταξύ των ομάδων.

Επίσης, οι μελετητές Jennifer E. Lee et al. το 2019 προσπάθησαν να αναδείξουν την αναλγητική αποτελεσματικότητα των TENS στη μείωση του πόνου ασθενών με όγκο στον εγκέφαλο και στη περιοχή του λαιμού. Έτσι, οι ερευνητές ξεκίνησαν μια τυχαίοποιημένη μελέτη κατά την οποία οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε 3 θεραπείες κατά την διάρκεια της έκθεσης τους στην ακτινοβολία. Για την ασφαλή τέλεση του προγράμματος χωρίστηκαν τυχαία και ισομερώς σε τρεις διαφορετικές ομάδες: «TENS», «Placebo TENS» και «No TENS». Κάθε εβδομάδα λάβανε μέρος 1 συνεδρία, συνεπώς το πρόγραμμα διήρκησε 3 εβδομάδες στο διάστημα το οποίο συνέβησαν 3-4 θεραπείες με ακτινοβολία. Η ομάδα «TENS» περιλάμβανε

συγκεκριμένη παραμετροποίηση με προσαρμοσμένη ένταση ξεχωριστά σε κάθε ασθενή αποτρέποντας την εμφάνιση μυϊκής σύσπασης. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν 4 ηλεκτρόδια τα οποία τοποθετήθηκαν για 30 λεπτά στην κροταφογναθική άρθρωση και στο άνω μέρος του λαιμού ενώ η συχνότητα οριστικοποιήθηκε στα 125 Hz και η διάρκεια παλμού στα 100 μs. Για την π्लाσματική θεραπεία της ομάδας «Placebo» χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες παράμετροι με μοναδική διαφορά το γεγονός ότι η ένταση αυξήθηκε έως ότου οι ασθενείς νιώσουν την αίσθηση ενεργοποίησης μέχρι να μειωθεί το ρεύμα σταδιακά αποτρέποντας την θεραπευτική ιδιότητα των TENS. Ενώ στην ομάδα «No TENS» το ρεύμα ήταν εξαρχής απενεργοποιημένο. Μετά την ολοκλήρωση των 3 συνεδριών ακολούθησε η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των 3 διαφορετικών ομάδων. Συγκεκριμένα, ο αναφερόμενος πόνος μειώθηκε στατιστικά περισσότερο στην ομάδα «TENS» από την ομάδα «Placebo» ($p < 0.001$) και την «No TENS» ομάδα ($p = 0.001$). Αντιθέτως δεν σημειώθηκαν διαφορές μεταξύ της ομάδας με την εικονική θεραπεία και της ομάδας χωρίς τα TENS ($p = 0.08$). Επιπρόσθετα σύμφωνα με το ερωτηματολόγιο McGill Pain φάνηκε βελτίωση στην αίσθηση του πόνου πριν και μετά την ολοκλήρωση του θεραπευτικού προγράμματος, πιο συγκεκριμένα για την ομάδα «TENS» κατά 1,4 ($p < 0,001$), στην ομάδα «Placebo» κατά 0,6 ($p = 0,01$) αλλά σχεδόν καθόλου στην «No TENS» ομάδα με μόνο 0,1 ($p = 0,18$). Πάλι φάνηκε ότι η ομάδα με τα ενεργοποιημένα ηλεκτρόδια είχε μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα από ότι με τα απενεργοποιημένα ($p = 0,01$). Επιπλέον, ο χρόνος ομιλίας καθώς και ο χρόνος κίνησης της γλώσσας παρατηρήθηκε ότι μειώθηκε στην ομάδα με την ενεργοποιημένη συσκευή κατά 1,8 sec και κατά 0.4 sec αντίστοιχα ($p = 0,01$). Ταυτόχρονα οι βαθμολογίες κόπωσης μειώθηκαν σημαντικά στην «TENS» κατά 1,2 ($p < 0.001$). Συνοπτικά, ο μέσος όρος των βαθμολογιών της αποτελεσματικότητας (OY10 scale) ήταν 3.8 για την ομάδα «TENS», 2,8 για την ομάδα «Placebo» και 1,8 για την ομάδα «No TENS». Συνεπώς, η κανονική θεραπεία TENS έδειξε σημαντικότερη αποτελεσματικότητα συγκριτικά με τις υπόλοιπες.

3.8 TENS και κακώσεις νωτιαίου μυελού – ανακούφιση του πόνου

Ο νωτιαίος μυελός προστατεύεται από σπονδύλους που τον περιβάλλουν, ωστόσο σε περίπτωση σοβαρού τραυματισμού, οι σπόνδυλοι υφίστανται κάταγμα ή εξάρθρωμα. Το κάταγμα, το εξάρθρωμα και το υπεξάρθρωμα των σπονδύλων αποτελούν τις πιο συχνές αιτίες κακώσεων νωτιαίου μυελού. Τα οστικά τεμάχια που δημιουργούνται, πιέζουν τον νωτιαίο μυελό προκαλώντας πρωτοπαθή κάκωση. Ο νωτιαίος μυελός δεν υφίσταται σχεδόν ποτέ πλήρη διατομή καθώς συχνά ένα τμήμα του διατηρείται. Η δευτεροπαθή κάκωση προκαλείται από το τοξικό περιβάλλον της αρχικής κάκωσης. Ένας άλλος παράγοντας που συμβάλλει σημαντικά στη δευτεροπαθή κάκωση και στην επέκταση της βλάβης είναι η νευροφλεγμονή (Deborah S. Nichols – Larsen, 2017).

Κάθε χρόνο στην Αμερική περίπου 12.000 άτομα υφίστανται κάκωση νωτιαίου μυελού (KNM). Οι συχνότερες αιτίες είναι τα τροχαία ατυχήματα, οι πτώσεις, οι εγκληματικές ενέργειες και τα αθλήματα. Οι αλλαγές σχετικά με τον τύπο της κάκωσης συνοδεύονται και από την αύξηση της ηλικίας. Επίσης παρατηρούνται πολύ συχνότερα στους άνδρες παρά στις γυναίκες σε ποσοστό 75-80%. Άλλα αίτια κάκωσης νωτιαίου μυελού είναι η εγκάρσια μυελίτιδα, η σπονδυλική στένωση, το σπονδυλικό απόστημα, η οστεοαρθρίτιδα και οι όγκοι (Deborah S. Nichols – Larsen, 2017).

Η διάγνωση της τραυματικής KNM πραγματοποιείται συνήθως στο τμήμα επειγόντων περιστατικών, ωστόσο η μη τραυματική κάκωση εκλαμβάνεται πολλές φορές λανθασμένα ως πάθηση μυοσκελετικού. Οι πιο αξιόπιστοι δείκτες KNM είναι οι μεταβολές στα αντανακλαστικά κάτω από το επίπεδο πόνου, το θετικό σημείο Babinski και η δυσκολία κένωσης της ουροδόχου κύστης ή του ορθού. Στα περισσότερα περιστατικά KNM προκαλούνται σημεία τόσο ανώτερου όσο και κατώτερου κινητικού νευρώνα. Η σοβαρότητα της KNM ταξινομείται σε 4 κατηγορίες κατά ASIA, από A ως D, όπου A είναι η πλήρης κάκωση και D η ατελής. Το επίπεδο της κάκωσης αναφέρεται στη μυελοτομική εντόπιση της πρωτοπαθούς κάκωσης, σύμφωνα με τα κλινικά συμπτώματα και τα ακτινολογικά ευρήματα. Ειδικότερα, το επίπεδο αυτό, είναι το περιφερικότερο μυελοτόμιο που δεν πάσχει και έχει φυσιολογική λειτουργία (Deborah S. Nichols – Larsen, 2017). Τα μέτρα ασφαλείας για την πρόληψη των KNM, αφορούν σε τομείς που είναι αυξημένες οι πιθανότητες

τραυματισμού (αθλητισμός, οδήγηση). Η θεραπεία των ΚΝΜ ξεκινά με τον περιορισμό της περαιτέρω κίνησης της σπονδυλικής στήλης και τη διατήρηση επαρκούς αρτηριακής πίεσης. Οι παρεμβάσεις ποικίλλουν από ανάπαυση στο κρεβάτι έως χειρουργική επέμβαση. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι τραυματισμοί του νωτιαίου μυελού απαιτούν μακροχρόνια φυσικοθεραπεία και εργοθεραπεία.

Στα πλαίσια της ΚΝΜ, οι ιστοί του σώματος υφίστανται βλάβη με αποτέλεσμα να δημιουργείται πόνος. Ο οξύς πόνος, αποτελεί φυσιολογικό μέρος της κάκωσης και της διαδικασίας επούλωσης και σταδιακά υποχωρεί. Παρόλα αυτά, οι αντιδράσεις του πόνου είναι πιθανό να καταστούν παθολογικές όσον αφορά την έντασή και τη μονιμότητά τους. Λόγω του άμεσου τραύματος του σωματοαισθητικού συστήματος, τροποποιείται το νευρικό σύστημα και αναπτύσσεται νευροπαθητικός πόνος. Αυτός περιγράφεται ως καυστικός, διαξιφιστικός, έντονος και συνθλιπτικός και παρουσιάζει συμπτώματα αλλωδυνίας και υπεραλγησίας. Συχνά εκδηλώνεται αρκετούς μήνες ή χρόνια μετά την κάκωση. Πάνω από το 80% των ασθενών με ΚΝΜ εμφανίζουν νευροπαθητικό πόνο περίπου ένα χρόνο μετά από την κάκωση. Οι περιοχές του σώματος που επηρεάζονται από το νευροπαθητικό πόνο μπορεί να είναι αρκετά απομακρυσμένες και να εντοπίζονται πάνω, κάτω ή και στο επίπεδο της κάκωσης (Deborah S. Nichols – Larsen, 2017).

Η θεραπεία του νευροπαθητικού πόνου μετά από ΚΝΜ είναι σε μεγάλο βαθμό αναποτελεσματική. Εντούτοις, η άσκηση φαίνεται αποτελεσματική όσον αφορά την επαναφορά της φυσιολογικής αισθητικότητας σε πειραματική κάκωση νωτιαίου μυελού. Ταυτόχρονα, το TENS χρησιμοποιείται από ολοένα και περισσότερους φυσικοθεραπευτές για την ανακούφιση του πόνου μετά από ΚΝΜ και είναι πολλά υποσχόμενο.

Κλινικές μελέτες

Σε κλινική μελέτη (των Xia Bi et al., 2015) διερευνήθηκαν τα αποτελέσματα του TENS χαμηλής συχνότητας στην ανακούφιση του πόνου μετά από κάκωση νωτιαίου μυελού. Στη μελέτη συμμετείχαν 52 άτομα τα οποία χωρίστηκαν τυχαίοποιημένα σε 2 ομάδες των 26. Η μία ομάδα έλαβε θεραπεία με αληθινή συσκευή TENS (ομάδα TENS) ενώ η άλλη ομάδα με TENS placebo (ομάδα ελέγχου). Αναλυτικότερα, 2

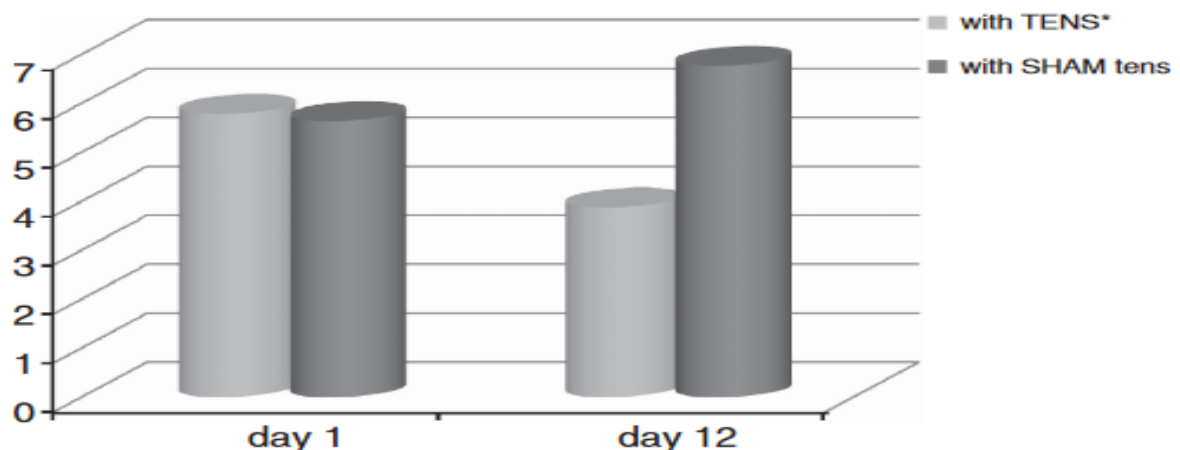
ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν στην περιοχή του πόνου. Οι ασθενείς στους οποίους εφαρμόστηκε η αληθινή συσκευή TENS υποβλήθηκαν σε θεραπεία για 20 λεπτά τρεις φορές την εβδομάδα για 12 εβδομάδες. Οι παράμετροι θεραπείας του TENS ήταν οι εξής: συχνότητα 2 Hz, διάρκεια παλμού μικρότερη από 200 ms και ένταση 50 mA. Η ομάδα ελέγχου έλαβε θεραπεία με πλαστική συσκευή TENS, χωρίς διέγερση για 20 λεπτά τρεις φορές την εβδομάδα για 12 εβδομάδες. Η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του TENS, προέκυψε από κλίμακες που συμπληρώθηκαν πριν και μετά τη κλινική μελέτη. Με βάση λοιπόν τα αποτελέσματα, η ομάδα TENS παρουσίασε στατιστικά σημαντικότερη βελτίωση σε όλες τις κλίμακες μετά τις 12 εβδομάδες της κλινικής μελέτης σε σχέση με την ομάδα ελέγχου ($p < 0.05$).

Variable	TENS group (n=24)		Control group (n=24)	
	Pre	Post	Pre	Post
VAS score	5.17 ± 2.34	2.14 ± 0.91	5.56 ± 2.07	3.87 ± 1.45
PPI-T	38.82 ± 7.24	20.28 ± 5.77	36.51 ± 6.69	28.34 ± 5.94
PRI-S	23.27 ± 6.61	7.05 ± 2.34	22.78 ± 5.38	12.14 ± 4.69
PRI-A	7.98 ± 1.82	2.74 ± 1.01	7.55 ± 1.69	4.81 ± 1.39
PPI	3.67 ± 0.92	1.87 ± 0.52	3.14 ± 0.66	2.58 ± 0.73
NWC	9.21 ± 2.54	5.82 ± 1.35	8.97 ± 2.33	7.19 ± 2.11

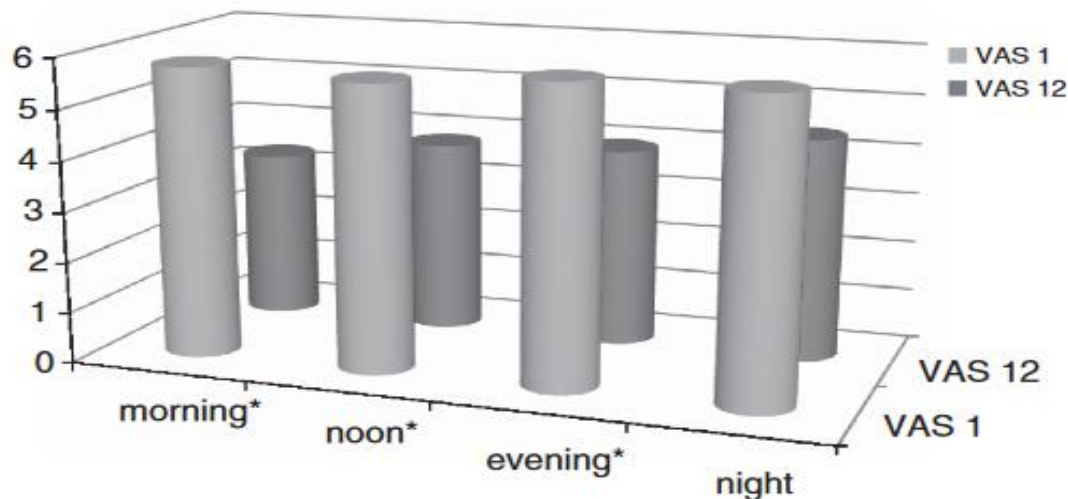
Εικόνα 17: κλίμακες αξιολόγησης VAS, PPI-T, PRO-S, PRI-A, PPI, NWC – σύγκριση αποτελεσμάτων προ και μετά θεραπείας μεταξύ των 2 ομάδων (Xia Bi et al., το 2015)

Παράλληλα, μία παρόμοια με τη παραπάνω μελέτη (των EC Celik et al., το 2013) διερεύνησε την αποτελεσματικότητα του TENS χαμηλής συχνότητας στην θεραπεία του νευροπαθητικού πόνου ατόμων που είχαν υποστεί κάκωση νωτιαίου μυελού. Αναλυτικότερα, ένα σύνολο 33 ατόμων συμμετείχαν στη μελέτη. Από τους 33 ασθενείς οι 7 ήταν τετραπληγικοί και οι υπόλοιποι 26 παραπληγικοί. Οι 23 είχαν υποστεί πλήρη κάκωση νωτιαίου μυελού και οι 10 ατελή. Οι 33 ασθενείς χωρίστηκαν με τυχαίο τρόπο σε 2 ομάδες. Στη μία ομάδα εφαρμόστηκε αληθινή συσκευή TENS (ομάδα TENS) ενώ στην άλλη ομάδα εφαρμόστηκε ψεύτικη συσκευή χωρίς διέγερση (ομάδα ελέγχου). Η θεραπεία διήρκησε συνολικά 10 ημέρες και πραγματοποιούνταν καθημερινά για 30 λεπτά κάθε φορά. Όσον αφορά το TENS, 2 ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν στο εγγύτερο σημείο και 2 στο πιο απομακρυσμένο

σημείο όπου και εντοπιζόταν ο νευροπαθητικός πόνος. Χρησιμοποιήθηκαν 2 κανάλια με 4 ηλεκτρόδια και η παραμετροποίηση ήταν η εξής: συχνότητα 4 Hz, διάρκεια παλμού 200 ms και ένταση 50 mA. Η αξιολόγηση του πόνου έγινε μέσω της κλίμακας VAS και οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν την 1^η και τη 12^η μέρα της κλινικής μελέτης (το πρωί, το μεσημέρι, το απόγευμα και το βράδυ). Την 1^η μέρα, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά νευροπαθητικού πόνου μεταξύ των 2 ομάδων στη κλίμακα VAS ($P=0.387$). Την 12^η όμως μέρα (αφού είχαν προηγηθεί 10 ημέρες θεραπείας), παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($P<0,032$) μεταξύ των 2 ομάδων, καθώς ο νευροπαθητικός πόνος, σύμφωνα με τη κλίμακα VAS, μειώθηκε κατά πολύ στην ομάδα TENS σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Αξίζει να αναφερθεί πως στατιστικά σημαντικές μειώσεις στην ομάδα TENS μεταξύ 1^{ης} και 12^{ης} μέρας στη κλίμακα VAS παρατηρήθηκαν τις πρωινές ($P=0,001$) και τις μεσημεριανές ώρες ($P=0,015$) και όχι τις βραδινές ($P=0,078$).



Εικόνα 18: κλίμακα VAS – σύγκριση αποτελεσμάτων των 2 ομάδων μεταξύ 1^{ης} και 12^{ης} μέρας από τη θεραπεία (EC Celik et al., το 2013)



Εικόνα 19: κλίμακα VAS – σύγκριση αποτελεσμάτων μεταξύ 1^{ης} και 12^{ης} ημέρας μόνο για την ομάδα του TENS (EC Celik et al., το 2013)

Επίσης, αξίζει να αναφερθεί μία πειραματική μελέτη (των Amir Zeb et al., 2018), η οποία αξιολόγησε την αποτελεσματικότητα του TENS υψηλής συχνότητας στη διαχείριση του νευροπαθητικού πόνου ασθενών με ατελή κάκωση νωτιαίου μυελού. Πιο συγκεκριμένα, συμμετείχαν 60 ασθενείς με διάγνωση ατελούς κακώσεως νωτιαίου μυελού και νευροπαθητικού πόνου. Όσον αφορά τις παραμέτρους, το TENS που εφαρμόστηκε στους ασθενείς, είχε συχνότητα 80 Hz και η θεραπεία είχε διάρκεια 45 λεπτών. Πραγματοποιούνταν 2 συνεδρίες την ημέρα για 4 συνεχόμενες μέρες της εβδομάδας και συνολικά η θεραπεία διήρκησε 8 εβδομάδες. Παραθέτοντας τα αποτελέσματα, η μέση ένταση πόνου στη VAS, μετά από την 1^η μέρα θεραπευτικής παρέμβασης, μειώθηκε από 6,45 στο 4,77 ενώ την 4^η μέρα μειώθηκε στο 3.48. Ύστερα από 8 εβδομάδες θεραπείας η μέση ένταση πόνου στη VAS είχε πέσει στο 2,80. Το συμπέρασμα είναι πως κατά τη διάρκεια των διαδοχικών συνεδριών της εφαρμογής TENS, η ένταση του πόνου μειωνόταν γραμμικά και υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0.05$) στη κλίμακα VAS, μεταξύ της μέτρησης που έγινε πριν τη θεραπεία και των μετρήσεων που έγιναν μετά τη θεραπεία.

<i>Pain at pre & post treatment</i>		<i>Mean ± SD</i>	<i>P-Value</i>
Week 1, Day-1,	D1Pre	6.45 ± 1.09	<0.001
	D1Post	4.77±1.52	
Week 1, Day-2	D2Pre	5.96±1.20	< 0.001
	D2Post	4.06±1.57	
Week 1, Day-3	D3Pre	5.63±1.39	< 0.001
	D3post	3.88±1.99	
Week 1, Day-4	D4pre	5.37±2.00	< 0.001
	D4post	3.48±1.91	
Week 8, Day-1,	D1Pre	4.21± 1.78	<0.001
	D1Post	2.99 ± 1.33	
Week 8, Day-2	D2Pre	3.92±1.69	< 0.001
	D2Post	2.92 ±1.27	
Week 8, Day-3	D3Pre	3.41±1.52	< 0.001
	D3post	2.91 ± 1.52	
Week 8, Day-4	D4pre	3.10±1.42	< 0.001
	D4post	2.80 ± 1.74	

Εικόνα 20: σύγκριση μέσων τιμών πόνου προ και μετά θεραπείας τις πρώτες μέρες της 1^{ης} και της 8^{ης} εβδομάδας (Amir Zeb et al., το 2018)

3.9 TENS και οστεοαρθρίτιδα

Η οστεοαρθρίτιδα θεωρείται ως η πιο κοινή μορφή αρθρίτιδας, η οποία προσβάλλει ανεξαιρέτως και τα δύο φύλα με προτίμηση το γυναικείο. Συχνότερα, άτομα άνω των 60 ετών αναφέρουν και παρουσιάζουν συμπτώματα οστεοαρθρίτιδας που αποτελεί απόρροια των εκφυλιστικών διεργασιών του αρθρικού χόνδρου του γόνατος. Έτσι λοιπόν υποστηρίζεται ότι την κρίσιμη περίοδο της νόσου, όπου εμφανίζονται και τα πρώτα σημάδια εκφυλισμού και απωλειών των επιμέρους ανατομικών στοιχείων του γόνατος, κρίνεται απαραίτητη η έναρξη θεραπειών που θα εμποδίσουν την εξέλιξή της αλλά και τα συμπτώματα της αναφερόμενης πάθησης που εμποδίζουν σημαντικά την λειτουργικότητα αλλά και την ψυχολογία των ασθενών (Madry H et al., 2016)

Κλινικές μελέτες

Στο πλαίσιο της διερεύνησης αυτού του κεφαλαίου μελετήθηκε το άρθρο των Ijji Polat C.S. et al. το οποίο δημοσιεύθηκε το 2017. Οι ερευνητές πραγματεύτηκαν την πιθανή αποτελεσματικότητα της μεθόδου TENS στην αντιμετώπιση του νευροπαθητικού πόνου οργανώνοντας μια τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή, στην

οποία συμμετείχαν 59 γυναίκες ασθενείς (> 45 ετών). Με κριτήριο την ύπαρξη ή την απουσία του νευροπαθητικού πόνου αποφασίστηκε τα μέλη να χωριστούν στις αντίστοιχες ομάδες. Όλοι οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε θεραπεία με TENS τοποθετώντας τα τέσσερα ηλεκτρόδια στην πρόσθια και εσωτερική πλευρά του γόνατος. Το θεραπευτικό πρόγραμμα ολοκληρώθηκε στις 15 συνεδρίες καθώς η θεραπεία επαναλαμβάνονταν κάθε 5 μέρες την εβδομάδα (20 λεπτά η συνεδρία) σε διάστημα 3 εβδομάδων. Επιπροσθέτως, οι ερευνητές παρείχαν τις κατάλληλες οδηγίες σχετικά με το πρόγραμμα άσκησης που έπρεπε να ακολουθήσουν στο σπίτι. Το ασκησιολόγιο εμπειρίχε 10 επαναλήψεις ισομετρικών ασκήσεων τετρακέφαλου ανά σετ, 2 φορές την εβδομάδα τη περίοδο που λάμβαναν μέρος στην κλινική δοκιμή. Κατά την στατιστική ανάλυση των κλινικών δεδομένων οι βαθμολογίες VAS και WOMAC ήταν σημαντικά χαμηλότερες μετά τη θεραπεία σε ασθενείς με νευροπαθητικό πόνο. Αλλά μεταξύ των ομάδων δεν αναφέρθηκαν ιδιαίτερες διαφορές σε καμία βαθμολόγηση ($p>0,05$), πέρα από τον βασικό αναφερόμενο πόνο κίνησης και ηρεμίας ($p<0,05$).

Οι Palmer S. et al. το 2014 πραγματοποίησαν μια τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή διερευνώντας τη δυνατότητα ένταξης των TENS ως συμπληρωματική θεραπεία σε πρόγραμμα αποκατάστασης ασθενών που πάσχουν από οστεοαρθρίτιδα γόνατος. Η αναφερόμενη έρευνα επιστράτευσε 224 συμμετέχοντες οι οποίοι χωρίστηκαν τυχαία σε τρεις διαφορετικές ομάδες ανάλογα με τη θεραπευτική μέθοδο που ακολουθήθηκε. Επεξηγηματικά, στην ομάδα «Active TENS and knee group» ($n=73$) εφαρμοστήκαν ενεργά ηλεκτρόδια TENS, στην ομάδα «Sham TENS and knee group» ($n=74$) τοποθετήθηκαν εν αγνοία των συμμετεχόντων ανενεργά TENS και στην ομάδα «knee group» ($n=77$) στην οποία τα μέλη ακολούθησαν μόνο το πρόγραμμα άσκησης με ισομετρικές ενεργοποιήσεις τετρακέφαλου. Αναφέρεται ότι πραγματοποιήθηκαν 5 εικοσάλεπτες συνεδρίες ανά εβδομάδα σε διάστημα έξι εβδομάδων. Τα μέλη της ομάδας «Active TENS» υποβλήθηκαν σε θεραπεία με συχνότητα 110 Hz και διάρκεια παλμού 50 μ s ύστερα από την τοποθέτηση 4 ηλεκτροδίων στη περιοχή του γόνατος. Ταυτόχρονα, κάθε ομάδα εκτέλεσε συγκεκριμένες ισομετρικές ασκήσεις όπως καθίσματα, ανεβάσματα σε σκαλάκι, ισορροπιστικές μονοποδικές στηρίξεις και περπάτημα στις μύτες και στις φτέρνες. Συλλέγοντας, λοιπόν, όλα τα κλινικά δεδομένα και αποτελέσματα οι Palmer S. et al.,

παρατήρησαν ότι δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων. Αναλυτικότερα, υπήρχε μία σαφής τάση βελτίωσης με τη πάροδο των εβδομάδων σε όλες τις ομάδες, που ήταν στατιστικά σημαντική ($p < 0,001$). Από την άλλη όμως, δεν σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων ($p > 0,05$). Επιπρόσθετα, όσον αφορά τη κλίμακα WOMAC, το «knee group», δηλαδή η ομάδα που ακολούθησε ως θεραπεία μόνο την άσκηση, σημείωσε το μεγαλύτερο ποσοστό βελτίωσης.

Outcome/trial arm	Baseline	Week 3	Week 6	Week 12	Week 24	Effects, P		
						Time	Trial arm	Time × trial arm
WOMAC function (max 68)						< 0.001†	0.413	0.528
Active TENS and knee group (n = 73)	29.3 ± 14.0	26.2 ± 13.8	26.4 ± 15.0	25.3 ± 14.1	25.8 ± 13.8			
Sham TENS and knee group (n = 74)	28.8 ± 13.0	26.9 ± 14.0	25.1 ± 13.9	25.7 ± 14.1	25.3 ± 15.0			
Knee group (n = 77)	27.5 ± 13.5	24.4 ± 11.6	22.2 ± 12.1	24.3 ± 11.9	22.6 ± 13.4			
WOMAC total (max 96)						< 0.001†	0.363	0.541
Active TENS and knee group (n = 73)	41.7 ± 19.2	37.4 ± 18.8	37.3 ± 20.4	36.2 ± 19.4	36.7 ± 19.5			
Sham TENS and knee group (n = 74)	41.0 ± 17.6	38.7 ± 18.4	35.7 ± 18.9	36.4 ± 19.5	35.7 ± 20.6			
Knee group (n = 77)	39.0 ± 18.1	34.9 ± 15.9	31.7 ± 16.7	34.4 ± 16.6	31.8 ± 18.4			

Εικόνα 21: κλίμακα WOMAC – συγκριτικά αποτελέσματα μεταξύ των ομάδων σε συνάρτηση με τον χρόνο (Palmer S. et al. το 2014).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ TENS ΚΑΙ ΝΕΥΡΟΜΥΙΚΟΣ ΕΡΕΘΙΣΜΟΣ

4.1 TENS στην αποκατάσταση σπαστικότητας μετά από ΚΝΜ

Μετά την υποχώρηση της νωτιαίας καταπληξίας (χαλαρή παράλυση και κατάργηση των τενόντιων και σπλαχνικών αντανακλαστικών, με διάρκεια λίγων ημερών – εβδομάδων), αναπτύσσεται σπαστικότητα και αύξηση των τενόντιων αντανακλαστικών, στους μύες που νευρώνονται από κινητικούς νευρώνες οι οποίοι έχουν απωλέσει τον κατιόντα κινητικό τους έλεγχο. Η σπαστικότητα ορίζεται ως η αυξημένη αντίσταση σε μια κίνηση η οποία επιβάλλεται έξωθεν, αυξάνεται με την ταχύτητα της κίνησης και συνοδεύεται με αύξηση του μυϊκού τόνου, πόνο, μυϊκούς σπασμούς και δυσκολία διάτασης. Τα αντανακλαστικά κάτω από το επίπεδο της κάκωσης αυξάνονται, δηλαδή εκλύονται ευκολότερα και έχουν ζηρρότερη αντίδραση. Η ύπαρξη σπαστικότητας, αποτελεί μία κοινή επίπτωση των κακώσεων νωτιαίου μυελού, καθώς απαντάται σε ποσοστό 65 με 78 % των ασθενών που έχουν υποστεί το συγκεκριμένο τραυματισμό. Η πιο συνηθισμένη θεραπεία της σπαστικότητας είναι η μπακλοφίνη, αλλά έχει πολλές περιοριστικές παρενέργειες που επηρεάζουν την αποκατάσταση. Είναι γεγονός, ότι η φυσικοθεραπεία αποτελεί μία θεραπευτική παρέμβαση για τη μείωση της σπαστικότητας μέσω της παθητικής διάτασης, της κινησιοθεραπείας, της ιδιοδεκτικής νευρομυϊκής διευκόλυνσης, της ιπποθεραπείας, της παθητικής ποδηλασίας, της ορθοστάτησης και της ηλεκτροθεραπείας (σελ. 312 Iarsen). Σχετικά με την ηλεκτροθεραπεία, το μηχάνημα διαδερμικού ηλεκτρικού ερεθισμού TENS παρουσιάζει κάποια πλεονεκτήματα όπως το χαμηλό κόστος, η φορητότητα, η εύκολη εφαρμογή, η απλή χρήση και το γεγονός ότι δεν είναι επεμβατικό.

Σε τυχαίοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη (του Win Min Oo, το 2014), αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα της προσθήκης του TENS σε πρόγραμμα συμβατικής φυσικοθεραπείας με σκοπό την αποκατάσταση της ήπιας σπαστικότητας, μετά από κάκωση νωτιαίου μυελού. Αναλυτικότερα, 16 ασθενείς, χωρίστηκαν τυχαίοποιημένα σε 2 ομάδες των 8 ατόμων. Η πειραματική ομάδα ακολούθησε πρόγραμμα

φυσικοθεραπείας 30 λεπτών, αφού πρώτα προηγήθηκε θεραπεία με TENS για 60 λεπτά. Η ομάδα ελέγχου ακολούθησε μόνο το πρόγραμμα φυσικοθεραπείας. Το μηχάνημα του TENS ήταν φορητό με 2 κανάλια και 2 ζεύγη πανομοιότυπων αυτοκόλλητων ηλεκτροδίων. Εφαρμόστηκαν 2 ηλεκτρόδια από κάθε κανάλι σε κάθε κοινό περνιαίο νεύρο, με τέτοιο τρόπο ώστε το 1^ο ηλεκτρόδιο ανόδου τοποθετήθηκε πίσω από τη κεφαλή της περόνης και το 2^ο ηλεκτρόδιο καθόδου εφαρμόστηκε πάνω στο εν τω βάθει περνιαίο νεύρο, 2 εκατοστά κάτω από τη κεφαλή της περόνης και 2 εκατοστά πιο κοντά στο οστό της κνήμης. Η διέγερση χορηγήθηκε σε ύπτια θέση και χρησιμοποιήθηκαν συμμετρικά διφασικά ορθογώνια κύματα συχνότητας 100 Hz, διάρκειας παλμού 0,2 msec, διάρκειας φάσης 0,1 msec και έντασης 15 mA. Δεν παρατηρήθηκαν μυϊκές συσπάσεις, καθώς το φορτίο ήταν 1,5 mCoulomb, το οποίο δημιουργεί αισθητική διέγερση και όχι μυϊκή. Οι θεραπείες με το TENS διαρκούσαν 60 λεπτά και γίνονταν κάθε πρωί για 3 εβδομάδες. Το πρόγραμμα φυσικοθεραπείας, που ήταν ίδιο και στις 2 ομάδες, είχε ως στόχο να ελαχιστοποιήσει τα επιμέρους προβλήματα των ασθενών όπως η μειωμένη αντοχή, η περιορισμένη κινητικότητα των αρθρώσεων και η μειωμένη επιδεξιότητα. Το πρόγραμμα περιλάμβανε και εργοθεραπεία, με σκοπό τη διευκόλυνση των λειτουργικών δραστηριοτήτων όπως ντύσιμο, περπάτημα, μεταφορές και ώθηση αναπηρικού αμαξιδίου. Δόθηκε επίσης μεγάλη έμφαση στην εκπαίδευση των ασθενών σχετικά με την σπαστικότητα της σπονδυλικής στήλης, τους παράγοντες ενεργοποίησής της και τη σωστή στάση. Τέλος δόθηκαν διατάσεις για τον τρικέφαλο της γαστροκνημίας. Για την διερεύνηση των αποτελεσμάτων, χρησιμοποιήθηκε η βαθμολογία σπαστικότητας composite spasticity score η οποία αξιολόγησε, στην αρχή και στο τέλος της μελέτης, τη σπαστικότητα των πελματιαίων καμπτήρων. Πιο συγκεκριμένα, αναλύθηκαν τα αποτελέσματα των σπασμών του αχιλλείου, του μυϊκού τόνου και του κλώνου στη περιοχή των πελματιαίων καμπτήρων. Συνεχίζοντας στα αποτελέσματα, μετά τη πρώτη συνεδρία, η μείωση της κλινικής σπαστικότητας βρέθηκε στατιστικά σημαντική στη πειραματική ομάδα ($p=0,002$), ενώ η ομάδα ελέγχου δεν έδειξε κάποια σημαντική μείωση. Στατιστικά σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε και μεταξύ των ομάδων ($p=0,006$). Μετά από 15 συνεδρίες, η πειραματική ομάδα παρουσίασε στατιστικά σημαντική μείωση στη κλίμακα της σπαστικότητας ($p<0.001$) και ειδικότερα στο μυϊκό τόνο ($p=0.006$) και στο κλώνο

των πελματιαίων καμπτήρων ($p=0.003$). Μεταξύ των ομάδων, μετά τις 15 συνεδρίες, στατιστικά σημαντική διαφορά υπήρξε στα αποτελέσματα της σπαστικότητας ($p=0,001$) και του μυικού τόνου ($p=0,005$).

4.2 TENS και Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο

Τα αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια (ΑΕΕ) αποτελούν κυρίως απόρροια αναστολής ροής του αγγειακού συστήματος εξαιτίας κάποιας θρόμβωσης (ισχαιμικό εγκεφαλικό) ή διάλυσης κάποιου αγγείου προκαλώντας εγκεφαλική βλάβη (αιμορραγικό αγγειακό εγκεφαλικό), ανάλογη της ζημίας που προκλήθηκε. Για το λόγο αυτό, η σοβαρότητα της κατάστασης που επιφέρει ένα εγκεφαλικό επεισόδιο ποικίλει ως προς την έκταση και τη βαρύτητα των συμπτωμάτων από μικρές αναπηρίες έως ολική αναπηρία ή και θάνατο. Παρατηρητικές επιδημιολογικές μελέτες συνοψίζοντας τα κλινικά δεδομένα έχουν επιδείξει τους βασικούς παράγοντες κινδύνου που πλέον θεωρούνται υπεύθυνοι για το πλείστο των εγκεφαλικών επεισοδίων. Αναλυτικότερα, η αύξηση της αρτηριακής πίεσης, το κάπνισμα, η κολπική μαρμαρυγή, ο σακχαρώδης διαβήτης, η αύξηση της χοληστερόλης του πλάσματος, η φυσική αδράνεια και η παχυσαρκία, θεωρούνται ευρέως αποδεκτά ως αιτιώδη των ΑΕΕ. Τα εγκεφαλικά επεισόδια εκδηλώνονται συνήθως με μια σειρά συγκεκριμένων συμπτωμάτων. Αναφορικά, συνήθως σημειώνονται οι πρώτες συμπτωματολογίες όπως ξαφνική αδυναμία στο πρόσωπο άλλα και στο σώμα με το αίσθημα του μουδιάσματος, δυσκολία ομιλίας ή κατανόησης του λόγου, δυσλειτουργία όρασης και απώλεια ισορροπίας και συντονισμού. Κρίνεται επιτακτική η αναγκαιότητα έναρξης φυσικοθεραπευτικής αποκατάστασης αμέσως μετά από την εκδήλωση του εγκεφαλικού επεισοδίου και τη σταθερότητα του ασθενούς. Κάθε θεραπευτική μέθοδος διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην επανεκπαίδευση της βάδισης με τη χρήση διάφορων τεστ, την αντιμετώπιση γνωστικών ελλειμμάτων, την αύξηση του κινητικού εύρους των αρθρώσεων με τη μείωση της σπαστικότητας, την αύξηση ιδιοδεκτικότητας και την ενδυνάμωση των αδύναμων και παρετικών μυών (Deborah S. Nichols – Larsen, 2017). Παράλληλα, αυτοί οι ασθενείς απαιτείται να παρακολουθούνται ψυχικά ανά τακτικά διαστήματα.

Κλινικές μελέτες

Σε αρχικό στάδιο μελετήθηκε το άρθρο των Junhyuck Park et al. με ημερομηνία δημοσίευσης 2014. Το συγκεκριμένο άρθρο βασίστηκε σε μία τυχαιοποιημένη μελέτη με 34 συμμετέχοντες οι οποίοι κατανεμήθηκαν τυχαία σε 2 διαφορετικές ομάδες. Στην ομάδα «TENS Group» (n=17) υποβλήθηκαν σε θεραπεία με ενεργοποιημένες συσκευές TENS σε συνδυασμό με θεραπευτική άσκηση one-to-one ROM ενώ στην ομάδα «Placebo TENS» (n=17) οι συσκευές TENS ήταν απενεργοποιημένες εν αγνοία των συμμετεχόντων. Η μελέτη συμπεριλάμβανε ασθενείς οι οποίοι είχαν διαγνωστεί με ΑΕΕ πριν από 6 μήνες, είχαν την ικανότητα ανεξάρτητης βάδισης για 10 μέτρα, αλλά αντιμετώπιζαν χρόνια προβλήματα σπαστικότητας και ισορροπίας. Κάθε συνεδρία είχε χρονική διάρκεια 30 λεπτών και επαναλαμβάνονταν 5 φορές την εβδομάδα για χρονικό διάστημα 6 εβδομάδων. Η θεραπευτική άσκηση συμπεριλάμβανε άσκηση one-to-one ROM με μία λειτουργική άσκηση στο πάτωμα για 10 λεπτά και μία άσκηση βάδισης πάλι 10 λεπτά, το επίπεδο δυσκολίας προσαρμόστηκε σε κάθε ασθενή. Οι ενεργοποιημένες συσκευές χρησιμοποιήθηκαν με συγκεκριμένη τεχνική και ίδιες παραμέτρους. Αναφορικά, εφαρμόστηκαν 2 ηλεκτρόδια 5 cm² στο προσβεβλημένο κάτω άκρο και στα μέσα του τετρακέφαλου μυός. Το πρωτόκολλο πρότεινε παραμετροποίηση με συχνότητα 100 Hz, πλάτος παλμού 200 μs με μέγιστη ανεκτή ένταση. Στη συνέχεια ακολούθησε η καταγραφή και η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των ομάδων. Αρχικά η ομάδα που έλαβε το πρόγραμμα με τα ενεργοποιημένα ηλεκτρόδια έδειξε περισσότερες βελτιώσεις στη κλίμακα Ashworth και στη στατική ισορροπία με ανοιχτά αλλά και με κλειστά μάτια από την placebo εκδοχή της (p<0,05). Επιπλέον, στην ομάδα «TENS Group» η δοκιμασία ανάλυσης βάδισης εμφάνισε σημαντικές διαφορές σε σύγκριση με την άλλη ομάδα όσον αφορά την ταχύτητα, το ρυθμό, την απόσταση βήματος και το μήκος του διασκελισμού της προσβαλλόμενης πλευράς (p<0,05).

	MAS		TUG	
	TENS (n=15)	Placebo TENS (n=14)	TENS (n=15)	Placebo TENS (n=14)
Pre	2.60 (.63)	2.50 (.76)	26.16 (11.71)	25.70 (12.41)
Post	1.80 (.41)*	2.36 (.74)	21.84 (9.28)*	24.61 (11.61)*
Difference	-.80 (.56)	-.14 (.36)**	-4.32 (3.50)	-1.09 (1.83)**

Εικόνα 22: κλίμακες MAS-Modified Asworth Scale και TUG-Time Up and GO. Σύγκριση πριν και μετά την εφαρμογή TENS και placebo TENS (Junhyuck Park et al., 2014)

	TENS (n=15)	Placebo TENS (n=14)
Velocity (cm/s)		
Pre	45.81 (15.22)	46.85 (20.07)
Post	52.89 (17.43)*	49.40 (20.50)*
Difference	7.07 (4.58)	2.55 (2.76)
Cadence (steps/min)		
Pre	73.71 (14.48)	72.92 (21.75)
Post	83.79 (17.05)*	72.44 (22.21)
Difference	10.07 (7.65)	-.48 (2.84)**
Paretic step length (cm)		
Pre	17.75 (7.29)	16.19 (6.63)
Post	24.24 (6.73)*	16.26 (6.89)
Difference	6.49 (2.30)	.07 (1.54)**
Paretic stride length (cm)		
Pre	52.17 (14.57)	50.95 (14.36)
Post	61.95 (13.38)*	51.61 (14.32)
Difference	9.77 (3.96)	66 (3.05)**

Εικόνα 23: αποτελέσματα στην ανάλυση της βάρδισης (ταχύτητα, ρυθμός, διασκελισμός) πριν και μετά την εφαρμογή TENS και placebo TENS (Junhyuck Park et al., 2014)

Επιπλέον, η έρευνα των Kyoung-Sim Jung et al., αποσκοπούσε στη διερεύνηση της δυνατότητας συνδυασμού των συσκευών TENS κατά την διάρκεια εκτέλεσης της άσκησης sit-to-stand. Στη παρούσα έρευνα, έπειτα από την συλλογική αξιολόγηση των προτεινόμενων μελών σύμφωνα με τα κριτήρια αποκλεισμού, επιλέχθηκαν 41 ασθενείς οι οποίοι χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες, την ομάδα «TENS Group» (n=20) και την ομάδα «Placebo TENS» (n=21). Επιλέχθηκαν τα

μέλη στα οποία παρατηρήθηκε στο ιστορικό τους ένα επεισόδιο μονομερούς εγκεφαλικού επεισοδίου με ημιπάρεση και ικανότητα κατανόησης των προφορικών εντολών αλλά και ταυτόχρονη ανταπόκρισή τους, Πριν την έναρξη της εκπαίδευσης sit-to-stand η οποία διαρκούσε 15 λεπτά οι ασθενείς υποβλήθηκαν σε τριαντάλεπτη θεραπεία με την χρήση συσκευής TENS. Προφανώς μοναδική διαφορά μεταξύ των ομάδων θεωρείται το γεγονός ότι στην ομάδα «Placebo TENS» οι συμμετέχοντες τέθηκαν σε εικονική θεραπεία με απενεργοποιημένες συσκευές χωρίς βέβαια να έχουν επίγνωση της συνθήκης αυτής. Η συχνότητα επιλέχθηκε να είναι 100 Hz και η διάρκεια παλμού 200 μs, επηρεάζοντας σε αισθητικό επίπεδο, χωρίς όμως να υφίσταται μυϊκή σύσπαση. Τα ηλεκτρόδια και στις δύο ομάδες τοποθετήθηκαν πάνω στην πορεία του περιφερικού νεύρου στην προσβεβλημένη περιοχή. Οι συμμετέχοντες βρίσκονταν σε καθιστή θέση στο κατάλληλα ρυθμιζόμενο ύψος. Το αναφερόμενο θεραπευτικό πρόγραμμα διήρκησε 6 εβδομάδες ενώ οι συνεδρίες σχεδιάστηκε να πραγματοποιούνται 5 φορές την εβδομάδα. Μετά τις συνεδρίες, αναφέρεται ότι τα μέλη στην ομάδα «TENS Group» εμφάνισαν υψηλότερη μυϊκή δύναμη του εκτείνοντα του ισχίου αλλά και σημαντικότερη βελτίωση στη στάση του σώματος σε σύγκριση με την δεύτερη ομάδα. Αντιθέτως, δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων όσον αφορά τους εκτείνοντες του γόνατος και του αστραγάλου. Τέλος, ο βαθμός σπαστικότητας μειώθηκε περισσότερο στην ομάδα με τις ενεργοποιημένες συσκευές συγκριτικά με τη δεύτερη ομάδα.

Test	Group	Postural sway distance (cm)		Muscle strength (kg)			CSS score (Spasticity)
		eyes open	eyes closed	Hip extensor	Knee extensor	Ankle plantar flexor	
Pre	TENS group	77.4 ± 24.5	104.1 ± 35.9	11.2 ± 1.9	10.4 ± 1.9	10.1 ± 2.1	11.5 ± 1.7
	Sham group	81.4 ± 38.2	117.7 ± 50.9	12.0 ± 2.0	10.7 ± 1.8	10.6 ± 2.0	11.9 ± 1.8
Post	TENS group	56.5 ± 13.9	77.6 ± 24.7	13.9 ± 2.0	13.0 ± 2.2	14.0 ± 4.4	8.9 ± 1.7
	Sham group	72.7 ± 36.7	104.6 ± 49.5	13.1 ± 1.9	12.7 ± 2.0	13.5 ± 1.9	10.8 ± 1.8
Mean difference	TENS group	-21.0(-28.6 to -13.3)*	-26.4(-36.0 to -17.2)*	2.7(2.1-3.2)*	2.6(2.2-3.1)*	3.8(1.9-5.9)*	-2.6(-3.0 to -2.2)*
	Sham group	-8.8(-15.0 to -2.6)*	-13.1(-19.2 to -7.0)*	1.0(0.5-1.4)*	2.0(1.2-2.7)*	2.9(1.8-3.6)*	-0.7(-1.0 to -0.3)*
p-value		0.013	0.017	0.000	0.139	0.374	0.000

Εικόνα 24: κλίμακα CSS-Composite Spasticity Score (ανάλυση μυϊκής δύναμης και ισορροπίας) πριν και μετά από TENS και placebo TENS (Kyoung-Sim Jung et al., 2017)

Τέλος σε αυτό το πλαίσιο της διερεύνησης συζητήθηκε και η έρευνα των Kyoungsim Jung et al. σχετικά με τον προσδιορισμό της αποτελεσματικότητας του συνδυασμού του εκπαιδευτικού προγράμματος γνωστή ως Task-Related Training (TRT) και της χρήσης TENS πάνω στην ενεργοποίηση του προσβεβλημένου μυϊκού συστήματος του άνω άκρου. Για την επίτευξη και ολοκλήρωση αυτής της τυχαιοποιημένης μελέτης στο αρχικό στάδιο επιλέχθηκαν 46 ασθενείς διαγνωσμένοι με εγκεφαλικό επεισόδιο που είχε προκαλέσει ημιπληγία τουλάχιστον 6 μήνες πριν την έναρξη του προγράμματος. Εν συνεχεία, οι επιλαχόντες χωρίστηκαν τυχαία και ταυτόχρονα ισομερώς σε δύο διαφορετικές ομάδες. Η πρώτη ομάδα ονομάστηκε «TRT+TENS»(n=23) ενώ η δεύτερη «TRT+Placebo TENS» (n=23). Αναφέρεται ότι το πρόγραμμα συμπεριελάμβανε συνολικά 20 συνεδρίες σε διάστημα 4^{ων} εβδομάδων (3-4 συνεδρίες ανά εβδομάδα). Κάθε συνεδρία είχε τη χρονική διάρκεια των 30 λεπτών. Αξίζει να σημειωθεί ότι το εκπαιδευτικό σύστημα TRT συμπεριελάμβανε μία ποικιλία λειτουργικών ενεργειών ώστε τα μέλη να επαναεκπαιδευτούν πάνω σε λειτουργικές κινήσεις της καθημερινότητας ενός ανθρώπου. Συγκεκριμένα, εφαρμόστηκε συχνότητα 100 Hz και διάρκεια παλμού 200 μ s διαμέσου της χρήσης 2 ηλεκτροδίων τοποθετημένων στη μέση του τρικέφαλου και στην περιοχή των μυών που είναι υπεύθυνοι για την έκταση του καρπού με εμφανή σύσπασση των μυϊκών ινών. Από την άλλη, οι ασθενείς της ομάδας «TRT+ Placebo» εν αγνοία τους έλαβαν θεραπεία με απενεργοποιημένες τις συσκευές TENS, έχοντας ενημερωθεί ότι δεν θα διαισθανθούν την ηλεκτρική διέγερση κατά τη διάρκεια της συνεδρίας. Ένα από τα κυριότερα ευρήματα αυτής της μελέτης ήταν ότι με την εφαρμογή του TRT και στις δύο ομάδες παρατηρήθηκε θετική επιρροή στη βελτίωση της ενεργοποίησης και της λειτουργίας του άνω άκρου των μυών. Γενικότερα και οι 2 ομάδες σημείωσαν πολύ σημαντικές βελτιώσεις σχετικά με την μυϊκή ενεργοποίηση, τη μυϊκή ενδυνάμωση και το εύρος τροχιάς στις αντίστοιχες κλίμακες. Αντιθέτως, τονίστηκε ότι παρατηρήθηκε μεγαλύτερη μυϊκή ενεργοποίηση (στους εκτείνοντες του καρπού $p=0,045$ και στους εκτείνοντες του αγκώνα $p=0,004$). μυϊκή δύναμη (στους εκτείνοντες του καρπού $p=0,044$ και στους εκτείνοντες του αγκώνα $p=0,012$) και γενικότερα καλύτερο επίπεδο λειτουργικότητας στην ομάδα «TRT+TENS» σε σχέση με την ομάδα «TRT+PLBO».

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΕΣ ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ TENS ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

Όπως όλα τα ηλεκτροφυσικά μέσα, έτσι και το TENS δεν θεωρείται μονοθεραπεία. Κατά την αναζήτηση κλινικών μελετών σχετικά με τις εφαρμογές του TENS σε ένα πλήθος παθήσεων, προέκυψαν αρκετές έρευνες οι οποίες συνδυάζουν και συγκρίνουν το TENS με άλλα θεραπευτικές παρεμβάσεις. Πιο συγκεκριμένα, στο κεφάλαιο που ακολουθεί παρουσιάζονται και αναλύονται κλινικές μελέτες με τα εξής θέματα: 1) αερόβια άσκηση σε σύγκριση με συμβατική φυσικοθεραπεία (που περιλαμβάνει TENS) στο άνω άκρο ημιπληγικών ασθενών με CRPS 2) TENS σε συνδυασμό με τη κοβαλαμίνη, στην ανακούφιση του πόνου σε ασθενείς με μεθερπητική νευραλγία 3) TENS και συγκεκριμένα αντιικά φάρμακα στη πρόληψη της μεθερπητικής νευραλγίας 4) TENS σε σύγκριση με τη μέθοδο Scrambler στην αντιμετώπιση του CIPN 5) TENS σε σύγκριση με τη μέθοδο PRF στην αντιμετώπιση της επώδυνης διαβητικής νευροπάθειας 6) TENS σε σύγκριση με τη φαρμακευτική βδέλλα στην αντιμετώπιση του πόνου της οστεοαρθρίτιδας γόνατος 7) TENS και θεραπευτικός υπέρηχος στην αντιμετώπιση του πόνου της οστεοαρθρίτιδας γόνατος 8) TENS και θεραπευτική άσκηση «TOT» στη κινητική λειτουργία των κάτω άκρων σε ασθενείς με χρόνια εγκεφαλικό 9) TENS και οπτική ψευδαίσθηση στην ανακούφιση του νευροπαθητικού πόνου, ασθενών με κάκωση νωτιαίου μυελού 10) TENS και FES στη μείωση της σπαστικότητα των κάτω άκρων μετά από KNM.

5.1 Αερόβια άσκηση και Φυσικοθεραπεία (με TENS) στο CRPS

Πρόσφατη μελέτη (των Asli Torcuoglu et al., το 2015), πραγματοποιήθηκε με σκοπό να ερευνηθούν τα αποτελέσματα που παρουσιάζει η αερόβια άσκηση στο άνω άκρο ημιπληγικών ασθενών με CRPS και να συγκριθούν με αυτά της συμβατικής φυσικοθεραπείας. Αναλυτικότερα, 40 ασθενείς χωρίστηκαν σε 2 ομάδες των 20 ατόμων. Η πρώτη ομάδα ακολούθησε συνεδρίες συμβατικής φυσικοθεραπείας, που περιλάμβαναν αποιδηματική μάλαξη, TENS, κρύα επιθέματα και λουτρό αντίθεσης. Το TENS εφαρμόστηκε στη πιο οδυνηρή περιοχή

του άνω άκρου με συχνότητα 100 Hz για 20 λεπτά με απώτερο σκοπό την αναλγησία. Η δεύτερη ομάδα ακολούθησε μεν το ίδιο πρόγραμμα συμβατικής φυσικοθεραπείας με τη πρώτη ομάδα, προστέθηκε δε και πρόγραμμα αερόβιας άσκησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στην ομάδα που εφαρμόστηκε συμβατική φυσικοθεραπεία σε συνδυασμό με την αερόβια άσκηση, οι ασθενείς ανέφεραν σημαντική ανακούφιση από τον πόνο (89,9%) και αισθητή μείωση των σημείων και συμπτωμάτων του CRPS. Ειδικότερα, στατιστικά σημαντική διαφορά, μεταξύ των δύο ομάδων, παρατηρήθηκε στις κλίμακες BDS, NHP, σε υποκατηγορίες των FIM, VPS και MAS καθώς και στο πόνο του ώμου και του χεριού ($P < 0.05$). Η ομάδα που ακολούθησε το αερόβιο πρόγραμμα είχε καλύτερα αποτελέσματα, σε σύγκριση με την ομάδα που ακολούθησε μόνο συμβατική φυσικοθεραπεία, στην υπεραλγησία, στην αίσθηση των μετακαρποφαλαγγικών αρθρώσεων και στην αίσθηση έκτασης του καρπού, στην κίνηση του ώμου και της άκρας χείρας. Ωστόσο, μεταξύ των ομάδων δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά την υπεραισθησία, την υπερπάθεια, την αλλοδυνία, τις διαφορές θερμοκρασίας και τις δυστροφικές αλλαγές.

Post-treatment VPS	Upper extremity		P
	aerobic exercise + physiotherapy group (n=20) (mean ± SD)	Physiotherapy group (n=20) (mean ± SD)	
VPS-shoulder, daytime	0.50 ± 1.4	2.40 ± 2.7	0.009
VPS-shoulder, night-time	2.00 ± 2.4	2.70 ± 2.5	0.376
VPS-shoulder pain upon movement	4.30 ± 2.2	6.00 ± 1.8	0.012
VPS-hand, daytime	0.45 ± 1.1	2.2 ± 2.3	0.004
VPS-hand, nighttime	1.40 ± 1.9	2.7 ± 1.9	0.041
VPS-hand, pain upon movement	3.35 ± 2.0	5.4 ± 1.6	0.001

Εικόνα 25: αποτελέσματα κλίμακας VPS (ώμου και καρπού κατά τη διάρκεια μέρας, νύχτας και κίνησης) μετά θεραπειών (Asli Torcuoglu et al., το 2015)

5.2 TENS και κοβαλαμίνη στη μεθερπητική νευραλγία

Αξίζει επίσης να αναφερθεί μια τυχαίοποιημένη κλινική μελέτη (των Gang Xu et. al., το 2014) με σκοπό την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του TENS σε συνδυασμό με τη κοβαλαμίνη, στην ανακούφιση του πόνου και τη βελτίωση των καθημερινών δραστηριοτήτων στους ασθενείς με μεθερπητική νευραλγία. Η έρευνα διήρκησε 8 εβδομάδες και ένα σύνολο 90 ασθενών πληρούσαν τα κριτήρια και χωρίστηκαν στις εξής 3 ομάδες (των 30 ατόμων η κάθε μία): στη 1^η ομάδα εφαρμόστηκε TENS σε συνδυασμό με ενέσεις κοβαλαμίνης, στη 2^η εφαρμόστηκε TENS σε συνδυασμό με ενέσεις λιδοκαΐνης και στη 3^η εφαρμόστηκε πάλι TENS σε συνδυασμό με ενέσεις κοβαλαμίνης και λιδοκαΐνης. Ο διεγέρτης του TENS παρήγαγε ασύμμετρος παλμούς τετραγωνικού κύματος με διάρκεια παλμού 75 ms σε συχνότητα 100 Hz. Η ένταση διέγερσης διαμορφώθηκε μέχρι το επίπεδο ανοχής του ασθενούς, μέχρι δηλαδή να παραχθεί μία αίσθηση “μυρμηγκιάσματος”. Οι πιο συχνές εντάσεις ήταν γύρω στα 40-60 mA και η διάρκεια ήταν 30 λεπτά. Η παρακολούθηση των ασθενών έγινε την 14^η, την 28^η, την 42^η και την 56^η μέρα. Αυτό που αποδείχθηκε μετά από 56 ημέρες θεραπείας, είναι ότι η ομάδα που έλαβε TENS-κοβαλαμίνη και η ομάδα που έλαβε TENS-κοβαλαμίνη-λιδοκαΐνη είχαν στατιστικώς σημαντικά και καλύτερα αποτελέσματα (στο συνεχή πόνο, στο παροξυσμικό και στην αλλοδυνία) από την ομάδα που έλαβε TENS-λιδοκαΐνη ($p < 0,05$). Επιπρόσθετα, στις κλίμακες που αφορούσαν την ποιότητα ζωής και τις καθημερινές δραστηριότητες η ομάδα που έλαβε TENS-κοβαλαμίνη και η ομάδα που έλαβε TENS-κοβαλαμίνη-λιδοκαΐνη είχαν στατιστικώς σημαντικά και καλύτερα αποτελέσματα από την ομάδα που έλαβε TENS-λιδοκαΐνη ($p < 0,05$). Τέλος, πρέπει να τονιστεί, πως συνολικά 44 ασθενείς από την ομάδα που έλαβε TENS-κοβαλαμίνη και την ομάδα που έλαβε TENS-κοβαλαμίνη-λιδοκαΐνη ανέφεραν μείωση του πόνου τουλάχιστον κατά 30% την ώρα που μόλις 6 άτομα από την ομάδα TENS-λιδοκαΐνη ανέφεραν μείωση πόνου κατά 30% ($p < 0,05$).

5.3 TENS και αντιϊικά φάρμακα στη μεθερπητική νευραλγία

Ο ρόλος των αντιϊικών παραγόντων δεν είναι ξεκάθαρος όσον αφορά τη πρόληψη μεθερπητικής νευραλγίας. Σε πρόσφατη τυχαιοποιημένη κλινική μελέτη (των Aleksander Stepanović et al., 2015) διερευνήθηκε η αποτελεσματικότητα του TENS και συγκεκριμένων αντιϊικών φαρμάκων στη πρόληψη της μεθερπητικής νευραλγίας. Πιο συγκεκριμένα, συμμετείχαν 222 άτομα με οξύ έρπητα ζωστήρα χωρίστηκαν στις εξής τέσσερις ομάδες: στη 1^η ομάδα εφαρμόστηκε αποκλειστικά TENS, στη 2^η ομάδα χορηγήθηκαν αντιϊικά φάρμακα, στη 3^η ομάδα έγινε συνδυασμός αντιϊικών φαρμάκων και TENS και στη 4^η, που ήταν η ομάδα ελέγχου, και δεν έλαβε κάποιου είδους θεραπεία (εκτός από αναλγητικά φάρμακα σε περίπτωση που κάποιος χρειαζόταν). Αναφορικά με τις παραμέτρους του TENS, η συχνότητα ρυθμίστηκε στα 20-40 Hz, η διάρκεια παλμού στα 0,02 ms και η ένταση κυμάνθηκε μεταξύ 3-30 mA. Χρησιμοποιήθηκαν δύο ηλεκτρόδια της συσκευής TENS: το ένα συνδέθηκε κοντά στην έκφυση του προσβεβλημένου νεύρου και το άλλο στη πορεία αυτού. Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 10 με 15 συνεδρίες, μία την ημέρα, οι οποίες διαρκούσαν 30 λεπτά. Η έρευνα διήρκεσε 6 μήνες και η κλίμακα αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκε ήταν η VAS. Προχωρώντας στα αποτελέσματα, παρατηρήθηκε αρχικά πως όσο μεγαλύτεροι σε ηλικία ήταν οι ασθενείς, τόσο περισσότερες ήταν οι πιθανότητες να αποκτήσουν μεθερπητική νευραλγία ($P=0,001$). Το ίδιο ακριβώς παρατηρήθηκε και με την αρχική ένταση του πόνου. Όσο μεγαλύτερη ήταν η αρχική ένταση, τόσο αυξάνονταν οι πιθανότητες για μεθερπητική νευραλγία ($P=0,002$). Επίσης, μετά από την εξάμηνη παρακολούθηση των ασθενών, φάνηκε πως οι πιθανότητες για νόσηση από οξεία και ήπια ερπητική νευραλγία είναι μεγαλύτερες από ότι για μεθερπητική νευραλγία. Τέλος, αναφορικά με τη σύγκριση των ομάδων, αυτό που αποδείχθηκε στατιστικά σημαντικό ($P=0,001$), ήταν πως η ομάδα που χρησιμοποίησε αποκλειστικά το TENS, εμφάνισε τις λιγότερες πιθανότητες να νοσήσει από ήπια ερπητική νευραλγία. Παράλληλα, οι πιθανότητες εμφάνισης πόνου στην ομάδα ελέγχου ήταν στατιστικά μεγαλύτερες σε σύγκριση με τις άλλες ομάδες.

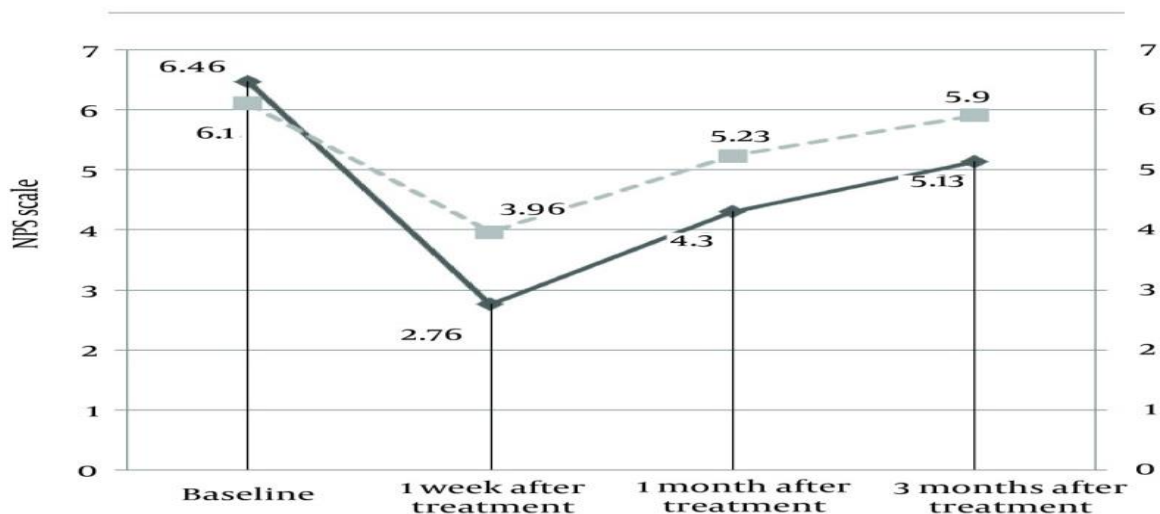
5.4 TENS και Scrambler για την αντιμετώπιση του CIPN

Η τελευταία τυχαιοποιημένη μελέτη που χρησιμοποιήθηκε για το παρόν κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε από τους Charles Loprinzi et al., το 2020, αξιολογώντας την αποτελεσματικότητα της μέθοδο Scrambler σε σύγκριση με το TENS στην αντιμετώπιση του περιφερικού νευροπαθητικού πόνου που δημιουργούν οι χημειοθεραπείες. Για τη συγκεκριμένη μελέτη συγκεντρώθηκαν τυχαιοποιημένα 50 ασθενείς οι οποίοι έπασχαν από περιφερική νευροπάθεια που προκλήθηκε από την χημειοθεραπεία. Οι συμμετέχοντες τυχαία χωρίστηκαν σε 2 διαφορετικές ομάδες και συγκεκριμένα στην «Scrambler Group» και στην «TENS Group», σύμφωνα με το πρόγραμμα θεραπείας που προτάθηκε. Στην συνέχεια ακολούθησε η εφαρμογή του θεραπευτικού προγράμματος με Scrambler. Αρχικά, τα ηλεκτρόδια επιλέχθηκε να τοποθετηθούν στις πιο συμπτωματικές περιοχές προσεγγίζοντας τα νεύρα που σχετίζονται με τον ανάλογο περιφερικό πόνο, εν συνεχεία πρόσθετα ηλεκτρόδια (έως 5) εφαρμόστηκαν στις υπόλοιπες περιοχές. Κάθε θεραπεία είχε διάρκεια 30 λεπτών και οι συνεδρίες προγραμματίστηκαν να ολοκληρωθούν μέσα σε 10 συνεχόμενες καθημερινές ημέρες. Καταγράφεται ότι το 40% των συμμετεχόντων της ομάδας «Scrambler Group» και το 20% της ομάδας «TENS Group» σημείωσαν μείωση πόνου ή και μυρμηγκιάσματος ($p=0,12$). Επιπλέον, υπήρξαν μικρές θετικές διαφορές στην κλίμακα EORTC QLQ CIPN20 για τη θεραπεία με Scrambler αντί με TENS ($p=0,13$). Φάνηκε ότι η ομάδα «Scrambler Group» ήταν πιο πιθανό να συστήσει την συγκεκριμένη θεραπεία και σε άλλους ασθενείς, τόσο κατά τη διάρκεια της θεραπείας των 2 εβδομάδων όσο και της περιόδου παρακολούθησης των 8 εβδομάδων ($p<0,0001$).

5.5 TENS σε σύγκριση με το PRF στην διαβητική νευροπάθεια

Σε μία ακόμη τυχαιοποιημένη κλινική μελέτη (Bahram Naderi Nabi et al., το 2015), συγκρίθηκε το TENS με το PRF (παλμική εφαρμογή ραδιοσυχνοτήτων) ως προς την αντιμετώπιση της επώδυνης διαβητικής νευροπάθειας. Το PRF συνδυάστηκε με οσφυϊκή συμπαθεκτομή. Εν τέλει, 60 ασθενείς χωρίστηκαν τυχαιοποιημένα, 30 στην ομάδα του TENS κι άλλοι 30 σε αυτή του PRF. Το μηχάνημα του TENS λειτούργησε με συχνότητα 80 Hz, ένταση 50 mA και διάρκεια παλμού 200 msec για 20 λεπτά.

Σχετικά με τη τοποθέτηση των ηλεκτροδίων, το ένα ηλεκτρόδιο τοποθετήθηκε στα άνω τριτημόρια της κνήμης και το άλλο πάνω από τη περιοχή του αστραγάλου. Συνολικά, πραγματοποιήθηκαν 10 συνεδρίες κάθε δεύτερη μέρα. Η αξιολόγηση του πόνου βασίστηκε στη 10βαθμη κλίμακα NRS και οι μετρήσεις έγιναν 4 φορές πριν την έναρξη της θεραπείας καθώς επίσης και 1 εβδομάδα, 1 μήνα και 3 μήνες μετά το πέρας της θεραπείας. Σύμφωνα τώρα με τα αποτελέσματα, και στις δύο ομάδες, ο πόνος μειώθηκε σημαντικά στη 10βαθμη κλίμακα NRS, μετά τη θεραπεία. Μάλιστα, η μεγαλύτερη μείωση του πόνου παρατηρήθηκε την πρώτη φορά που αξιολογήθηκαν οι ασθενείς. Πιο συγκεκριμένα, η ομάδα που ακολούθησε θεραπευτικό πρόγραμμα με το PRF, σημείωσε μείωση από το 6,46, που είχε στη βαθμολογία της κλίμακας NRS προ θεραπείας, στο 2,76 μετά από 1 εβδομάδα. Ύστερα από 1 μήνα, η βαθμολογία της NRS ήταν στο 4,30 και τέλος, μετά από 3 μήνες ήταν στο 5,13. ($P<0.0001$). Στην ομάδα του TENS, η βαθμολογία στη κλίμακα NRS μειώθηκε από το 6,10, που ήταν προ θεραπείας, στο 3,96 μετά την 1^η εβδομάδα. Έπειτα από 1 και 3 μήνες θεραπείας, η βαθμολογία της NRS βρισκόταν στο 5,23 και 5,90, αντίστοιχα ($P<0,0001$). Δυστυχώς, όπως παρατηρήθηκε στην ομάδα του TENS, η βαθμολογία στη κλίμακα NRS επέστρεψε στα επίπεδα προ θεραπείας μετά την αξιολόγηση 3 μηνών. Αντιθέτως, στην ομάδα του PRF ενώ υπήρξε μία αύξηση στη κλίμακα NRS μετά από την τρίμηνη αξιολόγηση, η βαθμολογία δεν έφτασε στα προ θεραπείας επίπεδα.



Εικόνα 26: κλίμακα NRS – σύγκριση ομάδας TENS και ομάδας PRF σε συνάρτηση με τον χρόνο (Bahram Naderi Nabi et al., 2015)

5.6 TENS και φαρμακευτική βδέλλα στην οστεοαρθρίτιδα γόνατος

Οι Isik M. et al. το 2017 δημοσιεύσαν ένα άρθρο το οποίο πραγματευόταν τα αποτελέσματα της θεραπείας της χρήση των TENS σε σύγκριση με τη φαρμακευτική βδέλλα πάνω σε ασθενείς που έπασχαν από οστεοαρθρίτιδα γόνατος. Στην αναφερόμενη τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή συμμετείχαν 90 άτομα τα οποία χωρίστηκαν σε δύο διαφορετικές ομάδες, την ομάδα «TENS» (n=46) και την ομάδα «Leech group» (n=44). Το πρόγραμμα διήρκησε 3 εβδομάδες. Συγκεκριμένα, στα μέλη της ομάδας «Leech group» εφαρμόστηκαν πέντε βδέλλες για 60 λεπτά στη μέγιστη περιοχή πόνου του γόνατος, μία φορά την εβδομάδα. Από την άλλη η ομάδα «TENS» πραγματοποίησε 15 εικοσάλεπτες συνεδρίες σε διάστημα 3^{ων} εβδομάδων με τη χρήση διπλών καναλιών σε συχνότητα 40-150 Hz και χαμηλή ένταση. Μετά το πέρας της έρευνας σημειώθηκε ότι παρόλο που η θεραπεία με τις φαρμακευτικές βδέλλες φαίνεται να είναι εξίσου αποτελεσματική με τη θεραπεία των TENS στη διαχείριση της οστεοαρθρίτιδας του γόνατος, η ομάδα «TENS» σημείωσε περισσότερα μακροπρόθεσμα οφέλη. Ειδικότερα, Η βαθμολογία πόνου VAS έδειξε παρόμοια μείωση πόνου και στις δύο ομάδες στην αξιολόγηση την 21^η ημέρα ($p < 0,001$). Παράλληλα, όλες οι βαθμολογίες της κλίμακας WOMAC και στις δύο ομάδες θεραπείας σημείωσαν παρόμοια μείωση ($p=0,819$).

5.7 TENS και υπέρηχος στην οστεοαρθρίτιδα γόνατος

Οι Kim E.D. et al. διεξήγαγαν μια τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή κατά την οποία ελέγχθηκε η δυνατότητα συνδυασμού υπερήχων LIPUS και διαδερμικής ηλεκτρικής διέγερσης νεύρων (TENS) στην ανακούφιση του πόνου της οστεοαρθρίτιδας. Για την επίτευξη αυτής της μελέτης συμμετείχαν 40 ασθενείς (45-85 ετών) που έπασχαν από οστεοαρθρίτιδα γόνατος και χωρίστηκαν ισομερώς στις ομάδες «TENS» (n=20) και «LIPUS&TENS» (n=44). Στη συνέχεια, ακολούθησε η επεξήγηση του θεραπευτικού προγράμματος και των δύο ομάδων. Αρχικά, έπειτα από συνεννόηση με τον υπεύθυνο φυσικοθεραπευτή χορηγήθηκαν σε κάθε ασθενή οι απαραίτητες συσκευές που θα χρειαστούν για την θεραπεία που θα ακολουθηθεί στο σπίτι. Το πρόγραμμα πρότεινε καθημερινές εικοσάλεπτες συνεδρίες ενώ ταυτόχρονα προτάθηκε να επαναληφθούν 2 ή 3 φορές μέσα στην ημέρα. Οι συμμετέχοντες

προτάθηκε να τοποθετηθούν σε καθιστή θέση, με το προσβεβλημένο γόνατο σε κάμψη 90° ώστε να επιτευχθεί η μεγαλύτερη δυνατή διείσδυση των υπερηχητικών ρευμάτων. Μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος οι ερευνητές Kim E.D. et al. αποφάνθηκαν ότι και οι δύο θεραπείες κατέδειξαν στατιστικές διαφορές όσο αφορά τον πόνο και τη λειτουργικότητα σε σύγκριση με τις αρχικές τιμές. Σημειώθηκε όμως ότι οι θετικές επιδράσεις στην ομάδα «LIPUS&TENS» στην ανακούφιση του πόνου δεν θεωρήθηκαν σημαντικότερες από τη θεραπεία της ομάδας «TENS».

5.8 TENS και θεραπευτική άσκηση <<TOT>> σε Εγκεφαλικό Επεισόδιο

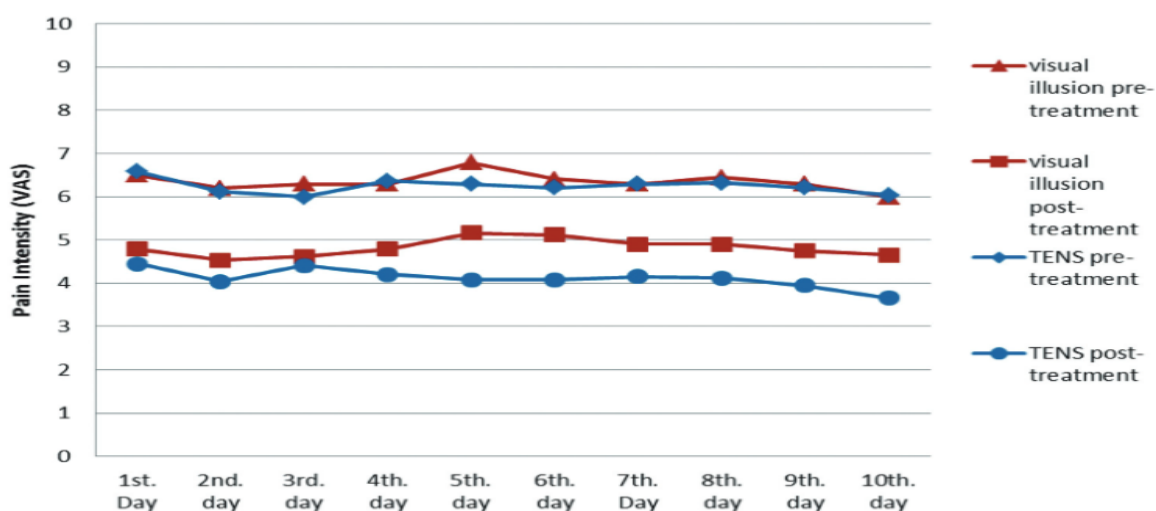
Σε μία διαφορετική τυχαιοποιημένη κλινική μελέτη (των Patrick W. H. Kwong et al., το 2018) συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα της αμφοτερόπλευρης εφαρμογής TENS σε συνδυασμό με τη μέθοδο task-oriented training (TOT) σε σύγκριση με τη μονόπλευρη εφαρμογή TENS σε συνδυασμό με τη μέθοδο TOT στη κινητική λειτουργία των κάτω άκρων σε ασθενείς με χρόνιο εγκεφαλικό. Στην έρευνα αυτή πήραν μέρος 80 άτομα χωρισμένα ισομερώς στην «Bi-TENS+TOT» ομάδα (n=40) η οποία συμπεριλαμβάνει τη διμερή διέγερση των μελών και στην «Uni-TENS+TOT» ομάδα (n=40) η οποία πραγματοποιήθηκε με μονομερή διέγερση. Εν συνεχεία, οριστικοποιήθηκε η παραμετροποίηση που χρησιμοποιήθηκε για όλα τα μέλη που συμμετείχαν στο θεραπευτικό πρόγραμμα των TENS. Συγκεκριμένα, εφαρμόστηκε συχνότητα 100 Hz και διάρκεια παλμού 0,2 ms αποσκοπώντας στην διέγερση του κοινού περονιαίου νεύρου ενώ η ένταση ρυθμίστηκε έτσι ώστε να αποφεύγεται η μυϊκή σύσπαση, διότι η κατάσταση αυτή θα παρεμπόδιζε τη διαδικασία εκτέλεσης της εκπαίδευσης TOT. Τα ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν στη περιοχή του ιγνυακού βόθρου. Οι ασκήσεις TOT αποσκοπούσαν στην ενίσχυση και των δύο κάτω άκρων, στη βελτίωση μετατόπισης βάρους και δυναμικής ισορροπίας και στη βελτίωση της αντοχής και της ιδιοδεκτικότητας των αρθρώσεων των κάτω άκρων. Κάθε άσκηση διήρκεσε 10 λεπτά, συνεπώς επιλέχθηκαν 6 ασκήσεις ώστε να ολοκληρωθεί το πρόγραμμα στη 1 ώρα. Αρχικά, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι κάθε 10 συνεδρίες, η ομάδα «Bi-TENS+TOT» παρουσίαζε βελτίωση στην αντοχή των παρετικών ραχιαίων εκτεινόντων μυών του αστραγάλου καθώς επίσης σημείωνε αυξημένη ισχύ αυτών των μυών. Έπειτα από την συλλογή των

στατιστικών δεδομένων, φάνηκε ότι υπήρξε σημαντική βελτίωση και στις 2 ομάδες όσον αφορά το παρετικό κάτω άκρο στη μέγιστη ροπή των εκτεινόντων μυών του γόνατος ($p < 0,001$), στη μέγιστη ροπή των καμπτηρών του γόνατος ($p < 0,001$) αλλά και στη βελτίωση της ισχύος των εκτινόντων του αστραγάλου ($p < 0,001$). Παράλληλα, η δοκιμή LEMOCOT παρουσίασε σημαντικές βελτιώσεις στη δύναμη του μυϊκού συστήματος του φυσιολογικού κάτω άκρου (ραχιαίων μυών του αστραγάλου, των εκτινόντων και καμπτηρών του γόνατος). Επιπρόσθετα, η τελευταία αξιολόγηση που πραγματοποιήθηκε 3 μήνες μετά τη λήξη του προγράμματος, έδειξε ότι τα αποτελέσματα των θεραπευτικών προγραμμάτων και των 2 ομάδων διατηρήθηκαν, με μοναδική εξαίρεση την ισχύ των πελματιαίων καμπτηρών. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης καταδεικνύουν ότι στην ομάδα «Bi-TENS+TOT» σημειώθηκαν περισσότερα οφέλη σχετικά με το πως ανταπεξήλθε το μυϊκό σύστημα από ό,τι στην ομάδα «Uni-TENS+TOT».

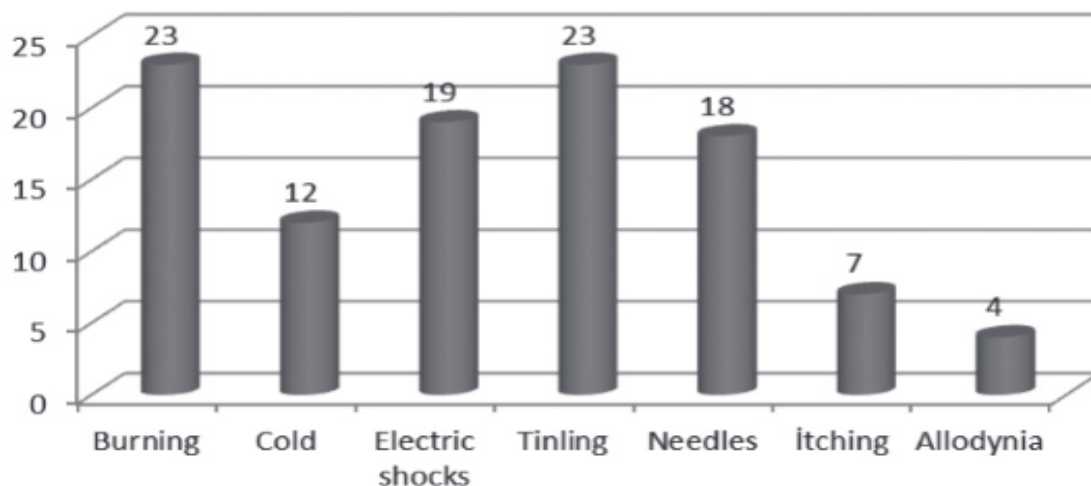
5.9 TENS και Visual Illusion στο νευροπαθητικό πόνο από KNM

Μία διαφορετική κλινική έρευνα από τις προηγούμενες (των Çağla Özkul et al., το 2015) εξέτασε τα αποτελέσματα του TENS και της οπτικής ψευδαίσθησης (visual illusion) στη ανακούφιση του νευροπαθητικού πόνου, ασθενών με κάκωση νωτιαίου μυελού. Ειδικότερα, 24 άτομα χωρίστηκαν με τυχαίο τρόπο σε 2 ομάδες των 12 ατόμων. Η 1^η ομάδα ξεκίνησε με 2 εβδομάδες θεραπείας με την οπτική ψευδαίσθηση, στη συνέχεια ακολούθησε 1 εβδομάδα χωρίς να ενταχθεί σε κάποια θεραπεία και τέλος, της χορηγήθηκε το TENS για 2 εβδομάδες. Από την άλλη, η 2^η ομάδα, ξεκίνησε με τον αντίθετο τρόπο, καθώς άρχισε θεραπεία 2 εβδομάδων με το TENS, στη συνέχεια δεν ακολούθησε κάποια θεραπεία για 1 εβδομάδα και τελείωσε με τις συνεδρίες της οπτικής ψευδαίσθησης για 2 εβδομάδες. Η εφαρμογή του TENS ξεκίνησε με την επιφανειακή τοποθέτηση τεσσάρων ηλεκτροδίων και στις δύο πλευρές της σπονδυλικής στήλης που είχαν είτε καλή αισθητικότητα είτε μειωμένη αλλά διατηρούμενη αισθητικότητα, πάνω από το επίπεδο τραυματισμού. Πιο συγκεκριμένα, σχετικά με τις παραμέτρους, εφαρμόστηκε TENS υψηλής συχνότητας, τετραγωνικού κύματος, η οποία ρυθμίστηκε στα 80 Hz, η διάρκεια του παλμού ρυθμίστηκε στα 180 μ s και η ένταση κυμαινόταν στο εύρος 0-100 mA. Το

TENS εφαρμόστηκε για 10 συνεδρίες, 30 λεπτά την φορά, 5 ημέρες την εβδομάδα για 2 εβδομάδες. Βλέποντας τα αποτελέσματα, οι ημερήσιες τιμές έντασης πόνου μετά τη θεραπεία ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερες από τις τιμές πριν από τη θεραπεία και στις δύο ομάδες όλες τις ημέρες θεραπείας ($p < 0,05$). Όταν συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα των δύο ομάδων, διαπιστώθηκε ότι μετά την 6η συνεδρία, η θεραπεία με TENS ήταν ανώτερη από τη θεραπεία οπτικής ψευδαίσθησης ($p < 0,05$). Τα αποτελέσματα της κλίμακας DN4, δεν είχαν αλλάξει μετά από τις δύο θεραπείες. Μετά τη θεραπεία της οπτικής ψευδαίσθησης, οι παράμετροι της οξύτητας του πόνου, του καύσου, και της δυσφορίας (κλίμακα NPS) βελτιώθηκαν στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$), ενώ η θεραπεία με το TENS δεν είχε σημαντική επίδραση. Από την άλλη, στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις στις σχέσεις με τους άλλους, τη διάθεση και τον ύπνο βρέθηκαν μετά τη θεραπεία TENS ($p < 0,05$). Συνοψίζοντας, η μείωση της έντασης του πόνου μετά το πέρας των συνεδριών του TENS και η βελτίωση των ιδιοτήτων του πόνου (οξύτητα, αίσθημα καύσου, βύθιος πόνος, κνησμός) στο τέλος των συνεδριών της οπτικής ψευδαίσθησης έδειξαν ότι υπάρχουν θετικά αποτελέσματα στους ασθενείς με νευροπαθητικό πόνο και με τις 2 θεραπείες.



Εικόνα 27: γράφημα σύγκρισης αποτελεσμάτων προ και μετά θεραπειών των 2 ομάδων τις πρώτες 10 ημέρες (Çağla Özkul et al., το 2015)

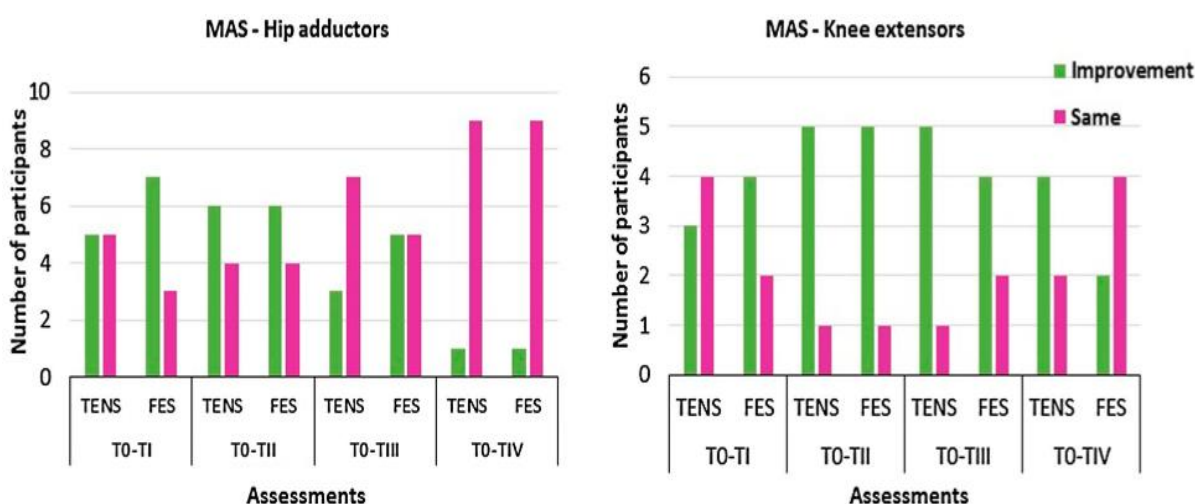


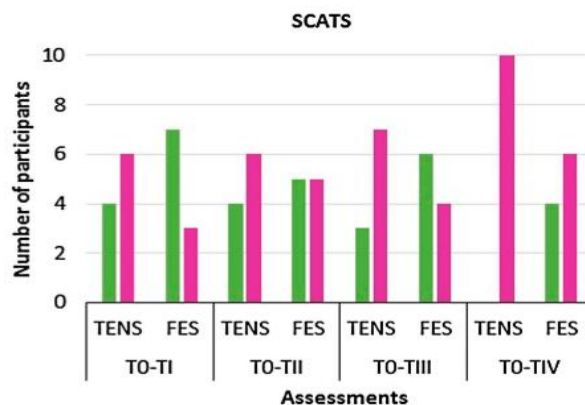
Εικόνα 28: αίσθηση της ποιότητας του πόνου (κάψιμο, μούδιασμα, αλλοδυνία) μεταξύ των ασθενών (Çağla Özkul et al., το 2015)

5.10 TENS και FES στη σπαστικότητα των κάτω άκρων μετά από KNM

Μία ακόμη κλινική έρευνα, αξιολόγησε την αποτελεσματικότητα του TENS και του FES στη σπαστικότητα των κάτω άκρων, μετά από κάκωση νωτιαίου μυελού. Ειδικότερα, η μελέτη (των Anjali Sivaramakrishnan et al., το 2018), σύγκρινε τα αποτελέσματα του διαδερμικού ηλεκτρικού ερεθισμού TENS και του λειτουργικού ηλεκτρικού ερεθισμού FES, στη σπαστικότητα που παρουσιάζουν τα κάτω άκρα των ατόμων που έχουν υποστεί κάκωση νωτιαίου μυελού. Τελικά, 10 άτομα συμμετείχαν στη μελέτη, ηλικίας 39 ± 13.6 χρονών. Οι ασθενείς, χωρίστηκαν τυχαιοποιημένα σε 2 ομάδες των 5 ατόμων. Η μία ομάδα, ακολούθησε τη πρώτη μέρα συνεδρία με TENS, στη συνέχεια έγινε ένα 24ωρο διάλειμμα και την επόμενη μέρα της ακολούθησε συνεδρία με FES. Η άλλη ομάδα, ξεκίνησε τη πρώτη μέρα θεραπείας με συνεδρία με FES, ακολούθησε ένα 24ωρο διάλειμμα και την επόμενη μέρα έκλεισε το πρόγραμμα με συνεδρία TENS. Χρησιμοποιήθηκε συσκευή TENS 4 διπολικών καναλιών, με συχνότητα 100 Hz, διάρκειας παλμού 300 μ s για συνολική διάρκεια 30 λεπτών. Πιο συγκεκριμένα, στους τετρακεφάλους και προσαγωγούς μύες χρησιμοποιήθηκε ένα μόνο διπολικό κανάλι με 2 ηλεκτρόδια, το ένα να τοποθετείται στα ανώτερα και το άλλο στα κατώτερα τριτημόρια του μηρού. Στους πελματιαίους καμπήρες, χρησιμοποιήθηκε άλλο ένα διπολικό κανάλι, με τα ηλεκτρόδια να τοποθετούνται στους μύες του τρικεφάλου της γαστροκνημίας. Η

ένταση ρυθμίστηκε σε τέτοιο βαθμό ώστε να μη προκαλείται δυσφορία και μυϊκές συσπάσεις στους ασθενείς. Σύμφωνα τώρα με τα αποτελέσματα, αρχικά, μεταξύ των θεραπειών του TENS και του FES δεν υπήρξε κάποια στατιστικά σημαντική διαφορά ($p>0,05$). Επίσης, τόσο το TENS όσο και το FES μείωσαν στατιστικά σημαντικά τη σπαστικότητα μέχρι και 4 ώρες στους προσαγωγούς του ισχίου και στους εκτεινόντες του γόνατος ($p<0,01$). Αναλυτικότερα, η αξιολόγηση των μετρήσεων έδειξε πως το FES παρουσίασε σημαντικότερες βελτιώσεις στη σπαστικότητα των προσαγωγών, ενώ το TENS ήταν πιο αποτελεσματικό στη μείωση της σπαστικότητας των εκτεινόντων του γόνατος. Επιπρόσθετα, παρόλο που και οι δύο παρεμβάσεις βελτίωσαν τη σπαστικότητα των πελματιαίων καμπτήρων, το FES ήταν αποτελεσματικότερο. Σχετικά με τις τιμές στη κλίμακα SCATS, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές μειώσεις 1 ώρα μετά την ολοκλήρωση θεραπείας με το TENS ($p=0,01$) και 4 ώρες μετά την ολοκλήρωση της θεραπείας με το FES ($p=0,01$). Εν αντιθέσει, 24 ώρες μετά την ολοκλήρωση του TENS και του FES δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές μειώσεις ($p>0,01$). Τα αποτελέσματα της κλίμακας MAS, έδειξαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις σε προσαγωγούς ισχίου και εκτεινόντες γόνατος, τόσο μετά από το TENS όσο και μετά το FES. Ωστόσο, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα στη κλίμακα MAS όσον αφορά τους πελματιαίους καμπτήρες, μετά από το TENS και το FES.





Εικόνα 29: απεικόνιση της αναλογίας των συμμετεχόντων που δείχνουν βελτίωση ή παραμένουν σταθεροί μετά από τις 2 θεραπείες σύμφωνα με τις κλίμακες MAS και SCATS (αμέσως, 1 ώρα, 4 ώρες και 24 ώρες μετά τη θεραπεία) (Anjali Sivaramakrishnan et al., το 2018)

ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Η προσθήκη του TENS στο πρόγραμμα φυσικοθεραπείας με στόχο τη διαχείριση του CRPS τύπου 1 στην έρευνα των Adem Bilgili et al., συνέβαλλε στη βελτίωση του αυθόρμητου και του νευροπαθητικού πόνου, του οιδήματος και του εύρους τροχιάς των αρθρώσεων. Ωστόσο, αναμφισβήτητα υπάρχει ανάγκη για περαιτέρω τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες με εικονικό φάρμακο, οι οποίες αφενός θα περιλαμβάνουν μεγαλύτερο αριθμό ασθενών και αφετέρου θα παρακολουθούν τα αποτελέσματα και μακροπρόθεσμα. Αναφορικά με την έρευνα των Asli Torcuoglu et al., η ομάδα που εφάρμοσε συνδυασμό συμβατικής φυσικοθεραπείας (που περιλάμβανε και το TENS) και αερόβιας άσκησης παρουσίασε καλύτερα αποτελέσματα συγκριτικά με την ομάδα που ακολούθησε μόνο συμβατική φυσικοθεραπεία (που περιλάμβανε και το TENS). Από την συγκεκριμένη έρευνα δεν εξάγεται κάποιο συμπέρασμα σχετικά με το TENS. Αληθεύει ότι και σε αυτή την μελέτη υπήρχαν περιορισμοί όπως το μικρό δείγμα των 40 ασθενών. Εντούτοις, φαίνεται πως όταν το πρόγραμμα φυσικοθεραπείας συνδυάζεται με αερόβιες ασκήσεις, αυξάνει τη λειτουργική ανεξαρτησία των ημιπληγικών ασθενών με CRPS, βελτιώνει τη συμμετοχή τους στις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής, μειώνει τα καταθλιπτικά τους συμπτώματα και βελτιώνει τη γενική τους ευημερία.

Σχετικά με την επίδραση των παραμέτρων του TENS στο επίπεδο αντίληψης του πόνου ασθενών που πάσχουν από διαβητική νευροπάθεια, στη μελέτη των Gabrielle A. Upton et al., υπήρξε μία τάση προτίμησης του βελονιστικού TENS έναντι του παραδοσιακού TENS. Ένα ενδιαφέρον στοιχείο αυτής της κλινικής μελέτης είναι ότι ο ασθενής με το χαμηλότερο επίπεδο γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης (HbA1c), ανέφερε λιγότερο σοβαρά συμπτώματα νευροπάθειας αλλά και σημαντική ανακούφιση του πόνου σε σχέση με τους άλλους ασθενείς. Υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της HbA1c και της διέγερσης νεύρων και μπορεί να υποδηλώνει ότι οι ήπιες νευροπάθειες, με λιγότερη νευρική βλάβη είναι πιθανό να ανταποκρίνονται καλύτερα στη θεραπεία του TENS από όσους έχουν σοβαρότερη νευροπάθεια (Gabrielle A. Upton et al., το 2016). Παράλληλα, ο ασθενής με το υψηλότερο επίπεδο HbA1c δεν αισθάνθηκε ανακούφιση σε κανένα από τα 2 είδη TENS. Μια πιθανή εξήγηση είναι ότι η επώδυνη διαβητική νευροπάθεια συνεπάγεται

με μειωμένη διέγερση των νεύρων και απώλεια αξόνων κι επομένως μείωση της αποτελεσματικότητας του TENS. Η συγκεκριμένη μελέτη είχε περιορισμούς όπως η απουσία στατιστικά σημαντικών αποτελεσμάτων, η έλλειψη σημαντικού δείγματος ασθενών και η ανυπαρξία εικονικής θεραπείας (placebo). Θα ήταν ενδιαφέρον σε μελλοντική μελέτη να υπήρχε σύγκριση των 2 παραπάνω ειδών TENS με το burst TENS σε μία μελέτη που θα πληρεί τις κατάλληλες προϋποθέσεις. Τέλος, η τοποθέτηση ηλεκτροδίων είναι μια ακόμη πτυχή αυτής της θεραπείας που δεν έχει ακόμη διερευνηθεί αρκετά και θα ήταν ενδιαφέρον, αν μία διαφορετική τοποθέτηση θα αντίκτυπο στην αποτελεσματικότητα της θεραπείας. Όσον αφορά την έρευνα των Bahram Naderi Nabi et al., για την αντιμετώπιση της επώδυνης διαβητικής νευροπάθειας, ο πόνος μειώθηκε και στις 2 ομάδες (ομάδα TENS και ομάδα PRF). Ωστόσο, το πλεονέκτημα του PRF σε σχέση με το TENS ήταν πως διαρκούσε για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα η ανακούφιση του πόνου. Παρόλα αυτά και αυτή η μελέτη παρουσίαζε ελλείματα όπως ο σχετικά μικρός αριθμός συμμετεχόντων, το γεγονός ότι δεν εξετάστηκε πιο μακροπρόθεσμα η αποτελεσματικότητα των 2 θεραπειών καθώς επίσης και ότι δεν υπήρχε ομάδα εικονικής θεραπείας (placebo). Είναι σημαντικό να γίνουν μελέτες που θα παρακολουθούν την αποτελεσματικότητα των θεραπειών για περισσότερο από 3 μήνες.

Τα αποτελέσματα του TENS χαμηλής συχνότητας στην ανακούφιση του πόνου μετά από ΚΝΜ στη μελέτη των Xia Bi et al., ήταν θετικά καθώς η ομάδα του TENS παρουσίασε σημαντικότερη βελτίωση σε όλες τις κλίμακες μετά τις 12 εβδομάδες της κλινικής μελέτης σε σχέση με την ομάδα ελέγχου ($P < 0.05$). Στον αντίποδα όμως, και οι 2 ομάδες έδειξαν βελτιώσεις στις κλίμακες, γεγονός που υποδηλώνει την επίδραση του placebo. Η έρευνα είχε περιορισμούς όπως το μικρό δείγμα των 52 ατόμων, η απουσία περαιτέρω παρακολούθησης μετά τις 12 εβδομάδες θεραπείας, καθώς και το ότι δεν πραγματοποιήθηκε σύγκριση μεταξύ του TENS χαμηλής συχνότητας με TENS υψηλής συχνότητας. Σε παρόμοια με τη προηγούμενη μελέτη, τα αποτελέσματα των Celik et al., ήταν ενθαρρυντικά για την ομάδα του TENS καθώς την 12^η μέρα εφαρμογής του TENS χαμηλής συχνότητας, ο νευροπαθητικός πόνος, σύμφωνα με τη κλίμακα VAS, μειώθηκε κατά πολύ στην ομάδα TENS σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Μία αξιοσημείωτη πτυχή αυτής της μελέτης είναι ο προσδιορισμός της επίδρασης του TENS στη σοβαρότητα του πόνου στα διάφορα

διαστήματα της ημέρας καθώς τις πρωινές ώρες η μείωση του πόνου, ήταν πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες. Η μελέτη είχε περιορισμούς όπως ο χαμηλός αριθμός συμμετεχόντων και η αδυναμία παρακολούθησης της μακροπρόθεσμης επίδρασης του TENS χαμηλής συχνότητας. Αναφορικά με την μελέτη των Amir Zeb et al., φάνηκε πως η επίδραση του TENS υψηλής συχνότητας μείωσε γραμμικά το νευροπαθητικό πόνο ασθενών με ατελή κάκωση νωτιαίου μυελού και σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($P < 0.05$) στη κλίμακα VAS, μεταξύ των μετρήσεων πριν και μετά τη θεραπεία. Παρόλα αυτά είχε ορισμένους σημαντικούς περιορισμούς όπως ότι δεν ήταν τυφλά τυχαιοποιημένη, δεν είχε ομάδα ελέγχου και το δείγμα των 60 ασθενών ήταν σχετικά μικρό για γενίκευση των αποτελεσμάτων. Εν συνεχεία, σχετικά με την μελέτη των Çağla Özkul et al., η μείωση της έντασης του πόνου μετά το πέρας των συνεδριών του TENS και η βελτίωση των ιδιοτήτων του πόνου (οξύτητα, αίσθημα καύσου, βύθιος πόνος, κνησμός) στο τέλος των συνεδριών της οπτικής ψευδαίσθησης, έδειξαν ότι υπάρχουν θετικά αποτελέσματα στους ασθενείς με νευροπαθητικό πόνο και με τις 2 θεραπείες. Επομένως, και οι δύο εφαρμογές θα μπορούσαν να χορηγηθούν ως θεραπευτική προσέγγιση για τον νευροπαθητικό πόνο σε ασθενείς με κάκωση νωτιαίου μυελού. Ωστόσο, οι περιορισμοί της συγκεκριμένης μελέτης, όπως το μικρό δείγμα ασθενών και η σύντομη διάρκεια θεραπείας, δεν επιτρέπουν την γενίκευση των αποτελεσμάτων στο γενικότερο πληθυσμό.

Όσον αφορά την μείωση της σπαστικότητας, κρίνοντας από τα αποτελέσματα της μελέτης που διεξήγαγαν οι Win Min Oo et al., φάνηκε πως ο συνδυασμός του TENS με ένα επιλεγμένο πρόγραμμα φυσικοθεραπείας ήταν ιδιαίτερα ευεργετικός στην αποκατάσταση ασθενών με ήπια σπαστικότητα μετά από κάκωση νωτιαίου μυελού, βραχυπρόθεσμα (1^η συνεδρία) και μακροπρόθεσμα (15^η συνεδρία). Η ομάδα που πρόσθεσε το TENS στο πρόγραμμα φυσικοθεραπείας παρουσίασε καλύτερα αποτελέσματα στη σπαστικότητα σε σύγκριση με την ομάδα που ακολούθησε πρόγραμμα φυσικοθεραπείας χωρίς TENS. Επομένως, η προσθήκη του TENS ήταν κομβική καθώς συνετέλεσε στη μείωση της ήπιας σπαστικότητας. Κλείνοντας, σύμφωνα με τη μελέτη των Anjali Sivaramakrishnan et al., τόσο το TENS όσο και το FES μπορούν να βελτιώσουν την σπαστικότητα των κάτω άκρων για ένα σύντομο χρονικό διάστημα μετά τη θεραπεία. Η συσκευή του TENS φάνηκε πως ήταν

αποτελεσματική στη μείωση της σπαστικότητας των εκτεινόντων του γόνατος. Ωστόσο το FES ήταν αποτελεσματικότερο στη σπαστικότητα των πελματιαίων καμπτήρων και των προσαγωγών του ισχίου. Παρόλο που στη συγκεκριμένη πραγματοποιήθηκε μία μόνο συνεδρία TENS ή FES, φάνηκε ότι αρκεί για να μειωθεί η σπαστικότητα μέχρι και 4 ώρες μετά θεραπείας. Όμως, απαιτείται περαιτέρω έρευνα για την επικύρωση αυτών των ευρημάτων. Οι δύο παραπάνω μελέτες είχαν βασικούς περιορισμούς όπως το μικρό δείγμα ασθενών και το ότι δεν εξετάστηκε το ενδεχόμενο της εικονικής συσκευής TENS (placebo).

Η μεθερπητική νευραλγία δεν μπόρεσε να προληφθεί ολοκληρωτικά από τα μέσα θεραπείας που χρησιμοποιήθηκαν (TENS και αντιικά φάρμακα) σύμφωνα με τη μελέτη των Aleksander Stepanović et al.,. Πάρα ταύτα, το TENS αποδείχθηκε η πιο επιτυχημένη θεραπεία μεταξύ των άλλων, στη μείωση της συχνότητας εμφάνισης ήπιας ερπητικής νευραλγίας. Παράλληλα, οι πιθανότητες εμφάνισης πόνου στην ομάδα ελέγχου ήταν στατιστικά αυξημένες σε σχέση με τις άλλες ομάδες. Οι κύριοι περιορισμοί της συγκεκριμένης μελέτης ήταν πως δεν έγινε τυφλή τυχαιοποίηση των ασθενών όπως επίσης και το ότι δεν υπήρξε ομάδα εικονικής θεραπείας (placebo). Όσον αφορά τη μελέτη των Gang Xu et. al., τα ευρήματα έδειξαν ότι ο συνδυασμός TENS-τοπική χορήγηση κοβαλαμίνης είχε σημαντική αναλγητική επίδραση στη μεθερπητική νευραλγία. Ωστόσο, πρέπει να προκύψουν περαιτέρω μελέτες για να επιβεβαιωθούν αυτά τα ευρήματα σε μεγαλύτερο αριθμό ασθενών και με ομάδα εικονικής θεραπείας (placebo). Τέλος, στη τυχαιοποιημένη κλινική μελέτη των Malcolm R. et al., το TBM (TENS με ικανότητα βιοανάδρασης) μείωσε το νευροπαθητικό πόνο στη πλειοψηφία των ασθενών από. Ταυτόχρονα, όσοι είχαν ξεκινήσει θεραπεία με την απενεργοποιημένη συσκευή (placebo) επέλεξαν να αλλάξουν ομάδα. Συνεπώς, φαίνεται πως το TBM ανακούφιζε τους ασθενείς. Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι ασθενείς στην παρούσα μελέτη είχαν αποτύχει σε όλες τις άλλες μεθόδους θεραπείας, τα αποτελέσματα της μελέτης υποδηλώνουν ότι πρέπει να διεξαχθεί μια μεγαλύτερη κλινική δοκιμή που να διερευνά την αποτελεσματικότητα του TENS με ικανότητα βιοανάδρασης σε ασθενείς με χρόνια μεθερπητική νευραλγία.

Η προσθήκη του TENS κατά τη διάρκεια ασκήσεων αποκατάστασης, είχε ως αποτέλεσμα οι ασθενείς να εμφανίζουν λιγότερο πόνο κατά την άμεση

μετεγχειρητική περίοδο σε σχέση με εκείνους που τους χορηγήθηκε η τυπική φαρμακευτική αγωγή αναλγησίας σύμφωνα με τους Barbara A Rakel et al. Ωστόσο, δεν εντοπίστηκαν διαφορές μεταξύ του TENS και του placebo TENS, γεγονός που επιδεικνύει την επίδραση του εικονικού φαρμάκου. Ολοκληρώνοντας, ένα ενδιαφέρον στοιχείο θεωρήθηκε το εξής: το όφελος από την προσθήκη του TENS στο πρόγραμμα αποκατάστασης μετά από ολική αρθροπλαστική γόνατος, ήταν μεγαλύτερο στους ασθενείς που δεν ήταν αγχώδεις και σε εκείνους που δεν είχαν την τάση να περιγράφουν το βίωμα του πόνου με υπερβολικό τρόπο. Οι περιορισμοί της συγκεκριμένης μελέτης δεν ήταν ιδιαίτερα σημαντικοί. Στην μελέτη των David Beckwée et al., δεν παρατηρήθηκε κάποια επίδραση του burst TENS στον πόνο και στο εύρος τροχιάς κατά τη νοσηλεία ασθενών με ολική αρθροπλαστική γόνατος. Οι 2 ομάδες (ενεργό burst TENS και placebo burst TENS) δεν σημείωσαν κάποια πρόοδο αναφορικά με τον πόνο του γόνατος στη πάροδο του χρόνου. Ως εκ τούτου, το burst TENS δεν θα πρέπει να θεωρείται στη πράξη ως αναλγητικό του πόνου στο γόνατο μετά από ολική αρθροπλαστική μέχρι αποδείξεως του εναντίου. Η συγκεκριμένη μελέτη είχε πολλούς περιορισμούς, όπως το μικρό δείγμα ασθενών, με αποτέλεσμα να απαιτείται περαιτέρω έρευνα.

Σε πρόσφατη μελέτη των Michal Elboim-Gabyzon et al., τα θετικά αποτελέσματα που είχε το ενεργό TENS στο πόνο κατά τη διάρκεια της βάδισης, στην κινητικότητα και στην αυξημένη απόσταση βάδισης υποστηρίζουν την ενσωμάτωση του TENS στη συνήθη φροντίδα αποκατάστασης ηλικιωμένων μετά από χειρουργική διόρθωση εξωκαψιδικών καταγμάτων ισχίου. Ταυτόχρονα, το γεγονός ότι και οι 2 ομάδες (ομάδα ενεργού TENS και ομάδα placebo TENS) παρουσίασαν σημαντικές μειώσεις σε πολλές πτυχές υποδηλώνει την επίδραση της εικονικής θεραπείας placebo. Παρόλα αυτά, απαιτείται περαιτέρω έρευνα με μεγαλύτερο δείγμα ασθενών και διερεύνηση των αποτελεσμάτων του TENS σε μακροπρόθεσμο πλαίσιο και μετά από διάφορους τύπους χειρουργικών επεμβάσεων για κάταγμα ισχίου.

Επιπροσθέτως, η μελέτη των Celal Bugra Sezen et al., έδειξε την αποτελεσματικότητα του TENS ως εναλλακτικό μέσο θεραπείας που μπορεί να βοηθήσει την αναπνευστική λειτουργία μετά από θωρακική χειρουργική επέμβαση καθώς επίσης και να ανακουφίσει τον οξύ πόνο των ασθενών με θωρακοτομή.

Παράλληλα, είδαμε πως το TENS είναι μία αποτελεσματική αναλγητική μέθοδος για τον έλεγχο του μετεγχειρητικού πόνου που δεν επηρεάζει τη διάρκεια νοσηλείας ή τις πρώιμες πνευμονικές επιπλοκές. Η μελέτη είχε κάποιους περιορισμούς όπως το σχετικά μικρό δείγμα ασθενών και η ευρεία κλίμακα ηλικιών.

Παρά το περιορισμό του μικρού δείγματος των 52 ασθενών, από τη μελέτη των Emel Yilmaz et al., φάνηκε ότι το TENS είναι μία αποτελεσματική μέθοδος που μπορεί να μειώσει των μετεγχειρητικό πόνο των ασθενών και να αυξήσει την ικανοποίηση για την περίθαλψή τους μετά από χειρουργική επέμβαση βουβωνοκήλης. Παράλληλα, αξίζει να σημειωθεί πως δεν παρατηρήθηκε κάποια διαταραχή στα ζωτικά σημεία των ασθενών μετά την εφαρμογή του TENS. Επομένως, το TENS θα μπορούσε να χρησιμοποιείται ως συμπλήρωμα της φαρμακευτικής αγωγής για την μείωση του μετεγχειρητικού πόνου.

Τέλος, ανεξάρτητα από το γεγονός ότι η μελέτη των Siddharth A Mahure et al., είχε ορισμένους περιορισμούς όπως το μικρό δείγμα συμμετεχόντων και το αυξημένο ποσοστό εγκατάλειψης, βάσει των αποτελεσμάτων, φάνηκε πως το ενεργό TENS σε σύγκριση με το placebo TENS, μπορεί να οδηγήσει σε πολύ χαμηλότερα επίπεδα πόνου και σε μειωμένη χρήση οπιοειδών στην άμεση μετεγχειρητική περίοδο αρθροσκόπησης στροφικού πετάλου του ώμου.

Στο κεφάλαιο που πραγματεύεται την πιθανή δυνατότητα ένταξης συσκευών TENS στο πρόγραμμα αποκατάστασης ασθενώς που έχουν προσβληθεί από ΑΕΕ καθίσταται αντιληπτό ότι οι μελέτες των Park J. et al., Jung K.S. et al., Kwong et al. και Junga et al, προσπάθησαν να επωφεληθούν από τις θετικές επιδράσεις των TENS κατά την διάρκεια τέλεσης κάποια θεραπευτικής άσκησης αποσκοπώντας στην καλύτερη δυνατή θεραπεία των ασθενών. Συγκεκριμένα, κατά τους Park J. et al. υποστηρίχθηκε ότι η θεραπεία με TENS βελτιώνει τη σπαστικότητα, την ισορροπία και τη βάρδια σε ασθενείς με ΑΕΕ και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ενεργά σε κλινικές περιπτώσεις ως συμπλήρωμα της συμβατικής θεραπείας. Καθώς τονίστηκε και ότι το TENS επεμβαίνει στο κομμάτι της ιδιοδεκτικότητας σε κάθε μυ βελτιώνοντας έτσι τη βάρδια το οποίο είναι μια πολύπλοκη κίνηση που αποτελείται από την ισορροπία, τον συντονισμό και την ιδιοδεκτικότητα. Επιπλέον, οι Jung K. et al., ανέλυσαν τα κλινικά δεδομένα και υποστήριξαν ότι ο συνδυασμός TRT και TENS

είναι αποτελεσματικότερος στη βελτίωση της ισομετρικής μυϊκής δύναμης, στη βελτίωση του κινητικού εύρους και γενικότερα στην επανεκπαίδευση του παρετικού άνω άκρου από τη μέθοδο TRT. Ωστόσο, ο αριθμός των δειγμάτων θεωρείται μικρός, ώστε να γενικευτούν τα αποτελέσματα της μελέτης ενώ ταυτόχρονα δεν παραδίδονται οι απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με την κατανομή του βάρους και των περιορισμών των δραστηριοτήτων της καθημερινής ζωής. Παράλληλα, δεν μπορεί να διευκρινιστεί το χρονικό διάστημα κατά το οποίο τα αποτελέσματα του TENS ενδέχεται να παραμείνουν μετά το πέρας της παρέμβασης. Οι ερευνητές Kwong et al., αναφέρουν πως στη μελέτη τους υπήρξαν σημαντικοί περιορισμοί κατά την διάρκεια τέλεσης της, αφού δεν μερίμνησαν ώστε να υφίσταται καθαρή ομάδα TOT ή ομάδα ελέγχου ώστε να οριοθετηθούν και διαλευκανθούν οι επιδράσεις και νευροφυσιολογικοί μηχανισμοί των συσκευών στα κινητικά ελλείματα των συμμετεχόντων. Φαίνεται όμως από τα αποτελέσματα ότι ο συνδυασμός του θεραπευτικού προγράμματος TOT σε συνδυασμό με το TENS θα μπορούσε να επωφεληθεί τους φυσικοθεραπευτές στη προσπάθεια αύξησης της δύναμης, της ροπής και της αντοχής των φυσιολογικών και παρετικών κάτω άκρων.

Εξαιτίας των προαναφερόμενων στοιχείων, χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερης αξίας η οργάνωση σχετικών ερευνών που χρήζουν ωστόσο υψηλότερης μεθοδολογικής ποιότητας και μεγαλύτερης χρονικής περιόδου θεραπείας ώστε να διατυπωθούν περισσότερο αξιόπιστα και ευρέως αποδεκτά ερευνητικά συμπεράσματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα των TENS για τη βελτίωση της κινητικής λειτουργίας μετά από κάποιο αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.

Φαίνεται ότι έχει αυξηθεί η ανάγκη εύρεσης αντιμετώπισης του χρόνιου πόνου με τη χρήση συσκευών TENS σύμφωνα με τις 3 τυχαιοποιημένες κλινικές δοκιμές των Sharma et al., Garaud T. et al. και των Santana, L.S et al. Οι Sharma et al., όσον αφορά τον χρόνιο πόνο στη πυελική περιοχή, είδαν ότι η χρήση TENS υψηλής συχνότητας παρουσιάζει σημαντικότερη αναλγητική δράση σε σύγκριση με TENS χαμηλότερων συχνοτήτων. Όμως, δεν υφίσταται πλήρης καθοδήγηση σχετικά με την τοποθέτηση των ηλεκτροδίων ούτε σωστή ενημέρωση σχετικά με την ποιότητα του πόνου. Επίσης, η μελέτη των Garaud T. Et al., αποσκοπούσε στην διερεύνηση της αποτελεσματικότητας ενός θεραπευτικού προγράμματος το οποίο θα συμπεριλάμβανε συνδυασμό θεραπευτικής άσκησης TEP και TENS για την

αντιμετώπιση του χρόνιου πνευλικού πόνου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, η χρήση TENS αξιολογήθηκε ως αναποτελεσματική και ελλιπής μέθοδος στη θεραπεία ασθενών με χρόνια οσφυϊκό πόνο, ταυτόχρονα όμως, πιθανότατα να μην αποτελεί σημαντικό τεκμήριο αφού οι περισσότεροι συμμετέχοντες εγκατέλειψαν το πρόγραμμα πριν την ολοκλήρωση του. Τέλος κατά τους Santana, L.S et al. φάνηκε ότι τα TENS θα μπορούσε να χορηγείται στην αρχή της ενεργούς φάσης του τοκετού μειώνοντας τον πόνο ενώ ταυτόχρονα καθυστερεί την ανάγκη λήψης αναλγητικών φαρμάκων μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο τη πιθανότητα επιβολής αρνητικών επιπτώσεων στη μητέρα ή το νεογνό. Γνωρίζοντας όμως ότι οι θετικές επιδράσεις των TENS διαρκούν για 18-24 ώρες, καθίσταται κατανοητό ότι απαιτούνται καθορισμένα και σχετικά μεγάλα χρονικά διαστήματα τέλεσης των μελετών. Εξαιτίας των συγκεκριμένων διαπιστώσεων που προαναφέρθηκαν κρίνεται επιτακτική η ανάγκη οργάνωσης ενός πιο εμπειριστατωμένου ερευνητικού προγράμματος που θα πλαισιώνει σφαιρικά και ικανοποιητικά το χρόνο πόνο, τουλάχιστον στις αναφερόμενες περιπτώσεις.

Αναλύοντας τις παραπάνω έρευνες (Dailey D.L et al., Lauretti, G.R. et al., Dailey D.L. et al.) καθίσταται κατανοητό ότι οι συσκευές TENS θα μπορούσαν να συντελέσουν θετικά στην μείωση του πόνου σε ασθενείς που πάσχουν από ινομυαλγία. Χωρίς όμως αυτό να θεωρείται απόλυτη και μοναδική θεραπεία. Σύμφωνα με τους Dailey D.L et al., η συγκεκριμένη μορφή ηλεκτροθεραπείας προσδίδει σημαντικά οφέλη στην αντιμετώπιση του πόνου κατά την κίνηση. Από την άλλη δεν κατάφεραν να φθάσουν σε ασφαλή συμπεράσματα, καθώς δούλεψαν μόνο πάνω σε ένα μοντέλο παραμετροποίησης σχετικά με την εφαρμογή TENS. Από την άλλη οι Lauretti, G.R. et al. μελέτησαν τη ταυτόχρονη εφαρμογή δύο συσκευών TENS πάνω στην περιοχή του αναφερόμενου πόνου. Έτσι αναφέρθηκε ότι η καθημερινή χρήση διπλών συσκευών TENS εμφάνισε τα βέλτιστα αποτελέσματα όσον αφορά τον πόνο, την κόπωση, την αναλγησία αλλά και την ποιότητα ύπνου με ταυτόχρονη μείωση της αναλγητικής φαρμακευτικής αγωγής. Τέλος, κατά τη διάρκεια της έρευνας των Dailey D.L. et al., ύστερα από τον ταυτόχρονη εφαρμογή TENS και άσκηση, καταγράφηκε ιδιαίτερα σημαντική μείωση της αναφερόμενης κόπωσης. Συμπερασματικά, παρουσιάστηκαν σημαντικές ανταποκρίσεις των ασθενών με ινομυαλγία στα υποβαλλόμενα θεραπευτικά

προγράμματα με TENS, αλλά απαιτούνται κλινικές δοκιμές με μεγαλύτερο αριθμό ασθενών και μεγαλύτερη διάρκεια, ώστε να διερευνηθούν όλες οι πιθανές εξελίξεις σε βάθος χρόνου.

Δεδομένου ότι οι επιπλοκές των χημειοθεραπειών αποτελούν μία πολύ δυσχερή κατάσταση για τον οργανισμό αλλά και την ψυχολογική κατάσταση των ασθενών, κρίνεται κατανοητό ότι οι έρευνες των Siemens W. et al., οι Lee J.E. et al. και των Lorpinzi C. που εργάστηκαν πάνω σε αυτό τον τομέα ήρθαν αντιμέτωπες με μια πληθώρα εμποδίων. Αναφορικά, μετά το πέρας της μελέτης των Siemens W. et al. σημειώθηκε ότι οι περισσότεροι ασθενείς (15/20, 75%) δεν ήταν θετικοί ύστερα από την ολοκλήρωση του προγράμματος στο ενδεχόμενο επανάληψης παρόμοιου προγράμματος, καθώς δεν θεώρησαν ότι επωφελήθηκαν σημαντικά. Αλλά κρίνεται κατανοητό ότι η παρούσα έρευνα οφείλει να επαναληφθεί, διορθώνοντας αρκετές παραλήψεις όπως είναι η απουσία ερευνητικής τοποθέτησης των στατιστικών δεδομένων, διευκρίνισής του φύλου των συμμετεχόντων και του είδους του καρκίνου αλλά και του μειωμένου αριθμού των συμμετεχόντων. Από την άλλη, οι Lee J.E. et al., κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι μία θεραπεία 30 λεπτών με ενεργό TENS υψηλής συχνότητας μειώνει τον πόνο που παρατηρείται στη στοματική κοιλότητα σε άτομα που έχουν εκτεθεί σε ακτινοθεραπεία στην περιοχή του εγκεφάλου και του λαιμού. Αντίθετα, τα κλινικά δεδομένα της έρευνας των Lorpinzi C. απέδειξαν πρακτικά σε ένα μικρό εύρος ασθενών, ότι οι ασθενείς που πάσχουν από CIPN, σημειώνουν καλύτερα αποτελέσματα κατά τη διάρκεια θεραπείας Scrambler σε σύγκριση με την εφαρμογή TENS. Όμως, αυτή η μελέτη εμφανίζει αρκετές ελλείψεις προς τον τρόπο εκτέλεσης και κατ' επέκταση ως προς τα κλινικά δεδομένα οπότε δεν μπορεί να γενικευτεί στο πληθυσμό.

Αναφορικά με την οστεοαρθρίτιδα πραγματοποιήθηκε ανάλυση τεσσάρων πρόσφατων τυχαιοποιημένων κλινικών δοκιμών (Isik, M. et al., Kim E.D. et al., Ijji Polat C.S. et al. και Palmer S. et al.) που αποσκοπούσαν στην αποσαφήνιση της πιθανής αποτελεσματικότητας του TENS στην μείωση του πόνου σε ασθενείς που πάσχουν από οστεοαρθρίτιδα γόνατος. Αρχικά, η έρευνα των Palmer S. et al. θεωρήθηκε αξιόπιστη κλινική έρευνα εφόσον χρησιμοποιήθηκε σημαντικό δείγμα συμμετεχόντων. Με την ολοκλήρωση της μελέτης, οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι η χρήση του TENS ως συμπληρωματική θεραπεία στο πρόγραμμα άσκησης 6

εβδομάδων απέτυχε να επιφέρει επιπλέον κλινικά οφέλη στη κατάσταση των ασθενών. Έτσι, βασικό συμπέρασμα της αναφερόμενης δοκιμής είναι ότι τα ευρήματα δεν υποστήριξαν τη χρήση των TENS, τουλάχιστον, σε συνδυασμό με πρόγραμμα άσκησης. Επιπρόσθετα, οι μελέτες των Isik M. et al. και των Kim E.D. et al. επιδίωξαν να συγκρίνουν την θεραπευτική αποτελεσματικότητα των TENS με την τεχνική εναλλακτικής φαρμακευτικής θεραπείας βδελών και με την θεραπευτικό υπέρηχο LIPUS αντίστοιχα στην οστεοαρθρίτιδα του γόνατος. Συγκεκριμένα, η θεραπεία με φαρμακευτικές βδέλλες ήταν εξίσου αποτελεσματική με τη θεραπεία TENS. Παρόμοια, μεταξύ των ομάδων «TENS» και «LIPUS and TENS», δεν υπήρξε σημαντική διαφορά, αλλά παρουσίασαν και οι δύο ομάδες βελτίωση σε σχέση με τις αρχικές τιμές στις κλίμακες που αξιολογήθηκαν. Όμως κρίθηκε αναξιόπιστη η διαδικασία της μεθοδολογίας αλλά και ο τρόπος οργάνωσης των δύο ερευνών ως προς τον διαχωρισμό των συμμετεχόντων και ως προς την αξιολόγηση των δεδομένων. Τέλος, παρόλο που στη τυχαιοποιημένη δοκιμή των Iiji Polat C.S. et al. υπήρξε θετική ανταπόκριση όσο αφορά την αποτελεσματικότητα του TENS στον νευροπαθητικό πόνο του γόνατος εξαιτίας της οστεοαρθρίτιδας, η απουσία ομάδας εικονικής θεραπείας TENS περιορίζει ιδιαίτερα τα αποτελέσματα ενώ παράλληλα δημιουργεί αμφιβολίες όσο αφορά την εγκυρότητα και την ακρίβεια της μελέτης. Αδιαμφισβήτητα, κρίνεται απαραίτητη η περαιτέρω διερεύνηση και η οργάνωση παρόμοιων τυχαιοποιημένων κλινικών δοκιμών, καθώς τα παρών δεδομένα δεν μπορούν να θεωρηθούν αδιάσειστα. Πιθανότατα η μέθοδος θεραπείας με TENS θα μπορούσε να ενταχθεί σε προγράμματα θεραπευτικών συνεδρίων για την μείωση ή και την αντιμετώπιση του πόνου σε ασθενείς που πάσχουν από οστεοαρθρίτιδα γόνατος.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως όλα τα υπόλοιπα ηλεκτροφυσικά μέσα, έτσι και το TENS δεν θεωρείται μονοθεραπεία. Αποτελεί ένα συμπληρωματικό αναλγητικό μέσο θεραπείας, που εντάσσεται σε φυσικοθεραπευτικά προγράμματα αποκατάστασης. Η πλειονότητα των ερευνών που μελετήθηκαν, υποστηρίζει ότι η κλινική εφαρμογή του TENS σε ένα πλήθος παθήσεων, παρουσιάζει σημαντικά οφέλη στη μείωση της αίσθησης του πόνου, του νευροπαθητικού πόνου και της σπαστικότητας, στην αύξηση της μυϊκής δύναμης, της αντοχής και του εύρους τροχιάς, στη βελτίωση της λειτουργικότητας και της ποιότητας ζωής και τέλος στην ελάττωση ή την αντικατάσταση της αναλγητικής φαρμακευτικής αγωγής. Μελετώντας τις σύγχρονες μελέτες για τις κλινικές εφαρμογές του TENS και την αποτελεσματικότητά του εξάγονται τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- ❖ Η προσθήκη του TENS σε πρόγραμμα φυσικοθεραπείας με στόχο τη διαχείριση του CRPS συνέβαλλε στη βελτίωση του αυθόρμητου και του νευροπαθητικού πόνου, του οιδήματος και του εύρους τροχιάς των αρθρώσεων. Παράλληλα, όταν το πρόγραμμα φυσικοθεραπείας περιλάμβανε TENS σε συνδυασμό με αερόβιες ασκήσεις, φάνηκε ότι αυξήθηκε η λειτουργική ανεξαρτησία των ημιπληγικών ασθενών με CRPS, βελτιώθηκε η συμμετοχή τους στις καθημερινές δραστηριότητες και μειώθηκαν τα καταθλιπτικά τους συμπτώματα.
- ❖ Αναφορικά με την αποτελεσματικότητα του TENS στη διαβητική νευροπάθεια και στο επίπεδο αντίληψης του πόνου, παρατηρήθηκε μία τάση προτίμησης των ασθενών για το TENS βελονιστικού τύπου έναντι του συμβατικού. Παράλληλα, σχετικά με την αντιμετώπιση των συμπτωμάτων της επώδυνης διαβητικής νευροπάθειας, τόσο το TENS όσο και το PRF συνέβαλλαν στη μείωση του πόνου, με τη διαφορά όμως πως μετά το PRF η ανακούφιση διήρκησε περισσότερο.
- ❖ Το TENS χαμηλής συχνότητας κρίθηκε ότι είναι σημαντικά αποτελεσματικό στη διαχείριση του πόνου και στη μείωση των επιπέδων του νευροπαθητικού πόνου

ασθενών με ΚΝΜ. Τις πρωινές ώρες η μείωση του πόνου ήταν πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με τις μεσημεριανές και απογευματινές. Πάρα ταύτα, υπήρξε και η επίδραση του placebo καθώς παρατηρήθηκαν βελτιώσεις και στις ομάδες των εικονικών θεραπειών. Παρομοίως, η επίδραση του TENS υψηλής συχνότητας μείωσε κατακόρυφα το νευροπαθητικό πόνο ασθενών με ατελή κάκωση νωτιαίου μυελού, μεταξύ των μετρήσεων πριν και μετά τη θεραπεία. Επίσης, η θεραπευτική παρέμβαση της οπτικής ψευδαίσθησης φάνηκε πολλά υποσχόμενη αναφορικά με τη βελτίωση των ιδιοτήτων του πόνου σε ασθενείς με ΚΝΜ (οξύτητα, αίσθημα καύσου, βύθιος πόνος).

- ❖ Η προσθήκη του TENS σε επιλεγμένο πρόγραμμα φυσικοθεραπείας ήταν ιδιαίτερα ευεργετική στη μείωση της ήπιας σπαστικότητας ασθενών μετά από ΚΝΜ. Επιπρόσθετα, αποδείχθηκε πως το TENS είναι ικανό να μειώσει τη σπαστικότητα των κάτω άκρων και ειδικότερα των εκτεινόντων του γόνατος. Τέλος, φάνηκε πως μία μόνο συνεδρία αρκεί για να μειωθεί η σπαστικότητα έως και 4 ώρες μετά το πέρας της.
- ❖ Το TENS ήταν αποτελεσματικότερο των αντιικών φαρμάκων στη μείωση της συχνότητας εμφάνισης ήπιας μεθερπητικής νευραλγίας. Ταυτόχρονα, ο συνδυασμός του TENS με τη τοπική χορήγηση κοβαλαμίνης σημείωσε σημαντική αναλγητική επίδραση στη μεθερπητική νευραλγία. Ακόμη, το TBM φάνηκε πως μειώνει το νευροπαθητικό πόνο των ασθενών με μεθερπητική νευραλγία.
- ❖ Η προσθήκη του TENS κατά τη διάρκεια ασκήσεων αποκατάστασης μετά από ΟΑΓ, είχε ως αποτέλεσμα οι ασθενείς να εμφανίζουν λιγότερο πόνο κατά την άμεση μετεγχειρητική περίοδο σε σχέση με εκείνους που τους χορηγήθηκε μόνο η τυπική φαρμακευτική αγωγή αναλγησίας. Το όφελος ήταν μεγαλύτερο σε ασθενείς που δεν ήταν αγχώδεις. Η ενσωμάτωση του TENS σε πρόγραμμα αποκατάστασης ηλικιωμένων μετά από χειρουργική επέμβαση καταγμάτων ισχίου είχε πολύ θετικά αποτελέσματα στη βάδιση αυξημένων αποστάσεων και την ευρύτερη κινητικότητα των ασθενών. Παρατηρήθηκε πως και στις 2

παραπάνω περιπτώσεις υπήρξε η επίδραση του placebo. Επιπρόσθετα, το burst TENS δεν παρουσίασε κάποια θετική επίδραση στον πόνο και στο εύρος τροχιάς κατά τη νοσηλεία ασθενών με ΟΑΓ.

- ❖ Το TENS μπορεί να οδηγήσει σε πολύ χαμηλότερα επίπεδα πόνου και σε μειωμένη χρήση οπιοειδών στην άμεση μετεγχειρητική περίοδο αρθροσκόπησης στροφικού πετάλου του ώμου.
- ❖ Το TENS θεωρήθηκε αποτελεσματική αναλγητική μέθοδος στην ανακούφιση από τον οξύ πόνο ασθενών με θωρακοτομή και στη μείωση του μετεγχειρητικού πόνου ασθενών με χειρουργική επέμβαση βουβωνοκήλης.
- ❖ Η ένταξη του TENS σε προγράμματα λειτουργικής αποκατάστασης και θεραπευτικής άσκησης ασθενών με ΑΕΕ, παρουσίασε οφέλη όσον αφορά τη σπαστικότητα, την ισορροπία, τη βάδιση και την ιδιοδεκτικότητα. Παράλληλα, βελτίωση παρατηρήθηκε στην ισομετρική μυϊκή δύναμη, στο εύρος τροχιάς και στην επανεκπαίδευση των παρετικών άκρων με την ενσωμάτωση του TENS σε θεραπευτικά προγράμματα ΑΕΕ.
- ❖ Η χρήση του TENS υψηλής συχνότητας παρουσίασε σημαντικότερη αναλγητική δράση σε σύγκριση με το TENS χαμηλότερης συχνότητας στο χρόνια πόνο της πυελικής περιοχής. Επίσης, φάνηκε ότι το TENS θα μπορούσε να αντικαταστήσει τα αναλγητικά φάρμακα για την διαχείριση του χρόνιου πόνου κατά τη διάρκεια της αρχικής φάσης της εγκυμοσύνης.
- ❖ Στη πάθηση της ινομυαλγίας, φάνηκε ότι το TENS συνετέλεσε θετικά κατά κύριο λόγο στη μείωση της κόπωσης. Η καθημερινή χρήση διπλών συσκευών TENS εμφάνισε εξαιρετικά αποτελέσματα στη ποιότητα του ύπνου, στη μείωση αναλγητικής φαρμακευτικής αγωγής, στο πόνο και στη κόπωση ασθενών με ινομυαλγία. Παράλληλα, ο συνδυασμός TENS και άσκησης κατέγραψε ιδιαίτερα σημαντική μείωση της αναφερόμενης κόπωσης.
- ❖ Η εφαρμογή TENS υψηλής συχνότητας μείωσε τον πόνο που παρατηρήθηκε στη στοματική κοιλότητα σε άτομα που είχαν εκτεθεί σε ακτινοθεραπεία στην

περιοχή του εγκεφάλου και του λαιμού. Παράλληλα, ο χρόνος ομιλίας και κίνησης της γλώσσας των ασθενών με όγκο στη περιοχή του λαιμού και εγκεφάλου βελτιώθηκε μετά τη χρήση του TENS. Επίσης, το TENS, μείωσε την αίσθηση του πόνου από τον καρκίνο. Ωστόσο, η placebo εφαρμογή του TENS είχε θετικές επιδράσεις. Ακόμη, φάνηκε πως το TENS δεν ήταν τόσο αποτελεσματικό όσο η μέθοδος Scrambler, στην αντιμετώπιση των συμπτωμάτων του CIPN.

- ❖ Το TENS μείωσε το νευροπαθητικό πόνο των ασθενών με οστεοαρθρίτιδα γόνατος. Επιπροσθέτως, η ενσωμάτωση του TENS ως συμπληρωματική θεραπεία σε πρόγραμμα αποκατάστασης ασθενών με οστεοαρθρίτιδα γόνατος κρίθηκε ανεπιτυχής καθώς η θεραπευτική άσκηση παρουσίασε καλύτερα αποτελέσματα. Επιπλέον, τόσο το TENS όσο και ο θεραπευτικός υπέρηχος, μείωσαν τον πόνο και βελτίωσαν τη λειτουργικότητα των ασθενών. Τέλος, το TENS φαίνεται να είναι εξίσου αποτελεσματικό με τις φαρμακευτικές βδέλλες στη διαχείριση της οστεοαρθρίτιδας του γόνατος, αλλά με πιο μακροπρόθεσμα οφέλη.

Το θέμα της αποτελεσματικότητας των κλινικών εφαρμογών του TENS σε σχέση με ορισμένες παθήσεις που μελετήθηκαν παραμένει ασαφές. Παρότι πολλές κλινικές μελέτες σε αυτή την κριτική ανασκόπηση υποστηρίζουν τη χρήση του TENS, σοβαρές επιφυλάξεις θα πρέπει να διατηρηθούν σχετικά με την εγκυρότητα και την εφαρμογή των αποτελεσμάτων αυτών των μελετών. Ορισμένα από τα στοιχεία που βρέθηκαν, προήλθαν από κλινικές μελέτες μικρού δείγματος όπου η διάρκεια των παρατηρούμενων αποτελεσμάτων δεν ελέγχθηκε με επάρκεια. Παράλληλα, η επίδραση της εικονικής θεραπείας placebo ήταν εμφανής καθώς σε ορισμένες περιπτώσεις το ανενεργό TENS βελτίωνε συμπτώματα των ασθενών και μάλιστα ορισμένες φορές σε ίδιο βαθμό με το ενεργό TENS.

Συνεπώς, περαιτέρω έρευνα κρίνεται απαραίτητη. Αυτή θα πρέπει να εστιάσει σε τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες κλινικές δοκιμές με λιγότερους περιορισμούς. Ειδικότερα, οι μελλοντικές τυχαιοποιημένες κλινικές μελέτες θα πρέπει να περιλαμβάνουν μεγαλύτερο δείγμα ασθενών, μεγαλύτερες περιόδους επανεξέτασης αποτελεσμάτων, σύγκριση συμβατικού TENS με άλλα είδη TENS και τέλος σύγκριση του TENS με περισσότερα διαφορετικά είδη θεραπευτικών

μεθόδων. Εφόσον οι επιδράσεις του TENS εξαρτώνται άμεσα από τις θεραπευτικές παραμέτρους που χρησιμοποιούνται κατά την εφαρμογή του, θα πρέπει να πραγματοποιηθούν περαιτέρω έρευνες για τον καθορισμό των βέλτιστων παραμέτρων εφαρμογής του TENS ανάλογα με τις παθήσεις.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: TENS ΚΑΙ ΣΥΝΔΡΟΜΟ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΥ ΠΕΡΙΟΧΙΚΟΥ ΠΟΝΟΥ - CRPS

ΑΡΘΡΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ – TENS	ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
<p><<Τα αποτελέσματα της αερόβιας άσκησης του άνω άκρου ημιπληγικών ασθενών με CRPS και σε σύγκριση με αυτά της συμβατικής φυσικοθεραπείας>>.</p> <p>Asli Topcuoglu et al., το 2015</p>	N=40	<p>Οι ασθενείς είχαν διαγνωστεί και με CRPS στην ημιπληγική πλευρά.</p> <p><u>Ομάδα 2=</u> συμβατικής φυσικοθεραπείας(αποϊδηματική μάλαξη, TENS, κρύα επιθέματα και λουτρό αντίθεσης). (n=20)</p> <p><u>Ομάδα 2=</u> πρόγραμμα συμβατικής φυσικοθεραπείας + πρόγραμμα αερόβιας άσκησης. (n=20)</p> <p><u>Παράμετροι</u></p> <p>Συχνότητα: 100 Hz Διάρκεια: 20 λεπτά</p> <p><u>Τοποθέτηση=</u>Το TENS εφαρμόστηκε στη πιο οδυνηρή περιοχή του άνω άκρου.</p>	VPS MAS FIM NHP BDS	<p>Στην ομάδα 2 οι ασθενείς ανέφεραν σημαντική ανακούφιση από τον πόνο (89,9%) και αισθητή μείωση των σημείων και συμπτωμάτων του CRPS.</p> <p>Στατιστικά σημαντική διαφορά, μεταξύ των δύο ομάδων , παρατηρήθηκε στις κλίμακες BDS, NHP, σε υποκατηγορίες των FIM, VPS και MAS καθώς και στο πόνο του ώμου και του χεριού (p<0.05).</p> <p>Η ομάδα 2 είχε καλύτερα αποτελέσματα ,σε σύγκριση με την ομάδα 1 στην υπεραλγησία, στην αίσθηση των μετακαρποφαλαγγικών αρθρώσεων και στην αίσθηση έκτασης του καρπού, στην κίνηση του ώμου και της άκρας χείρας.</p> <p>Μεταξύ των ομάδων δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά την υπεραίσθησία, την υπερπάθεια, την αλλοδυνία, τις διαφορές θερμοκρασίας και τις δυστροφικές αλλαγές.</p>
<p><<Η αποτελεσματικότητα του TENS στο σύνδρομο πολύπλοκου περιοχικού πόνου>>.</p> <p>Adem Bilgili et al., το 2016</p>	N=30	<p>Συμμετείχαν 30 ασθενείς με CRPS τύπου 1 στη περιοχή του άνω άκρου,</p> <p><u>Διαχωρισμός ομάδων=</u> Ομάδα 1: πρόγραμμα θεραπείας με TENS, λουτρό αντίθεσης, δινόλουτρο και πρόγραμμα θεραπευτικών ασκήσεων. (n=15) Ομάδα 2: Placebo (n=15)</p> <p><u>Παράμετροι</u> Συχνότητα: 100 Hz Διάρκεια παλμού: 50-100 μs Δυνατότερη ανεκτή ένταση</p> <p><u>Διάρκεια θεραπείας:</u> 20 λεπτά TENS καθημερινά για 15 ημέρες.</p> <p><u>Τοποθέτηση ηλεκτροδίων:</u> το ένα ηλεκτρόδιο τοποθετούταν στη ραχιαία πλευρά του αντιβραχίου και το άλλο στη ραχιαία πλευρά της άκρας χείρας.</p>	VAS LANSS DN4 DHI	<p>Στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις επιτεύχθηκαν στις βαθμολογίες του αυθόρμητου και του νευροπαθητικού πόνου, του οιδήματος, του εύρους τροχιάς και της λειτουργικής ικανότητας τόσο στη 1η όσο και στη 2η ομάδα (P<0,05).</p> <p>Η ομάδα 1, παρουσίασε στατιστικά μεγαλύτερη βελτίωση σε σύγκριση με τη 2η ομάδα, στην ένταση του πόνου, στο οίδημα, στις μετρήσεις εύρους τροχιάς του 2ου και 3ου δακτύλου και στο νευροπαθητικό πόνο της κλίμακας LANSS.</p> <p>Παρατηρήθηκε παρόμοια βελτίωση χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των 2 ομάδων στα ακόλουθα: στις κλίμακες DN4 και DHI, στο εύρος καρπού, στο εύρος 4ου και 5ου δακτύλου και στη δύναμη της λαβής (P>0.05).</p>

Πίνακας 2: TENS ΚΑΙ ΔΙΑΒΗΤΙΚΗ ΝΕΥΡΟΠΑΘΕΙΑ

ΑΡΘΡΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ - TENS	ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
<p><<Η επίδραση των παραμέτρων του TENS στο επίπεδο αντίληψης του πόνου ασθενών που πάσχουν από διαβητική νευροπάθεια>>.</p> <p>Gabrielle A. Upton et al., το 2016</p>	N=5	<p><u>Ομάδες:</u> «Ομάδα παραδοσιακού TENS», «Ομάδα με το TENS βελονισμού».</p> <p><u>Διάρκεια:</u> 10 ημέρες θεραπείας, διάρκειας 30 λεπτών και στη συνέχεια έγινε διακοπή 7 ημερών. Έπειτα, πραγματοποιήθηκε διασταύρωση των δύο ομάδων, ώστε η ομάδα του παραδοσιακού TENS να μεταβεί στην ομάδα TENS βελονισμού και το ανάποδο</p> <p><u>Το παραδοσιακό TENS</u> Συχνότητα: 110 Hz Διάρκεια παλμού: 200 μs</p> <p><u>TENS βελονισμού</u> Συχνότητα: 4 Hz Διάρκεια παλμού: 200 μs.</p> <p><u>Τοποθέτηση:</u> Τα ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν 3 εκατοστά πλευρικά της σπονδυλικής στήλης, στην οσφυοίερη περιοχή.</p>	<p>MPQ</p> <p>PGIC (Patient's Global Impression of Change)</p> <p>10 g monofilament test</p>	<p>Στις βαθμολογίες του ερωτηματολογίου MPQ και του 10 g monofilament test, δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά προ και μετά τη θεραπείας για το παραδοσιακό TENS (P=0,465 P=0,225) αλλά και για το TENS βελονισμού (P= 0,102 P=0,104).</p> <p>Και οι 5 συμμετέχοντες ανέφεραν σημαντική ανακούφιση από τον πόνο τόσο κατά τη διάρκεια του παραδοσιακού TENS όσο και κατά τη διάρκεια του TENS με βελονισμό</p> <p>Μεταξύ των 5 συμμετεχόντων, οι 3 ασθενείς επέλεξαν το TENS βελονισμού ως πιο αποτελεσματικό σε σχέση με το παραδοσιακό TENS για την ανακούφιση της επώδυνης διαβητικής νευροπάθειας. Από τους άλλους 2 ασθενείς, ο ένας αντιλήφθηκε το παραδοσιακό TENS ως πιο αποτελεσματική θεραπεία και ο άλλος δεν κατάλαβε κάποια διαφορά. Οι 4 από τους 5 συμμετέχοντες, συνέχιζαν να αισθάνονται ανακούφιση του πόνου για τουλάχιστον 1 με 2 ώρες μετά την αφαίρεση των ηλεκτροδίων.</p>
<p><<Σύγκριση του TENS με το PRF (παλμική εφαρμογή ραδιοσυχνοτήτων) ως προς την αντιμετώπιση της επώδυνης διαβητικής νευροπάθειας>>.</p> <p>Bahram Naderi Nabi et al., το 2015</p>	N=60	<p><u>Ομάδες:</u> «TENS» (n=30), «PRF» (n=30).</p> <p><u>Παραμετροποίηση</u> Συχνότητα: 80 Hz Ένταση: 50 mA Διάρκεια παλμού: 200 μsec για</p> <p><u>Διάρκεια θεραπείας</u> 20 λεπτά για 10 συνεδρίες κάθε δεύτερη μέρα</p> <p><u>Τοποθέτηση</u> Το ένα ηλεκτρόδιο τοποθετήθηκε στα άνω τριτημόρια της κνήμης και το άλλο πάνω από τη περιοχή του αστραγάλου.</p>	NRS	<p>Στις δύο ομάδες, ο πόνος μειώθηκε σημαντικά στη 10βαθμη κλίμακα NRS, μετά τη θεραπεία.</p> <p>Η μεγαλύτερη μείωση του πόνου παρατηρήθηκε την πρώτη φορά που αξιολογήθηκαν οι ασθενείς. Η ομάδα «PRF» σημείωσε μείωση από το 6,46, που είχε στη βαθμολογία της κλίμακας NRS προ θεραπείας, στο 2,76 μετά από 1 εβδομάδα. Ύστερα από 1 μήνα, η βαθμολογία της NRS ήταν στο 4,30 και τέλος, μετά από 3 μήνες ήταν στο 5,13. (P<0.0001). Στην ομάδα «TENS» η βαθμολογία στη κλίμακα NRS μειώθηκε από το 6,10, που ήταν προ θεραπείας, στο 3,96 μετά την 1^η βδομάδα.</p> <p>Έπειτα από 1 και 3 μήνες θεραπείας, η βαθμολογία της NRS βρισκόταν στο 5,23 και 5,90, αντίστοιχα (p <0,0001).</p> <p>Στην ομάδα «TENS», η βαθμολογία στη κλίμακα NRS επέστρεψε στα επίπεδα προ θεραπείας μετά την αξιολόγηση 3 μηνών. Στην ομάδα «PRF» ενώ υπήρξε μία αύξηση στη κλίμακα NRS μετά από την 3μηνη αξιολόγηση, η βαθμολογία δεν έφτασε στα προ θεραπείας επίπεδα.</p>

Πίνακας 3: TENS ΚΑΙ ΚΑΚΩΣΕΙΣ ΝΩΤΙΑΙΟΥ ΜΥΕΛΟΥ

ΑΡΘΡΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ - TENS	ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
<p><<Τα αποτελέσματα του TENS χαμηλής συχνότητας στην ανακούφιση του πόνου μετά από κάκωση νωτιαίου μυελού>>.</p> <p>Xia Bi et al., το 2015</p>	N=52	<p><u>Ομάδες</u></p> <p>«Ομάδα TENS» (n=26) «Placebo» (ομάδα ελέγχου) (n=26). Αναλυτικότερα,</p> <p><u>Τοποθέτηση</u> 2 ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν στην περιοχή του πόνου.</p> <p><u>Διάρκεια</u> 20 λεπτά τρεις φορές την εβδομάδα για 12 εβδομάδες.</p> <p><u>Παράμετροι</u> Συχνότητα: 2 Hz Διάρκεια παλμού: <200 ms Ένταση: 50 mA</p>	<p>VAS</p> <p>PRI-T</p> <p>PRI-A</p> <p>PRI-S</p> <p>PPI</p> <p>NWC</p> <p>MPQ</p>	<p>Με βάση λοιπόν τα αποτελέσματα, η ομάδα TENS παρουσίασε στατιστικά σημαντικότερη βελτίωση σε όλες τις κλίμακες μετά τις 12 εβδομάδες της κλινικής μελέτης σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (P<0.05).</p>
<p><<Η αποτελεσματικότητα του TENS χαμηλής συχνότητας στην θεραπεία του νευροπαθητικού πόνου ατόμων που είχαν υποστεί κάκωση νωτιαίου μυελού>>.</p> <p>EC Celik et al., το 2013</p>	N=33	<p><u>Ομάδες</u></p> <p>«Ομάδα TENS», «Placebo»</p> <p><u>Διάρκεια</u> Η θεραπεία διήρκησε συνολικά 10 ημέρες και πραγματοποιούνταν καθημερινά για 30 λεπτά τη φορά.</p> <p><u>Τοποθέτηση</u> 2 ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν στο εγγύτερο σημείο και 2 στο πιο απομακρυσμένο σημείο όπου και εντοπιζόταν ο νευροπαθητικός πόνος. Χρησιμοποιήθηκαν 2 κανάλια με 4 ηλεκτρόδια.</p> <p><u>Παραμετροποίηση</u> Συχνότητα: 4Hz Διάρκεια παλμού: 200 ms Ένταση: 50 mA.</p>	<p>LANSS</p> <p>VAS</p>	<p>Την 1η μέρα, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά νευροπαθητικού πόνου μεταξύ των 2 ομάδων στη κλίμακα VAS (P=0.387).</p> <p>Την 12η όμως μέρα (αφού είχαν προηγηθεί 10 ημέρες θεραπείας), παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά (P<0,032) μεταξύ των 2 ομάδων, καθώς ο νευροπαθητικός πόνος, σύμφωνα με τη κλίμακα VAS, μειώθηκε κατά πολύ στην «ομάδα TENS» σε σχέση με την ομάδα ελέγχου.</p> <p>Στατιστικά σημαντικές μειώσεις στην ομάδα TENS μεταξύ 1ης και 12ης μέρας στη κλίμακα VAS παρατηρήθηκαν τις πρωινές (P=0,001) και τις μεσημεριανές ώρες (P=0,015) και όχι τις βραδινές (P=0,078).</p>

<p><<Η αποτελεσματικότητα του TENS υψηλής συχνότητας στη διαχείριση του νευροπαθητικού πόνου ασθενών με ατελή κάκωση νωτιαίου μυελού>>.</p> <p>Amir Zeb et al., το 2018</p>	<p>N=60</p>	<p>Συμμετείχαν 60 ασθενείς με διάγνωση ατελούς κακώσεως νωτιαίου μυελού και νευροπαθητικού πόνου.</p> <p><u>Παραμετροποίηση</u> Συχνότητα: 80 Hz</p> <p><u>Διάρκεια</u> διάρκεια 45 λεπτών/2 συνεδρίες την ημέρα για 4 συνεχόμενες μέρες της εβδομάδας για 8 εβδομάδες.</p>	<p>VAS</p>	<p>Η μέση ένταση πόνου στη VAS, μετά από την 1η μέρα θεραπευτικής παρέμβασης, μειώθηκε από 6,45 στο 4,77 ενώ την 4η μέρα μειώθηκε στο 3.48.</p> <p>Ύστερα από 8 εβδομάδες θεραπείας η μέση ένταση πόνου στη VAS είχε πέσει στο 2,80.</p> <p>Κατά τη διάρκεια των διαδοχικών συνεδριών της εφαρμογής TENS, η ένταση του πόνου μειωνόταν γραμμικά και υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά (P<0.05) στη κλίμακα VAS, μεταξύ της μέτρησης που έγινε πριν τη θεραπεία και των μετρήσεων που έγιναν μετά τη θεραπεία.</p>
<p><<Τα αποτελέσματα του TENS και της οπτικής ψευδαίσθησης (visual illusion) στη ανακούφιση του νευροπαθητικού πόνου, ασθενών με κάκωση νωτιαίου μυελού>>.</p> <p>Çağla Özkul et al., το 2015</p>	<p>N=24</p>	<p><u>Ομάδες</u> Ομάδα 1: 2 εβδομάδες θεραπείας με την οπτική ψευδαίσθηση, στη συνέχεια ακολούθησε 1 εβδομάδα χωρίς να ενταχθεί σε κάποια θεραπεία και τέλος, της χορηγήθηκε το TENS για 2 εβδομάδες. (n=12) Ομάδα 2: ξ θεραπεία 2 εβδομάδων με το TENS, στη συνέχεια δεν ακολούθησε κάποια θεραπεία για 1 εβδομάδα και τελείωσε με τις συνεδρίες της οπτικής ψευδαίσθησης για 2 εβδομάδες.</p> <p><u>Τοποθέτηση</u> Η εφαρμογή του TENS ξεκίνησε με την επιφανειακή τοποθέτηση τεσσάρων ηλεκτροδίων και στις δύο πλευρές της σπονδυλικής στήλης πάνω από το επίπεδο τραυματισμού.</p> <p><u>Παραμετροποίηση</u> Συχνότητα: 80 Hz Τετραγωνικό κύματος, Διάρκεια παλμού: 180 μs Ένταση: 0-100 mA.</p> <p><u>Διάρκεια</u> 30 λεπτά/10 συνεδρίες, 5 ημέρες την εβδομάδα για 2 εβδομάδες.</p>	<p>VAS NPS BPI ASIA MPQ DN4</p>	<p>Οι ημερήσιες τιμές έντασης πόνου μετά τη θεραπεία ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερες από τις τιμές πριν από τη θεραπεία και στις δύο ομάδες όλες τις ημέρες θεραπείας (P<0,05).</p> <p>Όταν συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα των δύο ομάδων, διαπιστώθηκε ότι μετά την 6η συνεδρία, η θεραπεία με TENS ήταν ανώτερη από τη θεραπεία οπτικής ψευδαίσθησης (P<0,05).</p> <p>Τα αποτελέσματα της κλίμακας DN4, δεν είχαν αλλάξει μετά από τις δύο θεραπείες (P>1). Μετά τη θεραπεία της οπτικής ψευδαίσθησης, οι παράμετροι της οξύτητας του πόνου, του καύσου, και της δυσφορίας (κλίμακα NPS) βελτιώθηκαν στατιστικά σημαντικά (P<0,05), ενώ η θεραπεία με το TENS δεν είχε σημαντική επίδραση.</p> <p>Στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις στις σχέσεις με τους άλλους, τη διάθεση και τον ύπνο βρέθηκαν μετά τη θεραπεία TENS (P<0,05).</p>

Πίνακας 4: TENS ΚΑΙ ΚΑΚΩΣΕΙΣ ΝΩΤΙΑΙΟΥ ΜΥΕΛΟΥ - ΣΠΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

ΑΡΘΡΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ - TENS	ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
<p><<Η αποτελεσματικότητα της προσθήκης του TENS σε πρόγραμμα συμβατικής φυσικοθεραπείας με σκοπό την αποκατάσταση της υποξείας σπαστικότητας, μετά από κάκωση νωτιαίου μυελού>>.</p> <p>Win Min Oo, to 2014</p>	N=16	<p><u>Ομάδες</u> «Πειραματική ομάδα»: ακολούθησε πρόγραμμα φυσικοθεραπείας 30 λεπτών, αφού πρώτα προηγήθηκε θεραπεία με TENS για 60 λεπτά. (n=8) «Ομάδα ελέγχου»: ακολούθησε μόνο το πρόγραμμα φυσικοθεραπείας. (n=8)</p> <p><u>Τοποθέτηση</u> Εφαρμόστηκαν 2 ηλεκτρόδια από κάθε κανάλι σε κάθε κοινό περνιαίο νεύρο, με τέτοιο τρόπο ώστε το 1ο ηλεκτρόδιο ανόδου τοποθετήθηκε πίσω από τη κεφαλή της περόνης και το 2ο ηλεκτρόδιο καθόδου εφαρμόστηκε πάνω στο εν τω βάθει περνιαίο νεύρο, 2 εκατοστά κάτω από τη κεφαλή της περόνης και 2 εκατοστά πιο κοντά στο οστό της κνήμης.</p> <p><u>Διάρκεια</u> Καθημερινές 60λεπτες θεραπείες καθημερινά για 3 εβδομάδες.</p> <p><u>Παραμετροποίηση</u> Συμμετρικά διφασικά ορθογώνια κύματα Συχνότητα: 100 Hz Διάρκειας παλμού: 0,2 msec Διάρκειας φάσης: 0,1 msec Ένταση: 15 mA</p>	composite spasticity score	<p>Αναλύθηκαν τα αποτελέσματα των σπασμών του αχιλλείου, του μυϊκού τόνου και του κλώνου στη περιοχή των πελματιαίων καμπτήρων. Μετά τη πρώτη συνεδρία, η μείωση της κλινικής σπαστικότητας βρέθηκε στατιστικά σημαντική στη πειραματική ομάδα ($p=0,002$), ενώ η ομάδα ελέγχου δεν έδειξε κάποια σημαντική μείωση.</p> <p>Στατιστικά σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε και μεταξύ των ομάδων ($P=0,006$). Μετά από 15 συνεδρίες, η πειραματική ομάδα παρουσίασε στατιστικά σημαντική μείωση στη κλίμακα της σπαστικότητας ($P<0,001$) και ειδικότερα στο μυϊκό τόνο ($P=0,006$) και στο κλώνο των πελματιαίων καμπτήρων ($P=0,003$). Μεταξύ των ομάδων, μετά τις 15 συνεδρίες, στατιστικά σημαντική διαφορά υπήρξε στα αποτελέσματα της σπαστικότητας ($P=0,001$) και του μυϊκού τόνου ($P=0,005$).</p> <p>Ο συνδυασμός του TENS με το πρόγραμμα της φυσικοθεραπείας ήταν ιδιαίτερα ευεργετικός στην αποκατάσταση ασθενών με υποξεία σπαστικότητα μετά από κάκωση νωτιαίου μυελού, βραχυπρόθεσμα (1η συνεδρία) και μακροπρόθεσμα (15η συνεδρία).</p>
<p><<Σύγκριση αποτελεσματικότητας του διαδερμικού ηλεκτρικού ερεθισμού TENS και του λειτουργικού ή ηλεκτρικού ερεθισμού FES, στη σπαστικότητα που παρουσιάζουν τα κάτω άκρα των ατόμων που έχουν υποστεί κάκωση νωτιαίου μυελού>>.</p> <p>Anjali Sivaramakrishnan et al., to 2018</p>	N=10	<p><u>Ομάδες</u> Ομάδα 1^η: ακολούθησε τη πρώτη μέρα συνεδρία με TENS, στη συνέχεια έγινε ένα 24ωρο διάλλειμα και την επόμενη μέρα της ακολούθησε συνεδρία με FES. Ομάδα 2^η: ξεκίνησε τη πρώτη μέρα θεραπείας με συνεδρία με FES, ακολούθησε ένα 24ωρο διάλλειμα και την επόμενη μέρα έκλεισε το πρόγραμμα με συνεδρία TENS. <u>Διάρκεια</u>: διάρκεια 30 λεπτών</p> <p><u>Τοποθέτηση</u> Στους τετρακεφάλους και προσαγωγούς μύες χρησιμοποιήθηκε ένα μόνο διπολικό κανάλι με 2 ηλεκτρόδια, με το ένα να τοποθετείται στα ανώτερα και το άλλο στα κατώτερα τριτημόρια του μηρού. Στους πελματιαίους καμπτήρες, χρησιμοποιήθηκε άλλο ένα διπολικό κανάλι.</p> <p><u>Παραμετροποίηση</u> TENS 4 διπολικών καναλιών Συχνότητα: 100 Hz Διάρκεια παλμού: 300 μs Η ένταση ρυθμίστηκε σε τέτοιο βαθμό ώστε να μη προκαλείται δυσφορία και μυϊκές συσπάσεις στους ασθενείς.</p>	MAS SCATS	<p>Μεταξύ των θεραπειών του TENS και του FES δεν υπήρξε κάποια στατιστικά σημαντική διαφορά ($P>0,05$). Τόσο το TENS όσο και το FES μείωσαν στατιστικά σημαντικά τη σπαστικότητα μέχρι και 4 ώρες στους προσαγωγούς του ισχίου και στους εκτεινόντες του γόνατος ($P<0,01$). Το FES παρουσίασε σημαντικότερες βελτιώσεις στη σπαστικότητα των προσαγωγών, ενώ το TENS ήταν πιο αποτελεσματικό στη μείωση της σπαστικότητας των εκτεινόντων του γόνατος.</p> <p>Οι τιμές στη κλίμακα SCATS, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές μειώσεις 1 ώρα μετά την ολοκλήρωση θεραπείας με το TENS ($P=0,01$) και 4 ώρες μετά την ολοκλήρωση της θεραπείας με το FES ($P=0,01$). 24 ώρες μετά την ολοκλήρωση του TENS και του FES δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές μειώσεις ($P>0,01$).</p> <p>Τα αποτελέσματα της κλίμακας MAS, έδειξαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις σε προσαγωγούς ισχίου και εκτεινόντες γόνατος, τόσο μετά από το TENS όσο και μετά το FES. Ωστόσο, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα στη κλίμακα MAS όσον αφορά τους πελματιαίους καμπτήρες, μετά από το TENS και το FES.</p>

Πίνακας 5: TENS ΚΑΙ ΜΕΘΕΡΠΗΤΙΚΗ ΝΕΥΡΑΛΓΙΑ

ΑΡΘΡΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ - TENS	ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
<p><<Η αποτελεσματικότητα του TENS και συγκεκριμένων αντιικών φαρμάκων στη πρόληψη της μεθερπητικής νευραλγίας>>.</p> <p>Aleksander Stepanović et al., 2015</p>	N=222	<p><u>Ομάδες</u> Ομάδα 1^η: εφαρμόστηκε αποκλειστικά TENS Ομάδα 2^η: χορηγήθηκαν αντιικά φάρμακα Ομάδα 3^η: έγινε συνδυασμός αντιικών φαρμάκων και TENS Ομάδα 4^η: ομάδα ελέγχου (Placebo).</p> <p><u>Παραμετροποίηση</u> Συχνότητα: 20-40 Hz Διάρκεια παλμού: 0,02 ms Ένταση: 3-30 mA.</p> <p><u>Τοποθέτηση</u> δύο ηλεκτρόδια της συσκευής TENS: το ένα συνδέθηκε κοντά στην έκφυση του προσβεβλημένου νεύρου και το άλλο στη πορεία αυτού. <u>Διάρκεια</u> 10-15 συνεδρίες, 30 λεπτά για 6 μήνες.</p>	VAS	<p>Όσο μεγαλύτεροι σε ηλικία ήταν οι ασθενείς, τόσο περισσότερες ήταν οι πιθανότητες να αποκτήσουν μεθερπητική νευραλγία (P=0.001). Επίσης, όσο μεγαλύτερη ήταν η αρχική ένταση πόνου, τόσο αυξάνονταν οι πιθανότητες για μεθερπητική νευραλγία (P=0.002).</p> <p>Μετά από την 6μηνη παρακολούθηση των ασθενών, φάνηκε πως οι πιθανότητες για νόσηση από οξεία και υποξεία ερπητική νευραλγία είναι μεγαλύτερες από ότι για μεθερπητική νευραλγία. Αυτό που αποδείχθηκε στατιστικά σημαντικό (P=0.001), ήταν πως η ομάδα που χρησιμοποίησε αποκλειστικά το TENS, εμφάνισε τις λιγότερες πιθανότητες να νοσήσει από υποξεία ερπητική νευραλγία. Οι πιθανότητες εμφάνισης πόνου στην ομάδα ελέγχου ήταν στατιστικά μεγαλύτερες σε σύγκριση με τις άλλες ομάδες.</p> <p>Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά μεγάλες διαφορές των συμπτωμάτων μεταξύ των ομάδων (αυθόρμητη αίσθηση πόνου, ένταση πόνου, παρουσία αλλωδυνίας, υπεραλγησίας και παραισθησίας)</p>
<p><<Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του TENS σε συνδυασμό με τη κοβαλαμίνη, στην ανακούφιση του πόνου και τη βελτίωση των καθημερινών δραστηριοτήτων στους ασθενείς με μεθερπητική νευραλγία>>.</p> <p>Gang Xu et. al., το 2014</p>	N=90	<p><u>Ομάδες</u> Ομάδα 1^η: εφαρμόστηκε TENS σε συνδυασμό με ενέσεις κοβαλαμίνης. (n=30) Ομάδα 2^η: εφαρμόστηκε TENS σε συνδυασμό με ενέσεις λιδοκαΐνης. (n=30) Ομάδα 3^η: εφαρμόστηκε TENS σε συνδυασμό με ενέσεις κοβαλαμίνης και λιδοκαΐνης. (n=30)</p> <p><u>Διάρκεια</u> Η έρευνα διήρκησε 8 εβδομάδες, 30 λεπτά θεραπεία.</p> <p><u>Τοποθέτηση</u> Ασύμμετροι παλμοί τετραγωνικού κύματος</p> <p><u>Παραμετροποίηση</u> Διάρκεια παλμού: 75 ms Συχνότητα: 100 Hz Η ένταση διέγερσης διαμορφώθηκε μέχρι το επίπεδο ανοχής του ασθενούς (40-60 mA)</p>	ZBPI PGI –S ADLS NRS VAS HRQOL	<p>Μετά από 56 ημέρες θεραπείας, η ομάδα που έλαβε TENS - κοβαλαμίνη και η ομάδα που έλαβε TENS – κοβαλαμίνη – λιδοκαΐνη είχαν στατιστικά σημαντικά και καλύτερα αποτελέσματα (στο συνεχή πόνο, στο παροξυσμικό και στην αλλοδυνία) από την ομάδα που έλαβε TENS – λιδοκαΐνη (P<0,05).</p> <p>Στις κλίμακες που αφορούσαν την ποιότητα ζωής και τις καθημερινές δραστηριότητες η ομάδα που έλαβε TENS - κοβαλαμίνη και η ομάδα που έλαβε TENS – κοβαλαμίνη – λιδοκαΐνη είχαν στατιστικώς σημαντικά και καλύτερα αποτελέσματα από την ομάδα που έλαβε TENS – λιδοκαΐνη (P<0.05).</p> <p>Συνολικά 44 ασθενείς από την ομάδα που έλαβε TENS - κοβαλαμίνη και την ομάδα που έλαβε TENS – κοβαλαμίνη – λιδοκαΐνη ανέφεραν μείωση του πόνου τουλάχιστον κατά 30% την ώρα που μόλις 6 άτομα από την ομάδα TENS – λιδοκαΐνη ανέφεραν μείωση πόνου κατά 30% (P<0.05).</p>

<p><<Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του TBM (Tennant Biomodulator) στη χρόνια μεθερπητική νευραλγία>>.</p> <p>Malcolm R. et al., το 2015</p>	<p>N=20</p>	<p><u>Ομάδες</u> Ομάδα 1^η: «TBM» (n=10) Ομάδα 2^η: «Placebo» (n=10) Όλοι οι ασθενείς που συμμετείχαν είχαν διαγνωστεί από επαγγελματία υγείας με χρόνια μεθερπητική νευραλγία και ο κύριος πόνος εντοπιζόταν στη περιοχή του ώμου.</p> <p><u>Διάρκεια</u> Θεραπεία για 15 λεπτά σε διάστημα 3 με 7 ημερών.</p>	<p>NPSS</p>	<p>Κάθε ασθενής που αρχικά υποβλήθηκε σε θεραπεία με τη ψεύτικη συσκευή TBM, επέλεξε να αλλάξει ομάδα θεραπείας μετά από τρεις διαδοχικές ημέρες. Ο λόγος ήταν ότι η ψεύτικη συσκευή δεν ανακούφιζε τους ασθενείς από τα συμπτώματά τους.</p> <p>Η πλειοψηφία των ασθενών που έλαβε θεραπεία με την αληθινή συσκευή TBM (είτε τις πρώτες μέρες είτε τις επόμενες) ανέφερε στατιστικά σημαντική μείωση νευροπαθητικού πόνου στη κλίμακα αξιολόγησης NPSS ($p < 0.001$). Ειδικότερα, η μέση ποσοστιαία μείωση στη κλίμακα ήταν 39,9%.</p>
--	-------------	---	-------------	---

Πίνακας 6: TENS ΚΑΙ ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΟΣ ΠΟΝΟΣ

ΑΡΘΡΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ - TENS	ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
<p>ΟΛΙΚΗ ΑΡΘΡΟΠΛΑΣΤΙΚΗ ΓΟΝΑΤΟΣ</p> <p><<Η αποτελεσματικότητα του TENS στη μείωση του πόνου και της υπεραλγησίας και στην αύξηση της λειτουργικής ικανότητας ατόμων που έχουν υποβληθεί σε επέμβαση ολικής αρthroπλαστικής γόνατος>>.</p> <p>Barbara A Rakel et al., το 2014</p>	<p>N=317</p>	<p>317 ασθενείς χωρίστηκαν σε 3 ομάδες, όπου η 1η ομάδα ακολούθησε θεραπεία με TENS, στη 2η ομάδα εφαρμόστηκε placebo TENS και στη 3η χορηγήθηκε μόνο η τυπική φαρμακευτική αγωγή αναλγησίας. Να σημειωθεί πως και στις 3 ομάδες χορηγήθηκε φαρμακευτική αγωγή αναλγησίας. Σχετικά τώρα με την εφαρμογή του TENS, χρησιμοποιήθηκαν 4 κυκλικά ηλεκτρόδια τα οποία τοποθετήθηκαν 2 ίντσες περιφερικά της χειρουργικής τομής. Το μηχάνημα του TENS παρήγαγε μία ισορροπημένη ασύμμετρη διφασική κυματομορφή με εναλλασσόμενους παλμούς μεταξύ των καναλιών με συχνότητα 150 Hz, διάρκεια παλμού 150 μs και την υψηλότερη ανεκτή ένταση η οποία κατά μέσο όρο ήταν στα 42 mA. Το TENS χρησιμοποιήθηκε 1 με 2 φορές τη μέρα, για 6 εβδομάδες και εφαρμόστηκε 20 λεπτά πριν από κάθε συνεδρία φυσικοθεραπευτικής άσκησης και συνεχίστηκε μέχρι το τέλος της συνεδρίας.</p>	<p>21 NRS SCALE</p>	<p>Οι ασθενείς της ομάδας του TENS, ένωσαν λιγότερο πόνο μετεγχειρητικά κατά την ενεργητική έκταση του γόνατος ($p=0,019$) και κατά τη γρήγορη βάδιση ($p=0,006$) από ότι οι συμμετέχοντες της 3ης ομάδας που ακολούθησαν απλά φαρμακευτική αγωγή. Τόσο η ομάδα του TENS όσο και η ομάδα του placebo TENS, σημείωσαν χαμηλότερα επίπεδα υπεραλγησίας από ό,τι η ομάδα της απλής φαρμακευτικής αγωγής. Επομένως, υπάρχει η επιρροή του placebo.</p> <p>Οι ασθενείς της ομάδας TENS που είχαν χαμηλά επίπεδα άγχους και δεν περιέγραφαν την αίσθηση του πόνου που βίωναν με υπερβολικό τρόπο, είχαν στατιστικά μεγαλύτερη μείωση στον πόνο στον έλεγχο των 6 εβδομάδων σε σύγκριση με εκείνους που σημείωσαν υψηλή βαθμολογία άγχους και αντιδρούσαν υπερβολικά στο πόνο ($p=0,002$ και $p=0,03$).</p> <p>Δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ και των τριών ομάδων στην αξιολόγηση που έγινε μετά από 6 εβδομάδες, το οποίο τονίζει ότι το TENS δεν ήταν αποτελεσματικό πέρα από την άμεση μετεγχειρητική περίοδο.</p>

<p>ΟΛΙΚΗ ΑΡΘΡΟΠΛΑΣΤΙΚΗ ΓΟΝΑΤΟΣ</p> <p><<Η επίδραση που έχει το burst TENS στον πόνο κατά τη διάρκεια της νοσηλείας ασθενών μετά από ολική αρθροπλαστική γόνατος και διερευνήθηκε αν το burst TENS συνεχίζει να επιφέρει αναλγητικά αποτελέσματα μετά από 4 ή 5 ημέρες θεραπείας>>.</p> <p>David Beckwée et al., το 2018</p>	<p>N=53</p>	<p><u>Ομάδες</u> Ομάδα 1^η: «Burst TENS» (n=15) Ομάδα 2^η: «Placebo» (n=28)</p> <p><u>Τοποθέτηση</u> Τα ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν 10 cm πάνω από την άρθρωση του γόνατος καθώς και στη μέση και πλευρική όψη της ουλής.</p> <p><u>Διάρκεια</u> Καθημερινή χρήση για 40 λεπτά κατά τη διάρκεια συνεχούς παθητικής κινητοποίησης σε μηχανήμα CPM. (Για 4-5 μέρες)</p> <p><u>Παραμετροποίηση</u> Διάρκεια παλμού: 250μs Εσωτερική συχνότητα: 100 Hz, Συχνότητα burst: 3 Hz. Δυνατότερη ανεκτή ένταση</p>	<p>VAS</p>	<p>Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μεταξύ των ομάδων δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά την ένταση του πόνου για κάθε μία από τις 5 μετεγχειρητικές ημέρες (P> 0,05).</p> <p>Τόσο στην ομάδα του burst TENS όσο και στην ομάδα του burst TENS που δεν παρήγαγε ερέθισμα, δεν σημειώθηκε κάποια εξέλιξη, σχετικά με τον πόνο στο γόνατο, με τη πάροδο του χρόνου και της θεραπείας (P>0,05).</p>
<p>ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΕΞΩΚΑΨΙΚΩΝ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ ΙΣΧΙΟΥ</p> <p><<Η αποτελεσματικότητα του TENS στην ένταση του πόνου και στη κινητικότητα της άρθρωσης του ισχίου στην οξεία μετεγχειρητική περίοδο>>.</p> <p>Michal Elboim-Gabyzon et al., 2019</p>	<p>N=41</p>	<p><u>Ομάδες</u> Ομάδα 1^η: «TENS» (n=23) Ομάδα 2^η: «Placebo» (n=18) Οι ασθενείς και των 2 ομάδων έλαβαν τη τυπική μετεγχειρητική θεραπεία, η οποία ξεκίνησε 24 ώρες μετά τη χειρουργική επέμβαση.</p> <p><u>Τοποθέτηση</u> Πριν από τη βιάδισι, 4 ηλεκτρόδια ηλεκτρικής νευρομυϊκής διέγερσης προσκολλήθηκαν στο δέρμα, στις 2 πλευρές της χειρουργικής τομής. Την 1η μέρα, το TENS χορηγήθηκε μετά τη φυσικοθεραπεία, ενώ από τη 2η έως τη 5η μέρα το TENS εφαρμόστηκε αρχικά κατά τη διάρκεια της άσκησης και στη συνέχεια στη φάση της ανάπαυσης.</p> <p><u>Διάρκεια</u> Η εφαρμογή κάθε πρωινό με διάρκεια 30 λεπτών για διάστημα 5 ημερών.</p> <p><u>Παραμετροποίηση</u> Ηλεκτρικό ρεύμα διφασικής συμμετρικής κυματομορφής Συχνότητα: 100 Hz Διάρκεια παλμού: 200 μsec Υψηλότερη ανεκτή ένταση</p>	<p>NRS FAC SIT TO STAND 2MWD</p>	<p>Οι δύο ομάδες παρουσίασαν σημαντικότερες μειώσεις στην ένταση του πόνου τη 5η μετεγχειρητική ημέρα στη φάση ανάπαυσης και κατά τη διάρκεια της νύχτας σε σχέση με τη πρώτη και δεύτερη μετεγχειρητική ημέρα.</p> <p>Σημειώθηκε μεγαλύτερη μείωση του πόνου κατά τη διάρκεια της βιάδισις στην ομάδα του TENS σε σύγκριση με την άλλη ομάδα όπου το TENS δεν παρήγαγε κάποιο ερέθισμα (P=0,0011). Η μέση βαθμολογία της κλίμακας NRS που αφορούσε τον πόνο κατά τη διάρκεια της βιάδισις ήταν σταθερά χαμηλότερη στην ομάδα του ενεργού TENS (από την 3η έως τη 5η μέρα).</p> <p>Το επίπεδο διέγερσης και κινητικότητας όπως μετρήθηκε από τη κλίμακα FAC, βελτιώθηκε σημαντικά και στις δύο ομάδες. Ωστόσο, μεγαλύτερη βελτίωση υπήρξε στην ομάδα του ενεργού TENS.</p> <p>Αναφορικά τώρα με το 2MWT, σημαντικότερα αποτελέσματα σημειώθηκαν πάλι στην ομάδα του ενεργού TENS. Αντιθέτως, στη δοκιμασία των 5 επαναλήψεων STS δεν φάνηκε διαφορά μεταξύ των ομάδων.</p>

<p>ΘΩΡΑΚΟΤΟΜΗ</p> <p><<Η αποτελεσματικότητα του TENS στην ανακούφιση του πόνου ασθενών που υποβλήθηκαν σε χειρουργείο θωρακοτομής>>.</p> <p>Celal Bugra Sezen et al., του 2017</p>	<p>N=87</p>	<p><u>Ομάδες</u> Ομάδα T: ακολούθησε θεραπεία με TENS. (n=43) Ομάδα C: Placebo (n=44)</p> <p><u>Τοποθέτηση</u> Τέσσερα αποστειρωμένα ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν 1 με 2 εκατοστά γύρω από τη θωρακοτομή σε παράλληλη διάταξη μεταξύ τους.</p> <p><u>Παραμετροποίηση</u> Συχνότητα: 100 Hz Διάρκεια παλμού: 100 μs.</p> <p><u>Διάρκεια</u> Το TENS εφαρμοζόταν κάθε 8 ώρες.</p>	<p>VAS</p>	<p>Δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά τα δημογραφικά χαρακτηριστικά και τη διάρκεια νοσηλείας μεταξύ των δύο ομάδων.</p> <p>Δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων αναφορικά με τις επιπλοκές, με τις ατελεκτασίες να αποτελούν την πιο συχνή επιπλοκή.</p> <p>Όσον αφορά την αξιολόγηση του πόνου, η κλίμακα VAS έδειξε πως τις πρώτες 3 μετεγχειρητικές ημέρες, οι τιμές του πόνου στην ομάδα T ήταν σημαντικά χαμηλότερες σε σχέση με την ομάδα C (P= 0,001, P<0.001 και P=0,003 για κάθε μετεγχειρητική ημέρα αντίστοιχα).</p>
<p>ΒΟΥΒΩΝΟΚΗΛΗ</p> <p><<Η επίδραση που έχει το TENS στο μετεγχειρητικό πόνο, στις αλλαγές των ζωτικών σημείων και στην ικανοποίηση των ασθενών μετά από χειρουργική επέμβαση βουβωνοκήλης>>.</p> <p>Emel Yilmaz et al., του 2018</p>	<p>N=52</p>	<p><u>Ομάδες</u> «Ομάδα παρέμβασης», «Placebo»</p> <p><u>Παραμετροποίηση</u> Ρεύμα ασύμμετρης διφασικής κυματομορφής Συχνότητα: 100 Hz Διάρκεια παλμού: 100 μs Μέγιστη ανεκτή ένταση (αποφυγή μυϊκής έντασης)</p> <p><u>Τοποθέτηση</u> Το ένα κανάλι των 2 ηλεκτροδίων τοποθετήθηκε στη μία πλευρά της χειρουργικής τομής και το άλλο κανάλι στην άλλη πλευρά της τομής.</p> <p><u>Διάρκεια</u> Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 5 συνεδρίες TENS (αμέσως μετά το χειρουργείο, 2 ώρες, 4 ώρες, 8 ώρες και 24 ώρες μετά) διάρκειας 30 λεπτών.</p>	<p>VAS</p> <p>SATISFACTION SCALE</p>	<p>Μετά την χειρουργική επέμβαση και πριν την έναρξη των θεραπειών με το TENS, οι βαθμολογίες VAS μεταξύ των ομάδων δεν διέφεραν. Όταν ξεκίνησαν οι θεραπείες με το TENS, πραγματοποιήθηκαν μετεγχειρητικές αξιολογήσεις με την VAS στην έναρξη των θεραπειών, μετά από 2 ώρες, 4 ώρες, 8 ώρες και 24 ώρες αντίστοιχα.</p> <p>Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η ομάδα παρέμβασης είχε στατιστικά σημαντικά χαμηλότερες τιμές πόνου στη κλίμακα VAS σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου (P<0,05).</p> <p>Παράλληλα, η ικανοποίηση των ασθενών για την νοσηλευτική τους περίθαλψη ήταν υψηλότερη στην ομάδα παρέμβασης σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (P<0,05). Τέλος, δεν σημειώθηκαν αλλαγές στα ζωτικά σημεία των ασθενών προ και μετά TENS.</p>

<p>ΑΡΘΡΟΣΚΟΠΗΣΗ ΩΜΟΥ</p> <p><<Η αποτελεσματικότητα που έχει το TENS στη μετεγχειρητική ανακούφιση του πόνου μετά από αρθροσκόπηση για την αποκατάσταση του στροφικού πετάλου του ώμου>>.</p>	<p>N=37</p>	<p><u>Ομάδες</u> «Ομάδα TENS» (n=21) «Placebo» (n=16)</p> <p><u>Παραμετροποίηση</u> Συχνότητα: 150 Hz Διάρκεια παλμού: 150 μs. Ισορροπημένη, ασύμμετρη, διφασική κυματομορφή με εναλλασσόμενους παλμούς μεταξύ των καναλιών Υψηλότερη ανεκτή ένταση</p> <p><u>Διάρκεια</u> 45 λεπτά, 4 φορές την ημέρα για την περίοδο της 1ης μετεγχειρητικής εβδομάδας.</p> <p>Όσον αφορά την placebo μονάδα του TENS, λειτούργησε μόνο για τα πρώτα 30 δευτερόλεπτα και τα επόμενα 15 δευτερόλεπτα οι παράμετροι σταδιακά μειώνονταν μέχρι που δεν παραγόταν καθόλου ρεύμα.</p> <p>Επίσης, όλοι οι ασθενείς λάμβαναν Percocet 5/325 mg σε περιπτώσεις έντονου πόνου.</p>	<p>VAS</p>	<p>Την 1η μετεγχειρητική εβδομάδα οι ασθενείς στην ομάδα του ενεργού TENS σημείωσαν σημαντικά χαμηλότερα αποτελέσματα πόνου στη κλίμακα VAS σε σύγκριση με την ομάδα του placebo TENS ($3,6 \pm 2,1$ έναντι $5,8 \pm 1,2$, $P=0,008$).</p> <p>Η μετεγχειρητική κατανάλωση του φαρμάκου Percocet ήταν χαμηλότερη στην ομάδα του ενεργού TENS τόσο κατά τη διάρκεια των πρώτων 48 ωρών όσο και κατά τη πρώτη μετεγχειρητική εβδομάδα ($25,2 \pm 9,9$ έναντι $33,8 \pm 14,3$, $P=0,037$).</p>
--	-------------	---	------------	--

Πίνακας 7: TENS ΚΑΙ ΑΓΓΕΙΑΚΟ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΕΠΕΙΣΟΔΙΟ

ΑΡΘΡΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ - TENS	ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
<p>«Οι επιδράσεις της άσκησης σε συνδυασμό με TENS στη σπαστικότητα, την ισορροπία και το βάδισμα σε ασθενείς με χρόνιο εγκεφαλικό επεισόδιο: τυχαίοποιημένη δοκιμή.»</p> <p>Park, J., Seo, D., Choi, W. and Lee, S., 2014.</p>	<p>N=37</p>	<p><u>Ομάδες</u> «TENS Group» (n=17) και «Placebo TENS» (n=17). Η θεραπευτική άσκηση συμπεριλάμβανε άσκηση one-to-one ROM.</p> <p><u>Διάρκεια</u> 5 συνεδρίες διάρκειας 30 λεπτών/ 6 εβδομάδες.</p> <p><u>Τοποθέτηση</u> 2 ηλεκτρόδια 5 cm² στο προσβεβλημένο κάτω άκρο στη πλευρά και στα μέσα του τετρακέφαλου.</p> <p><u>Παραμετροποίηση</u> Συχνότητα 100 Hz Πλάτος παλμού 200 μs Ένταση υψηλότερη ανεκτή</p>	<p>Mini-Mental State Examination, κλίμακα Ashworth (MAS), συσκευή Good Balance, τεστ Timed Up and Go (TUG) και ο αναλυτής βάρδισης OptoGait</p>	<p>Η «TENS Group» έδειξε περισσότερες σημειώσεις στη κλίμακα Ashworth από την placebo εκδοχή της ($p<0.05$).</p> <p>Τα τεστ της δυναμικής ισορροπίας εμφάνισαν σημαντική διαφορά στην ομάδα «TENS Group» με $P<0.05$.</p> <p>Στην ομάδα «TENS Group» το τεστ ανάλυσης βάρδισης εμφάνισε σημαντικές διαφορές σε σύγκριση με την άλλη ομάδα όσον αφορά την ταχύτητα, το ρυθμό, την απόσταση βήματος και το μήκος του διασκελισμού της προσβαλλόμενης πλευράς ($P<0.05$).</p> <p>στην ομάδα «Placebo TENS» παρατηρήθηκε διαφορά στην ταχύτητα του βήματος με $P<0.05$.</p>

<p>«Οι επιδράσεις της προπόνησης sit-to-stand σε συνδυασμό με συσκευές TENS στη σπαστικότητα, τη μυϊκή δύναμη και την ικανότητα ισορροπίας σε ασθενείς με εγκεφαλικό επεισόδιο: Τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή.»</p> <p>Jung, K.S., In, T.S. and Cho, H.Y., 2017</p>	<p>N=41</p>	<p><u>Ομάδες</u> «TENS Group» (n=20) και «Placebo TENS» (n=21).</p> <p>Εκπαίδευση sit-to-stand: 15 λεπτά.</p> <p><u>Τοποθέτηση</u> Τα ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν πάνω στην πορεία του περιφερικού νεύρου της προσβεβλημένης περιοχής.</p> <p><u>Παραμετροποίηση</u> Συχνότητα= 100 Hz Διάρκεια παλμού= 200 ms Ένταση= χωρίς να πραγματοποιείται μυϊκή σύσπαση.</p> <p><u>Διάρκεια</u> 5 συνεδρίες την εβδ./ 6 εβδ.</p>	<p>Πλατφόρμας Wii Balance Board (WBB), δυναμόμετρο Model 01163, Composite Spasticity Score (CSS), κλίμακα Ashworth Scale.</p>	<p>Μετά τις συνεδρίες αναφέρεται ότι τα μέλη στην ομάδα «TENS Group» εμφάνισαν υψηλότερη μυϊκή δύναμη του εκτεινόντα του ισχίου αλλά και σημαντικότερη βελτίωση στη στάση του σώματος σε σύγκριση με την δεύτερη ομάδα.</p> <p>Αναφέρθηκαν βελτιώσεις στη δύναμη των εκτεινόντων του ισχίου, ενώ στον αντίποδα οι εκτεινόντες των υπόλοιπων αρθρώσεων που σχετίζονται με τη λειτουργική κίνηση του καθίσματος δεν παρουσίασαν σημαντική αύξηση της δύναμής τους.</p> <p>Επιβεβαιώθηκε ότι η ομάδα των ασθενών με εγκεφαλικό επεισόδιο που υποβλήθηκαν στο πρόγραμμα με τα ενεργοποιημένα ηλεκτρόδια στο περονικό νεύρο εμφάνισαν σημαντικότερες βελτιώσεις στη μυϊκή δύναμη, τη σπαστικότητα και την ισορροπία από την ομάδα που έλαβε το εικονικό θεραπευτικό πρόγραμμα.</p>
<p>«Η διμερής διέγερση διαμέσου TENS βελτιώνει τη κινητική λειτουργία του κάτω άκρου σε άτομα με χρόνια εγκεφαλικό επεισόδιο: τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή.»</p> <p>Kwong, P.W., Ng, G.Y., Chung, R.C. and Ng, S.S., 2018.</p>	<p>N=80</p>	<p><u>Ομάδες</u> «Bi-TENS+TOT, «Uni-TENS+TOT».</p> <p><u>Παραμετροποίηση</u> Συχνότητα: 100 Hz Πλάτος παλμού 0,2 ms, Ένταση: στο διπλάσιο του αισθητικού ορίου αποφεύγοντας την έναρξη μυϊκής σύσπασης.</p> <p><u>Διάρκεια</u> 20 συνεδρίες/ 3 εβδομάδες.</p> <p><u>Ηλεκτρόδια</u> διαστάσεις 40×41 mm</p> <p><u>Τοποθέτηση</u> Στη περιοχή του ιγνυακού βόθρου.</p> <p>Πρόγραμμα TOT: 6 ασκήσεις κάθε μια διάρκειας 10 λεπτών (1 ώρα</p>	<p>κλίμακα Berg, Test Timed Up and Go, δυναμόμετρο Nicholas, δυναμόμετρο Cybex 6000, Step Test, Lower Extremity Motor Coordination Test</p>	<p>Τα αποτελέσματα της εκπαίδευσης σε όλα τα μέτρα διατηρήθηκαν σχεδόν 3 μήνες μετά τη λήξη του προγράμματος, με μοναδική εξαίρεση την ισχύ των πελματιαίων καμπτηρών.</p> <p>Η «Bi-TENS+TOT» παρουσίασε μεγαλύτερη βελτίωση σχετικά με το πως ανταπεξήλθε το μυϊκό σύστημα από ό,τι η «Uni-TENS+TOT».</p> <p>Και οι δύο θεραπείες είχαν ως αποτέλεσμα σημαντικές βελτιώσεις στη δύναμη, στη ροπή και στην αντοχή των επιμέρους μελών που επεμβαίνανε.</p>

Πίνακας 8: TENS ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΟΣ ΠΟΝΟΣ

ΑΡΘΡΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ - TENS	ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
<p>«Η αποτελεσματικότητα της διαδερμικής διέγερσης των ηλεκτρικών νεύρων στη θεραπεία του χρόνιου πυελικού πόνου.»</p> <p>Sharma, N., Rekha, K. and Srinivasan, J.K., 2017.</p>	N=122	<p>4 ομάδες :</p> <p>G1= συχνότητα <25 Hz G2= συχνότητα 25-75Hz G3= συχνότητα 75-100 Hz G0= εικονική θεραπεία (placebo)</p> <p>Τα ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν στην περιοχή T10 σύμφωνα με τα δερμοτόμια και η ένταση έφτασε μέχρι τα ανεχτά όρια σε κάθε άτομο ξεχωριστά.</p> <p>10 συνεδρίες 30 λεπτά/ 2 εβδομάδες.</p>	<p>Η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ενός ερωτηματολογίου υ βαθμολόγησης (αναλογική κλίμακα 1-10).</p>	<p>Στην G1 (n=30) σημειώθηκε σημαντική μείωση του αναφερόμενου πόνου. ($P = 0,0001$).</p> <p>Στην G2 (n=32) ο πόνος εμφάνισε σχετική μείωση. ($P = 0,0001$)</p> <p>Στην G0 δεν σημειώθηκε σημαντική μείωση του πόνου. ($P = 0,071$)</p> <p>Στην G3 εμφάνισε μείωση του πόνου ($P=0,0001$)</p> <p>Η εφαρμογή υψηλότερης συχνότητας προσδίδει καλύτερα αποτελέσματα στη μέγιστη ανακούφιση από τον πόνο ($P = 0,0001$, $t = 12,5$, $SED = 1,66$).</p>
<p>«Τυχοποιημένη μελέτη με σκοπό τη διερεύνηση της επίδρασης ενός προγράμματος θεραπευτικής εκπαίδευσης σε ασθενείς που πάσχουν από χρόνιο πόνο στην πλάτη σε συνδυασμό με διαδερμική διέγερση ηλεκτρικού νεύρου »</p> <p>Garaud, T. et al., 2018.</p>	N=97	<p><u>Ομάδες</u> «Group TENS» (n=50) και «Group TENS-TEP» (n=47).</p> <p><u>Τοποθέτηση</u> 2 ορθογώνια ηλεκτρόδια διάστασης 90 x 45 στην πάσχουσα περιοχή και ακόμα 2 στην περιοχή από όπου διέρχεται το νεύρο (πρέπει να το κοιτάξω)</p> <p><u>Παραμετροποίηση</u> Συχνότητα: 80-100Hz Διάρκεια παλμού: 100-400 μs Υψηλότερη ανεκτή ένταση.</p> <p><u>Διάρκεια</u> 6 μήνες /3 έως 4 καθημερινές συνεδρίες 1 έως 2 ώρες</p>	<p>Roland–Morris, EIFEL, DN4 Neuropathic Pain Diagnostic Questionnaire, ερωτηματολόγιο Ντάλας.</p>	<p>Η βαθμολογία EIFEL σημείωσε σημαντική εξέλιξη με την πάροδο του χρόνου μεταξύ των ομάδων.</p> <p>Η βαθμολογία Ντάλας δεν σημείωσε ιδιαίτερη εξέλιξη μεταξύ των ομάδων.</p> <p>Η βαθμολογία DN4 μεταξύ των ομάδων δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές ($P = 0.95$)</p> <p>Με ειδικούς υπολογισμούς οι ερευνητές έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι ο συνδυασμός TEP-TENS θα μπορούσε σε διάστημα 6 μηνών να βελτιώσει σημαντικά την βαθμολογία EIFEL.</p> <p>Σχετικά με την εξέλιξη του πόνου και τον πόνο κίνησης δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές όσο αφορά τη πλάτη και τα πόδια.</p> <p>Τον 6ο μήνα, δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων ($P=0,85$) όσον αφορά τα αναλγητικά και τον κοινωνικό αντίκτυπο.</p>

<<ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ TENS>>

<<CLINICAL APPLICATIONS OF TENS>>

<p>« Η διαδερμική διέγερση ηλεκτρικού νεύρου (TENS) μειώνει τον πόνο και αναστέλλει την ανάγκη φαρμακευτικής αναλγησίας κατά τη διάρκεια της εργασίας: μια τυχαίοποιημένη δοκιμή»</p> <p>Santana, L.S. et al., 2016.</p>	<p>N=46</p>	<p><u>Ομάδες</u> «Experimental Group» και «Control Group» (placebo).</p> <p><u>Τοποθέτηση</u> Ηλεκτρόδια μεγέθους 5x9 cm. 2 ηλεκτρόδια παρασπονδύλια στα επίπεδα Θ10 έως 01 και Ι2 έως Ι4.</p> <p><u>Παραμετροποίηση</u> Συχνότητα: 100 Hz Διάρκεια παλμού: 100 ms Μέγιστη ανεκτή ένταση</p> <p><u>Διάρκεια</u> 30 λεπτά.</p>	<p>Αναλογική κλίμακα VAS, APGAR</p>	<p>Το 69% της ομάδας «Experimental Group» και το 70% της ομάδας «Control Group» ταξινόμησαν τον πόνο ως 7 πριν από την επέμβαση.</p> <p>Μετά την παρέμβαση, στην ομάδα «Experimental Group» το 34% ανέφερε πόνο 7 mm σε αντίθεση με το 83% της ομάδας «Control Group».</p> <p>Η παρέμβαση χαρακτηρίστηκε ως εξαιρετική από το 74% των συμμετεχόντων στην «Experimental Group» και 70% στην «Control Group» Καταγράφηκε ανακούφιση από πόνο και το άγχος κατά τη διάρκεια του προγράμματος.</p> <p>Όλοι οι συμμετέχοντες στην πρώτη ομάδα αλλά και το 94% της δεύτερης ομάδας δήλωσαν ότι θα προτιμούσαν να λάβουν τον ίδιο τύπο φροντίδας και σε κάποια άλλη πιθανή μελλοντική κυσφορία</p>
--	-------------	---	-------------------------------------	---

Πίνακας 9: TENS ΚΑΙ ΙΝΟΜΥΑΛΓΙΑ

ΑΡΘΡΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ - TENS	ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
<p>«Η διαδερμική ηλεκτρική διέγερση των νεύρων (TENS) μειώνει τον πόνο, την κόπωση και την υπεραλγησία που προέρχονται από τη πρωτογενή ινομυαλγία.»</p> <p>Dailey, D.L. et al., 2013.</p>	<p>N=43</p>	<p><u>Διαχωρισμός ομάδων</u> «active TENS», «placebo TENS», «no TENS».</p> <p><u>Διάρκεια</u> 30 λεπτά η συνεδρία μία φορά την εβδομάδα/ τρεις εβδομάδες.</p> <p><u>Παραμετροποίηση</u> Συχνότητα: 100 Hz Διάρκεια παλμού: 200 ms Μέγιστη ανεκτή ένταση</p> <p><u>Τοποθέτηση</u> Στην αυχενική θωρακική διασταύρωση (n=19) ή στην οσφυϊκή-ιερή διασταύρωση (n=24)</p>	<p>Pressure Pain Threshold (PPT) Conditioned Pain Modulation (CPM), inclinometer method for ROM, Sit to Stand Test (FTSTS), Single Leg Stance (SLS), VAS, 6MWT, FIQ</p>	<p>Ο πόνος σε κατάσταση ηρεμίας δεν σημείωσε σημαντική διαφορά σε καμία από τις ομάδες.</p> <p>Ο πόνος κατά τη διάρκεια κίνησης ήταν σημαντικά μικρότερος στους ασθενείς της «active TENS» (scr0,05)</p> <p>Οι μετρήσεις του PPT και του CPM ήταν σημαντικά μεγαλύτερες στην ομάδα με τα τις ενεργοποιημένες συσκευές. (p <0,01)</p> <p>Δεν υπήρξαν ευδιάκριτες αλλαγές στις κλίμακες αξιολόγησης ROM, SLS, FTSTS και 6MWT. (p<0.01)</p>

<p>«Διερεύνηση της αποτελεσματικότητας της ταυτόχρονης χρήσης συσκευών TENS στο πόνο που οφείλεται στην ινομυαλγία.»</p> <p>Lauretti, G.R., Chubaci, E.F. and Mattos, A.L., 2013.</p>	<p>N=39</p>	<p><u>Διαχωρισμός ομάδων</u> «Placebo Group» (PG), «Single group»(SG), «Double Group»(DG)</p> <p><u>Διάρκεια</u> 7 συνεχόμενες μέρες με θεραπείες των 20 λεπτών επαναλαμβανόμενες κάθε 12 ώρες</p> <p><u>Παραμετροποίηση</u> Συχνότητα =2 Hz (1-4 Hz)και 100Hz (50-120 Hz) Ένταση = 60mA Πλάτος παλμού = 200 μs</p>	<p>Κλίμακα VAS</p>	<p>Η ομάδα DTG παρουσίασε στη καταμέτρηση της κόπωσης τη σημαντικότερη βελτίωση (p. 0,05) καθώς και στον ύπνο (p \ 0,05).</p> <p>Η ομάδα PG ήταν η μοναδική που παρουσίασε ανακούφιση από τον πόνο με βαθμολογία 8 cm (p=0,05).</p> <p>Οι ομάδες STG και DTG εμφάνισαν μείωση των αναλγητικών χαπιτών.</p>
<p>«Οφέλη συσκευών TENS κατά τη διάρκεια άσκησης στην αποκατάσταση ασθενών με ινομυαλγία.»</p> <p>Dailey, D.L. et al., 2020</p>	<p>N=301</p>	<p><u>Ομάδες</u> «Active TENS» (n=103), «Placebo TENS» (n=99), «No TENS» (n=99)</p> <p><u>Παραμετροποίηση</u> Συχνότητα: 2–125 Hz Διάρκεια παλμού: 200 msec Υψηλότερη ανεκτή ένταση διέγερσης.</p> <p>Οι συμμετέχοντες χρησιμοποιούσαν την συσκευή στο σπίτι κατά τη διάρκεια δραστηριότητας δύο ωρών την ημέρα για 4 εβδομάδες.</p> <p>TENS=30 λεπτά</p>	<p>Αριθμητική κλίμακα NRS, 6MWT, BPI, FIQ, TSK, PCS, PSEQ, SF-36, GIC και PROEQ.</p>	<p>Παρατηρήθηκαν σημαντικές βελτιώσεις στην «Active TENS» όσο αφορά την μείωση πόνου κίνησης, τη μείωση της αναφερόμενης κόπωσης αλλά και στις κλίμακες αξιολόγησης NRS, BPI και FIQ ($P < 0, 05$).</p> <p>Δεν αναφέρθηκαν ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ των ομάδων σχετικά με το φόβο κίνησης (TSK), την καταστροφή του πόνου (PCS), την αυτο-αποτελεσματικότητα (PSEQ), το άγχος (PROMIS) ή την ποιότητα ζωής (SF-36), πέρα από μια μικρή μείωση της κατάθλιψης (PROEQ).</p> <p>Βελτίωση του πόνου στο 70% στην «Active TENS», το 31% στην «Placebo TENS» ($P < 0,0001$) και 9% στην «No TENS» ($P < 0,0001$). Ο πόνος μειώθηκε κατά $\geq 30\%$, η κόπωση μειώθηκε κατά $\geq 20\%$ και η βελτίωση της λειτουργίας στην καθημερινότητα αυξήθηκε κατά $\geq 20\%$. Στον αντίποδα, τα αδύναμα στατιστικά αποτελέσματα της «Placebo TENS» και της «No TENS» ενίσχυσαν την αξία της αλλά και τη θεραπευτική βάση της μεθόδου TENS.</p>

Πίνακας 10: TENS ΣΕ ΚΑΡΚΙΝΙΚΟ ΠΟΝΟ ΚΑΙ TENS ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΧΗΜΕΙΟΘΕΡΑΠΕΙΑ

ΑΡΘΡΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ - TENS	ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
<p>« Διαδερμική ηλεκτρική νευρική διέγερση σε ασθενείς με οξύ πόνο που προκαλείται από το καρκίνο. Τυχαιοποιημένη, ελεγχόμενη, πειραματική δοκιμή.»</p> <p>Siemens, W., Boehlke, C., Bennett, M. I., Offner, K., Becker, G., & Gaertner, J. (2020)</p>	N=20	<p>Ομάδες=«TENS», «Placebo»</p> <p>Παραμετροποίηση Συχνότητα: 100 Hz Υψηλότερη δυνατή ανεκτή ένταση (κάθε 0,5 sec μειωνόταν κατά 40%)</p>	<p>NRS, η αριθμητική κλίμακα VRS, ερωτηματολόγιο EORTC QLQ-C3, σύστημα ταξινόμησης του πόνου Edmonton, ερωτηματολόγιο Douleur Neuropathique en 4.</p>	<p>Συνολικά 17 ασθενείς αναφέρουν μείωση της αίσθησης του πόνου σύμφωνα με το VRS ($p = 0,0428$).</p> <p>Δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές στις αξιολογήσεις ECOG, και DN4 μεταξύ των ομάδων.</p> <p>Η κατανάλωση οπιοειδών δεν μειώθηκε σε καμία ομάδα περισσότερο από 50%.</p> <p>Κατά μέσο όρο οι ασθενείς της ομάδας TENS εφάρμοσαν το πρόγραμμα για 9,1 ώρες ενώ στην άλλη ομάδα για 7 ώρες ($p = 0,3340$).</p>
<p>« Η διαδερμική ηλεκτρική νευρική διέγερση μειώνει το πόνο ηρεμίας σε ασθενείς με καρκίνο κεφαλής και λαιμού: τυχαιοποιημένη πιλοτική μελέτη.»</p> <p>Lee, J.E., Anderson, C.M., Perkhounkova, Y., Sleuwenhoek, B.M. and Louison, R.R., 2019.</p>	N=40	<p>Ομάδες: «TENS», «Placebo TENS» και «No TENS».</p> <p>Διάρκεια 1 συνεδρία/ 3 εβδ.</p> <p>Τοποθέτηση 4 ηλεκτρόδια τα οποία τοποθετήθηκαν για 30 λεπτά στην κροταφογοναθική άρθρωση και στο άνω μέρος του λαιμού.</p> <p>Παραμετροποίηση Συχνότητα: 125 Hz Διάρκεια παλμού: 100 μs</p>	<p>κλίμακα πόνου MPQ29,</p> <p>Αριθμητική κλίμακα VAS,</p> <p>ερωτηματολόγιο McGill Pain.</p>	<p>Ο αναφερόμενος πόνος μειώθηκε στατιστικά περισσότερο στην ομάδα «TENS» από την ομάδα «Placebo» με ($p < 0.001$) και την «No TENS» ομάδα ($p = 0.001$). Δεν σημειώθηκαν διαφορές μεταξύ της ομάδας με την εικονική θεραπεία και της ομάδας χωρίς τα TENS ($P = 0.08$).</p> <p>Οι βαθμολογίες κόπωσης μειώθηκαν σημαντικά στην «TENS» κατά 1,2 ($P < 0.001$). Η βελτίωση στην αίσθηση του πόνου πριν και μετά την ολοκλήρωση του θεραπευτικού προγράμματος, πιο συγκεκριμένα για την ομάδα «TENS» κατά 1.4 $P < 0.001$, στην ομάδα «Placebo» κατά 0.6 $P = 0.01$ αλλά σχεδόν καθόλου στην «No TENS» ομάδα με μόνο 0.1 με $P = 0.18$. Ο μέσος όρος των βαθμολογιών της αποτελεσματικότητας (0Y10 scale) ήταν 3.8 για την ομάδα «TENS», 2.8 για την ομάδα «Placebo» και 1.8 για την ομάδα «No TENS».</p>

Πίνακας 11: SCRAMBLER ΚΑΙ TENS ΣΕ ΝΕΥΡΟΠΑΘΕΙΑ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΧΗΜΕΙΟΘΕΡΑΠΕΙΑ

ΑΡΘΡΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ - TENS	ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
<p>«Scrambler therapy για την αντιμετώπιση της νευροπάθειας που προκύπτει από τη χημειοθεραπεία: τυχαίοποιημένη κλινική δοκιμή (φάση II).»</p> <p>Loprinzi, C., Le-Rademacher, J. G., Majithia, N., McMurray, R. P., O'Neill, C. R., Bendel, M. A., ... & Smith, T. J. (2020).</p>	N=50	<p>Ομάδες: «Scrambler Group», «TENS Group»</p> <p>Scrambler τα ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν στις πιο συμπτωματικές περιοχές προσεγγίζοντας τα νεύρα που σχετίζονται με τον ανάλογο περιφερικό πόνο, εν συνεχεία πρόσθετα ηλεκτρόδια (έως 5) εφαρμόστηκαν στις υπόλοιπες περιοχές.</p> <p><u>Διάρκεια</u> διάρκεια 30 λεπτών, οι συνεδρίες προγραμματίστηκαν να ολοκληρωθούν μέσα σε 10 συνεχόμενες μέρες.</p>	Αναλογική κλίμακα NAS, το Ερωτηματολόγιο EORTC CIPN20	<p>Καταγράφεται ότι το 40% των συμμετεχόντων της ομάδας «Scrambler Group» και το 20% της ομάδας «TENS Group» σημείωσαν μείωση πόνου ($p = 0,12$).</p> <p>Επιπλέον, υπήρξαν μικρές θετικές διαφορές στην κλίμακα EORTC QLQ CIPN20 για τη θεραπεία με Scrambler αντί με TENS ($p = 0,13$).</p> <p>Φάνηκε ότι η ομάδα «Scrambler Group» ήταν πιο πιθανό να συστήσει την συγκεκριμένη θεραπεία και σε άλλους ασθενείς, τόσο κατά τη διάρκεια της θεραπείας των 2 εβδομάδων όσο και της περιόδου παρακολούθησης των 8 εβδομάδων ($p < 0,0001$).</p>

Πίνακας 12: TENS ΚΑΙ ΟΣΤΕΟΑΡΘΡΙΤΙΔΑ

ΑΡΘΡΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ	ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ - TENS	ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
<p>«Σύγκριση της αποτελεσματικότητας της φαρμακευτικής βδέλλας και της θεραπείας με TENS στη θεραπεία της πρωτοπαθούς οστεοαρθρίτιδας του γόνατος»</p> <p>Isik, M., Ugur, M., Yakisan, R.S., Sari, T. and Yilmaz, N., 2017</p>	N=90	<p><u>Ομάδες:</u> «TENS» (n=46) και «Leech» (n=44).</p> <p><u>Διάρκεια</u> 15 συνεδρίες 20 λεπτών/ 3 εβδομάδες.</p> <p><u>Παραμετροποίηση</u> Συχνότητα=40-150 Hz. Ένταση= Χαμηλή.</p> <p><u>Τοποθέτηση</u> Διπλά κανάλια στη περιοχή του πόνου.</p>	VAS, WOMAC	<p>Η βαθμολογία πόνου VAS έδειξε παρόμοια μείωση και στις δύο ομάδες ($p < 0, 001$)</p> <p>Τα μακροπρόθεσμα οφέλη της ομάδας «TENS» ήταν ελαφρώς περισσότερα από την ομάδα «Leech».</p> <p>Οι βαθμολογίες του WOMAC και στις δύο ομάδες παρουσίασαν παρόμοια μείωση ($p = 0, 819$).</p> <p>Η θεραπεία με βδέλλες φαίνεται να είναι εξίσου αποτελεσματική με τη θεραπεία με TENS στη διαχείριση της οστεοαρθρίτιδας του γόνατος.</p>
<p>«Η αποτελεσματικότητα και η ασφάλεια ενός διεγέρτη με τη χρήση παλμικού υπερήχου χαμηλής έντασης σε συνδυασμό με τη χρήση διαδερμικής ηλεκτρικής διέγερσης νεύρων σε ασθενείς με επώδυνη οστεοαρθρίτιδα γόνατος»</p> <p>Kim, E.D., Won, Y.H., Park, S.H., Seo, J.H., Kim, D.S., Ko, M.H. and Kim, G.W., 2019.</p>	N=40	<p><u>Ομάδες</u> «TENS» (n=20) και «LIPUS&TENS» (n=44)</p> <p><u>Διάρκεια</u> πάνω από 80 συνεδρίες 20 λεπτών/ 8 εβδομάδες (3 συνεδρίες την ημέρα).</p> <p><u>TENS</u> Συχνότητα=100Hz. διάρκεια παλμού=50-100 μs Υψηλότερη ανεκτή ένταση.</p> <p><u>LIPUS&TENS</u> LIPUS: Συχνότητα= 1 MHz, Ένταση= 0,1 W/cm², Κύκλος λειτουργίας των παλμικών υπερηχητικών κυμάτων= 40%. TENS: Συχνότητα= 80 Hz, διάρκεια παλμού= 50-100 μs Υψηλότερη ανεκτή ένταση.</p> <p><u>Τοποθέτηση</u> Διπλά κανάλια στη περιοχή του πόνου.</p>	<p>FAC, WOMAC, VAS (VAS-P1, VAS-P2, VAS-P3), SF-36</p> <p>Πραγματοποιήθηκαν τρεις ξεχωριστές αξιολογήσεις: επίσκεψη(V1), επίσκεψη(V2)και επίσκεψη (V3).</p> <p>19 ασθενείς από κάθε ομάδα ολοκλήρωσαν το πρόγραμμα.</p>	<p>Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο θεραπειών.</p> <p>Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στις βαθμολογίες VAS-P2, VAS-P3 και WOMAC.</p> <p>Η βαθμολογία WOMAC παρουσίασε στατιστική διαφορά με την πάροδο του χρόνου μόνο στην ομάδα LIPUS&TENS. ($p < 0, 001$).</p> <p>Και οι δύο θεραπείες παρουσίασαν στατιστικές διαφορές από τις αρχικές τιμές του πόνου και της φυσικής λειτουργίας.</p>

<p>«Η διαδερμική ηλεκτρική διέγερση νεύρων ως συμπληρωματική θεραπεία στην άσκηση για την οστεοαρθρίτιδα γόνατος: Μια τυχαίοποιημένη κλινική δοκιμή».</p> <p>Palmer, S., Domaille, M., Cramp, F., Walsh, N., Pollock, J., Kirwan, J. and Johnson, M.I., 2014.</p>	<p>N=224</p>	<p><u>Ομάδες</u> «Active TENS» (n=73), «Sham TENS» (n=74), «knee group» (n=77).</p> <p><u>Διάρκεια</u> 20 λεπτά-5 ημέρες την εβδομάδα/ 6 εβδομάδες</p> <p><u>Παραμετροποίηση</u> Συχνότητα:110 Hz Διάρκεια Παλμού= 50 μs</p> <p><u>Τοποθέτηση</u> 4 ηλεκτρόδια στην πρόσθια και εσωτερική επιφάνεια γόνατος.</p> <p><u>Πρόγραμμα άσκησης</u> ισομετρικές ασκήσεις τετρακέφαλου (10 επαναλήψεις-2 λεπτά κάθε άσκηση)</p> <p>Εφαρμογή hot pack.</p>	<p>WOMAC, ACR criteria</p> <p>Έπειτα από την έναρξη της μελέτης πραγματοποιήθηκαν αξιολογήσεις στις 3, 6, 12 και 24 εβδομάδες.</p>	<p>Όλα τα κλινικά δεδομένα αξιολογήθηκαν και σημειώσαν συλλογική βελτίωση. ($P < 0,05$)</p> <p>Όλες οι βελτιώσεις διατηρήθηκαν έως 24 εβδομάδες.</p> <p>Υφίσταται σαφής βελτίωση μεταξύ των αποτελεσμάτων πριν και μετά την παρέμβαση, αλλά μικρή προφανής διαφορά μεταξύ των ομάδων.</p> <p>Τα δευτερογενή αποτελέσματα όσο αφορά τη δυσκαμψία WOMAC, τη ροπή και την αποτελεσματικότητα της άσκησης, αλλά δεν αναφέρθηκαν προφανείς διαφορές μεταξύ των ομάδων.</p>
<p>«Η αποτελεσματικότητα της διαδερμικής ηλεκτρικής διέγερσης των νεύρων σε οστεοαρθρίτιδα γόνατος με νευροπαθητικό πόνο: Τυχαίοποιημένη κλινική δοκιμή».</p> <p>Ijji Polat, C.S., Doğan, A., Özcan, D.S., Köseoğlu, B.F., Akselim, S.K. and Onat, Ş.Ş., 2017.</p>	<p>N=59</p>	<p><u>Ομάδες</u> «Ομάδα 1» (με νευροπαθητικό πόνο) (n=20) και «Ομάδα 2» χωρίς νευροπαθητικό πόνο (n=31).</p> <p><u>Διάρκεια</u> 20 λεπτά-5 ημέρες την εβδομάδα/ 3 εβδομάδες</p> <p><u>Τοποθέτηση</u> 4 ηλεκτρόδια στην πρόσθια και εσωτερική επιφάνεια γόνατος.</p> <p><u>Πρόγραμμα άσκησης</u> ισομετρικές ασκήσεις τετρακέφαλου (10 επαναλήψεις)</p> <p>Εφαρμογή hot pack.</p>	<p>VAS, WOMAC, Kellgren-Lawrence system, painDETECT questionnaire scores.</p>	<p>Οι βαθμολογίες VAS και WOMAC ήταν σημαντικά χαμηλότερες μετά τη θεραπεία σε ασθενείς με νευροπαθητικό πόνο. Αλλά μεταξύ των ομάδων δεν αναφέρθηκαν ιδιαίτερες διαφορές. ($p > 0,05$).</p> <p>Το πλεονέκτημα της θεραπείας TENS θεωρήθηκε το γεγονός ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με φαρμακευτική θεραπεία έχοντας ως αποτέλεσμα την μείωση της δοσολογίας.</p> <p>Η ένταση του πόνου μειώθηκε, βελτιώθηκε η ποιότητα ζωής και η λειτουργικότητα σημαντικά μετά τη θεραπεία με TENS σε ασθενείς με ΟΑ γόνατου με ή και χωρίς νευροπαθητικό πόνο.</p>

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Άρθρα:

1. Agathos, E., Tentolouris, A., Eleftheriadou, I., Katsaouni, P., Nemtzas, I., Petrou, A., Papanikolaou, C. and Tentolouris, N., 2018. Effect of α -lipoic acid on symptoms and quality of life in patients with painful diabetic neuropathy. *Journal of International Medical Research*, 46(5), pp.1779-1790.
2. Akbari, N.J., Hosseinifar, M., Naimi, S.S., Mikaili, S. and Rahbar, S., 2020. The efficacy of physiotherapy interventions in mitigating the symptoms and complications of diabetic peripheral neuropathy: A systematic review. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, pp.1-10.
3. Bansal, V., Kalita, J. and Misra, U.K., 2006. Diabetic neuropathy. *Postgraduate medical journal*, 82(964), pp.95-100.
4. Beal, C.C., 2010. Gender and stroke symptoms: a review of the current literature. *Journal of Neuroscience Nursing*, 42(2), pp.80-87.
5. Beckwée, D., Bautmans, I., Lefeber, N., Lievens, P., Scheerlinck, T. and Vaes, P., 2018. Effect of transcutaneous electric nerve stimulation on pain after total knee arthroplasty: a blind randomized controlled trial. *The journal of knee surgery*, 31(02), pp.189-196.
6. Bi, X., Lv, H., Chen, B.L., Li, X. and Wang, X.Q., 2015. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on pain in patients with spinal cord injury: a randomized controlled trial. *Journal of physical therapy science*, 27(1), pp.23-25.
7. Bilgili, A., Çakır, T., Doğan, Ş.K., Erçalık, T., Filiz, M.B. and Toraman, F., 2016. The effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation in the management of patients with complex regional pain syndrome: a randomized, double-blinded, placebo-controlled prospective study. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 29(4), pp.661-671.

8. Broadhurst, J. F., & Wakefield, C. (2015). Adult groin her-nias: acute and elective. *Surgery*, 33(5), 2014–2019 ΑΥΤΟ ΔΕ ΤΟ ΒΡΗΣΚΩ
9. Bryce, T. N., Biering-Sørensen, F., Finnerup, N. B., Cardenas, D. D., Defrin, R., Lundeborg, T & Treede, R. D. (2012). International spinal cord injury pain classification: part I. Background and description. *Spinal Cord*, 50(6), 413.
10. Celik, E.C., Erhan, B., Gunduz, B. and Lakse, E., 2013. The effect of low-frequency TENS in the treatment of neuropathic pain in patients with spinal cord injury. *Spinal cord*, 51(4), pp.334-337.
11. Chen, N., Li, Q., Yang, J., Zhou, M., Zhou, D. and He, L., 2014. Antiviral treatment for preventing postherpetic neuralgia. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2).
12. Chiarotto, A., Maxwell, L.J., Ostelo, R.W., Boers, M., Tugwell, P. and Terwee, C.B., 2019. Measurement properties of visual analogue scale, numeric rating scale, and pain severity subscale of the brief pain inventory in patients with low back pain: a systematic review. *The Journal of Pain*, 20(3), pp.245-263.
13. Chughtai, M., Elmallah, R.D., Mistry, J.B., Bhawe, A., Cherian, J.J., McGinn, T.L., Harwin, S.F. and Mont, M.A., 2016. Nonpharmacologic pain management and muscle strengthening following total knee arthroplasty. *The journal of knee surgery*, 29(03), pp.194-200.
14. Coghill, R. C., McHaffie, J. G., & Yen, Y. F. (2003). Neural correlates of interindividual differences in the subjective experience of pain. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(14), 8538-8542.
15. Cohen, J.I., 2013. Herpes zoster. *New England Journal of Medicine*, 369(3), pp.255-263.
16. Coupland, A.P., Thapar, A., Qureshi, M.I., Jenkins, H. and Davies, A.H., 2017. The definition of stroke. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 110(1), pp.9-12.

17. Coutaux, A. (2017). Non-pharmacological treatments for pain relief: TENS and acupuncture. *Joint Bone Spine*, 84(6), 657-661.
18. Dailey, D.L., Rakel, B.A., Vance, C.G., Liebano, R.E., Amrit, A.S., Bush, H.M., Lee, K.S., Lee, J.E. and Sluka, K.A., 2013. Transcutaneous electrical nerve stimulation reduces pain, fatigue and hyperalgesia while restoring central inhibition in primary fibromyalgia. *PAIN®*, 154(11), pp.2554-2562.
19. Dailey, D.L., Vance, C.G., Rakel, B.A., Zimmerman, M.B., Embree, J., Merriwether, E.N., Geasland, K.M., Chimenti, R., Williams, J.M., Golchha, M. and Crofford, L.J., 2020. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation Reduces Movement-Evoked Pain and Fatigue: A Randomized, Controlled Trial. *Arthritis & Rheumatology*, 72(5), pp.824-836.
20. Darnall, B. D., Sturgeon, J. A., Cook, K. F., Taub, C. J., Roy, A., Burns, J. W., ... & Mackey, S. C. (2017). Development and validation of a daily pain catastrophizing scale. *The Journal of Pain*, 18(9), 1139-1149.
21. Dyer, S.M., Crotty, M., Fairhall, N., Magaziner, J., Beaupre, L.A., Cameron, I.D. and Sherrington, C., 2016. Fragility Fracture Network (FFN) Rehabilitation Research Special Interest Group. A critical review of the long-term disability outcomes following hip fracture. *BMC Geriatr*, 16(1), p.158.
22. Elbadawy, M.A., 2017. Effectiveness of periosteal stimulation therapy and home exercise program in the rehabilitation of patients with advanced knee osteoarthritis. *The Clinical journal of pain*, 33(3), pp.254-263.
23. Elboim-Gabyzon, M., Najjar, S.A. and Shtarker, H., 2019. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on acute postoperative pain intensity and mobility after hip fracture: A double-blinded, randomized trial. *Clinical interventions in aging*, 14, p.1841.
24. Fine, P. G. (2009). Chronic pain management in older adults: special considerations. *Journal of pain and symptom management*, 38(2), S4-S14

25. Fitzgibbons Jr, R.J. and Forse, R.A., 2015. Groin hernias in adults. *New England Journal of Medicine*, 372(8), pp.756-763.

26. Gabutti, G., Bonanni, P., Conversano, M., Fanelli, G., Franco, E., Greco, D., Icardi, G., Lazzari, M., Rossi, A., Scotti, S. and Volpi, A., 2017. Prevention of herpes zoster and its complications: from clinical evidence to real life experience. *Human vaccines & immunotherapeutics*, 13(2), pp.391-398.

27. Garaud, T., Gervais, C., Szekely, B., Michel-Cherqui, M., Dreyfus, J.F. and Fischler, M., 2018. Randomized study of the impact of a therapeutic education program on patients suffering from chronic low-back pain who are treated with transcutaneous electrical nerve stimulation. *Medicine*, 97(52). Santana, L.S., Gallo, R.B.S., Ferreira, C.H.J., Duarte, G., Quintana, S.M. and Marcolin, A.C., 2016.

Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) reduces pain and postpones the need for pharmacological analgesia during labour: a randomised trial. *Journal of physiotherapy*, 62(1), pp.29-34. Häuser W, Clauw D, Fitzcharles MA. Fibromyalgia as a chronic primary pain syndrome: issues to discuss. *Pain*. 2019 Nov 1;160(11):2651-2.

28. Gershon, A.A., 2017. Is chickenpox so bad, what do we know about immunity to varicella zoster virus, and what does it tell us about the future?. *Journal of Infection*, 74, pp.S27-S33.

29. Glare, P.A., Davies, P.S., Finlay, E., Gulati, A., Lemanne, D., Moryl, N., Oeffinger, K.C., Paice, J.A., Stubblefield, M.D. and Syrjala, K.L., 2014. Pain in cancer survivors. *Journal of clinical oncology*, 32(16), p.1739.

30. Goudas, L.C., Bloch, R., Gialeli-Goudas, M., Lau, J. and Carr, D.B., 2005. The epidemiology of cancer pain. *Cancer investigation*, 23(2), pp.182-190.

31. Hackshaw KV. The Search for Biomarkers in Fibromyalgia. *Diagnostics*. 2021 Feb;11(2):156.

32. Harden, R.N., Bruehl, S., Stanton-Hicks, M. and Wilson, P.R., 2007. Proposed new diagnostic criteria for complex regional pain syndrome. *Pain medicine*, 8(4), pp.326-331.
33. Harden, R.N., Bruehl, S., Stanton-Hicks, M. and Wilson, P.R., 2007. Proposed new diagnostic criteria for complex regional pain syndrome. *Pain medicine*, 8(4), pp.326-331.
34. Harden, R.N., Bruehl, S., Stanton-Hicks, M. and Wilson, P.R., 2007. Proposed new diagnostic criteria for complex regional pain syndrome. *Pain medicine*, 8(4), pp.326-331.
35. Huguet, A., Stinson, J. N., & McGrath, P. J. (2010). Measurement of self-reported pain intensity in children and adolescents. *Journal of psychosomatic research*, 68(4), 329-336.
36. Inal, E., EROĞLU, P., YÜCEL, S. and Orhan, H., 2016. Which is the appropriate frequency of TENS in managing knee osteoarthritis: high or low frequency?
37. Ing, M.R., Hellreich, P.D., Johnson, D.W. and Chen, J.J., 2015. Transcutaneous electrical nerve stimulation for chronic post-herpetic neuralgia. *International journal of dermatology*, 54(4), pp.476-480
38. Isik, M., Ugur, M., Yakisan, R.S., Sari, T. and Yilmaz, N., 2017. Comparison of the effectiveness of medicinal leech and TENS therapy in the treatment of primary osteoarthritis of the knee. *Zeitschrift für Rheumatologie*, 76(9), pp.798-805.
39. John, A.R. and Canaday, D.H., 2017. Herpes zoster in the older adult. *Infectious Disease Clinics*, 31(4), pp.811-826.
40. JOHNSON, Mark. Transcutaneous electrical nerve stimulation: mechanisms, clinical application and evidence. *Reviews in pain*, 2007, 1.1: 7-11.
41. Johnson, R.W. and Rice, A.S., 2014. Postherpetic neuralgia. *New England Journal of Medicine*, 371(16), pp.1526-1533.

42. JONES, Iain; JOHNSON, Mark I. Transcutaneous electrical nerve stimulation. Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain, 2009, 9.4: 130-135.

43. Jung, K., Jung, J., In, T., Kim, T. and Cho, H.Y., 2017. The influence of Task-Related Training combined with Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on paretic upper limb muscle activation in patients with chronic stroke. NeuroRehabilitation, 40(3), pp.315-323.

44. Jung, K.S., In, T.S. and Cho, H.Y., 2017. Effects of sit-to-stand training combined with transcutaneous electrical stimulation on spasticity, muscle strength and balance ability in patients with stroke: a randomized controlled study. Gait & posture, 54, pp.183-187.

45. Kim, E.D., Won, Y.H., Park, S.H., Seo, J.H., Kim, D.S., Ko, M.H. and Kim, G.W., 2019. Efficacy and safety of a stimulator using low-intensity pulsed ultrasound combined with transcutaneous electrical nerve stimulation in patients with painful knee osteoarthritis. Pain Research and Management, 2019.

46. Kim, S.H., Park, J.H., Jung, M.Y. and Yoo, E.Y., 2016. Effects of task-oriented training as an added treatment to electromyogram-triggered neuromuscular stimulation on upper extremity function in chronic stroke patients. Occupational therapy international, 23(2), pp.165-174.

47. Kwong, P.W., Ng, G.Y., Chung, R.C. and Ng, S.S., 2018. Bilateral transcutaneous electrical nerve stimulation improves lower-limb motor function in subjects with chronic stroke: a randomized controlled trial. Journal of the American Heart Association, 7(4), p.e007341.

48. Lauretti, G.R., Chubaci, E.F. and Mattos, A.L., 2013. Efficacy of the use of two simultaneously TENS devices for fibromyalgia pain. Rheumatology International, 33(8), pp.2117-2122.

49. Lee, J.E., Anderson, C.M., Perkhounkova, Y., Sleuwenhoek, B.M. and Louison, R.R., 2019. Transcutaneous electrical nerve stimulation reduces resting pain in

head and neck cancer patients: a randomized and placebo-controlled double-blind pilot study. *Cancer nursing*, 42(3), pp.218-228.

50. Lemone, P., Burke, K., & Bauldoff, G. (2014). Παθολογική–Χειρουργική Νοσηλευτική, κριτική σκέψη κατά τη φροντίδα του ασθενούς. Κριτική σκέψη κατά τη φροντίδα του ασθενούς. Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Λαγός.

51. Levin, P. and Mir, H.R., 2015. The opioid epidemic: impact on orthopaedic surgery. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 23(9), pp.e36-e37.

52. Loprinzi, C., Le-Rademacher, J. G., Majithia, N., McMurray, R. P., O'Neill, C. R., Bendel, M. A., ... & Smith, T. J. (2020). Scrambler therapy for chemotherapy neuropathy: a randomized phase II pilot trial. *Supportive Care in Cancer*, 28(3), 1183-1197.

53. Madry, H., Kon, E., Condello, V., Peretti, G.M., Steinwachs, M., Seil, R., Berruto, M., Engebretsen, L., Filardo, G. and Angele, P., 2016. Early osteoarthritis of the knee. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 24(6), pp.1753-1762.

54. Mahure, S.A., Mollon, B., Shamah, S.D., Zuckerman, J.D., Kwon, Y.W. and Rokito, A.S., 2016. The incidence of subsequent surgery after outpatient arthroscopic rotator cuff repair. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 32(8), pp.1531-1541.

55. Mahure, S.A., Rokito, A.S. and Kwon, Y.W., 2017. Transcutaneous electrical nerve stimulation for postoperative pain relief after arthroscopic rotator cuff repair: a prospective double-blinded randomized trial. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 26(9), pp.1508-1513.

56. May, S. and Serpell, M., 2009. Diagnosis and assessment of neuropathic pain. *F1000 medicine reports*, 1.

57. Mealy, M.A., Kozachik, S.L., Cook, L.J., Totonis, L., Salazar, R.A., Allen, J.K., Nolan, M.T., Smith, T.J. and Levy, M., 2020. Scrambler therapy improves pain in

neuromyelitis optica: A randomized controlled trial. *Neurology*, 94(18), pp.e1900-e1907

58. Melzack, R. (1996, June). Gate control theory: On the evolution of pain concepts. In *Pain forum* (Vol. 5, No. 2, pp. 128-138). Churchill Livingstone.

59. MELZACK, Ronald, et al. Pain mechanisms: a new theory. *Science*, 1965, 150.3699: 971-979.

60. Merriwether, E.N., Frey-Law, L.A., Rakel, B.A., Zimmerman, M.B., Dailey, D.L., Vance, C.G., Golchha, M., Geasland, K.M., Chimenti, R., Crofford, L.J. and Sluka, K.A., 2018. Physical activity is related to function and fatigue but not pain in women with fibromyalgia: baseline analyses from the Fibromyalgia Activity Study with TENS (FAST). *Arthritis research & therapy*, 20(1), pp.1-13.

61. Moniruzzaman, M., Salek, K.M., Shakoor, M.A., Mia, B.A. and Moyeenuzzaman, M., 2010. Effects of Therapeutic Modalities on Patients with Post Stroke Shoulder. *Mymensingh Med J*, 19(1), pp.48-53.

62. Ngamkham, S., Vincent, C., Finnegan, L., Holden, J.E., Wang, Z.J. and Wilkie, D.J., 2012. The McGill Pain Questionnaire as a multidimensional measure in people with cancer: an integrative review. *Pain Management Nursing*, 13(1), pp.27-51.

63. Oo, W.M., 2014. Efficacy of addition of transcutaneous electrical nerve stimulation to standardized physical therapy in subacute spinal spasticity: a randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 95(11), pp.2013-2020.

64. Özkul, Ç., Kılınç, M., Yıldırım, S.A., Topçuoğlu, E.Y. and Akyüz, M., 2015. Effects of visual illusion and transcutaneous electrical nerve stimulation on neuropathic pain in patients with spinal cord injury: A randomised controlled cross-over trial. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 28(4), pp.709-719.

65. Palmer, S., Domaille, M., Cramp, F., Walsh, N., Pollock, J., Kirwan, J. and Johnson, M.I., 2014. Transcutaneous electrical nerve stimulation as

an adjunct to education and exercise for knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Arthritis care & research*, 66(3), pp.387-394.

66. Park, J., Seo, D., Choi, W. and Lee, S., 2014. The effects of exercise with TENS on spasticity, balance, and gait in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, 20, p.1890.

67. Peng, W. W., Tang, Z. Y., Zhang, F. R., Li, H., Kong, Y. Z., Iannetti, G. D., & Hu, L. (2019). Neurobiological mechanisms of TENS-induced analgesia. *NeuroImage*, 195, 396-408.

68. Pitangui, A. C., Araújo, R. C., Bezerra, M. J., Ribeiro, C. O., & Nakano, A. (2014). Low and high-frequency TENS in post-episiotomy pain relief: a randomized, double-blind clinical trial. *Brazilian journal of physical therapy*, 18, 72-78.

69. Polat, C.S., Doğan, A., Özcan, D.S., Köseoğlu, B.F., Akselim, S.K. and Onat, Ş.Ş., 2017. The Effectiveness of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation in Knee Osteoarthritis with Neuropathic Pain Component: A Randomized Controlled Study. *Turk Osteoporoz Dergisi*, 23(2), p.47.

70. Portenoy, R.K. and Lesage, P., 1999. Management of cancer pain. *The Lancet*, 353(9165), pp.1695-1700.

71. Rakel, B.A., Zimmerman, M.B., Geasland, K., Embree, J., Clark, C.R., Noiseux, N.O., Callaghan, J.J., Herr, K., Walsh, D. and Sluka, K.A., 2014. Transcutaneous electrical nerve stimulation for the control of pain during rehabilitation after total knee arthroplasty: a randomized, blinded, placebo-controlled trial. *PAIN®*, 155(12), pp.2599-2611.

72. Schwartzman, R.J., Erwin, K.L. and Alexander, G.M., 2009. The natural history of complex regional pain syndrome. *The Clinical journal of pain*, 25(4), pp.273-280.

73. Sezen, C.B., Akboga, S.A., Celik, A., Kalafat, C.E. and Tastepe, A.I., 2017. Transcutaneous electrical nerve stimulation effect on postoperative complications. *Asian Cardiovascular and Thoracic Annals*, 25(4), pp.276-280.
74. Sharma, N., Rekha, K. and Srinivasan, J.K., 2017. Efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation in the treatment of chronic pelvic pain. *Journal of mid-life health*, 8(1), p.36.
75. Siemens, W., Boehlke, C., Bennett, M. I., Offner, K., Becker, G., & Gaertner, J. (2020). Transcutaneous electrical nerve stimulation for advanced cancer pain inpatients in specialist palliative care—a blinded, randomized, sham-controlled pilot cross-over trial. *Supportive Care in Cancer*, 28(11), 5323-5333.
76. Simonsen, T., Aarbakke, J., Kay, I., Coleman, I., Sinnott, P., & Lysaa, R. (2009). *Νοσηλευτική Φαρμακολογία, εκδόσεις Broken Kill Publishers LTD. Αθήνα: Πασχαλίδης*, 266-269.
77. Sivaramakrishnan, A., Solomon, J.M. and Manikandan, N., 2018. Comparison of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and functional electrical stimulation (FES) for spasticity in spinal cord injury-A pilot randomized cross-over trial. *The journal of spinal cord medicine*, 41(4), pp.397-406.
78. Stepanović, A., Kolšek, M., Kersnik, J. and Erčulj, V., 2015. Prevention of post-herpetic neuralgia using transcutaneous electrical nerve stimulation. *Wiener klinische Wochenschrift*, 127(9), pp.369-374.
79. Tashani, O., & Johnson, M. I. (2008). Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) a possible aid for pain relief in developing countries? *Libyan Journal of Medicine*, 4(2), 62-65.
80. Topcuoglu, A., Gokkaya, N.K.O., Ucan, H. and Karakuş, D., 2015. The effect of upper-extremity aerobic exercise on complex regional pain syndrome type I: a randomized controlled study on subacute stroke. *Topics in stroke rehabilitation*, 22(4), pp.253-261.

81. Upton, G.A., Tinley, P., Al-Aubaidy, H. and Crawford, R., 2017. The influence of transcutaneous electrical nerve stimulation parameters on the level of pain perceived by participants with painful diabetic neuropathy: A crossover study. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 11(2), pp.113-118.
82. Uquillas, C.A., Capogna, B.M., Rossy, W.H., Mahure, S.A. and Rokito, A.S., 2016. Postoperative pain control after arthroscopic rotator cuff repair. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 25(7), pp.1204-1213.
83. Warlow, C.P., 1998. Epidemiology of stroke. *The Lancet*, 352, pp.S1-S4.
84. Wiesenfeld-Hallin, Z. (2005). Sex differences in pain perception. *Gender medicine*, 2(3), 137-145.
85. Williamson, A. and Hoggart, B., 2005. Pain: a review of three commonly used pain rating scales. *Journal of clinical nursing*, 14(7), pp.798-804.
86. Wingerchuk, D.M., Lennon, V.A., Lucchinetti, C.F., Pittock, S.J. and Weinshenker, B.G., 2007. The spectrum of neuromyelitis optica. *The Lancet Neurology*, 6(9), pp.805-815.
87. Xû, G., Xú, G., Feng, Y., Tang, W.Z. and Lv, Z.W., 2014. Transcutaneous electrical nerve stimulation in combination with cobalamin injection for postherpetic neuralgia: a single-center randomized controlled trial. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 93(4), pp.287-298.
88. Yılmaz, E., Karakaya, E., Baydur, H. and Tekin, İ., 2019. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on postoperative pain and patient satisfaction. *Pain Management Nursing*, 20(2), pp.140-145.
89. Yin, S., Njai, R., Barker, L., Siegel, P.Z. and Liao, Y., 2016. Summarizing health-related quality of life (HRQOL): development and testing of a one-factor model. *Population health metrics*, 14(1), pp.1-9.

90. Zakin, E., Abrams, R. and Simpson, D.M., 2019, October. Diabetic neuropathy. In *Seminars in neurology* (Vol. 39, No. 05, pp. 560-569). Thieme Medical Publishers.

91. Zeb, A., Arsh, A., Bahadur, S. and Ilyas, S.M., 2018. Effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation in management of neuropathic pain in patients with post traumatic incomplete spinal cord injuries. *Pakistan journal of medical sciences*, 34(5), p.1177.

Βιβλία:

1. Deborah S. Nichols-Larsen., 2017. Νευρολογική αποκατάσταση-νευροεπιστήμη και νευροπλαστικότητα στην εφαρμοσμένη φυσικοθεραπεία. Κωσταντάρας (Σελ. 287 – 329)

2. Tim Watson “Electrotherapy: Evidence-Based Practice” 12 έκδοση, Elsevier Inc. (325-277)