

# Διαδερμικός Ηλεκτρικός Νευροερεθισμός \*

ΘΕΟΔΩΡΑ ΠΑΝΤΑΖΟΠΟΥΛΟΥ-ΣΦΑΚΙΩΤΑΚΗ

Κατά τα τελευταία 20 χρόνια στην παγκόσμια ιατρική πρακτική αναβίωσε το ενδιαφέρον για την εφαρμογή διαφόρων μορφών ηλεκτροθεραπείας, αν και αυτό συνέβαινε από την ανακάλυψη του ηλεκτρισμού αλλά και την προηγούμενη περίοδο όταν το ρεύμα εφαρμοζόταν στο ανθρώπινο σώμα για να θεραπεύσει ποικιλία ασθενειών.

Το ηλεκτρικό χέλι και οι ιδιότητές του ήταν γνωστές στους αρχαίους Αιγυπτίους και τον Ιπποκράτη, αλλά ο Scribonius Largus ήταν ο πρώτος που αναφέρει τη χρήση του στην θεραπεία του πονοκεφάλου και της ποδάγρας το 46 π.Χ.

Ο W. Gilbert (1544-1603) ήταν ο πρώτος που ταξινόμησε το φαινόμενο του ηλεκτρισμού. Μεταγενέστερα δημιουργήθηκε ένα πλήθος συσκευών που παρήγαγαν και αποθήκευαν ηλεκτρικό ρεύμα. Κατά το διάστημα αυτό, το ηλεκτρικό ρεύμα χρησιμοποιήθηκε σε διάφορες μορφές, εφαρμόστηκε σ' όλα τα μέρη του σώματος και "θεράπευσε" όλων των ειδών τις ασθένειες. Ο R. Lovett τον 18ο αιώνα ήταν ο πρώτος που δημοσίευσε ένα βιβλίο για τη χρήση του ηλεκτρισμού στην ιατρική πράξη και αναφέρει πλείαδα θεραπευτικών μεθόδων για διάφορες ασθένειες. Ο J. Wesley, ένας θρησκευτικός ηγέτης και ιδρυτής της εκκλησίας των Μεθοδιστών, ήταν θερμός οπαδός της εφαρμογής του ηλεκτρισμού στην θεραπεία ασθενειών. Πίστευε ότι το λεπτό υγρό ήταν η ψυχή του σύμπαντος και στο βιβλίο του δίνει πολλά παραδείγματα ασθενειών που θεραπεύθηκαν με τον ηλεκτρισμό. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται περιπτώσεις με ισχυαλγία, υστερία, πονοκέφαλο, ουρολιθίαση, ποδάγρα, ψυχρό κάτω άκρο (φαινόμενο Raynaud), πλευριτικό πόνο και στηθάγχη. Η αξία του βιβλίου του Wesley φαίνεται από το γεγονός ότι ακόμα και σήμερα θα μπορούσε να εφαρμοσθεί η ηλεκτρική αγωγή σε αρρώστους με ισχυαλγία, πονοκέφαλο, πλευριτικό πόνο.

Ο J. Birch, ένας άλλος χειρουργός, εφάρμοσε το ηλεκτρικό ρεύμα τον 18ο αιώνα για την θεραπεία ενός 18χρονου νέου με κάκωση στο χέρι που παρουσίαζε και μυϊκές συσπάσεις. Μετά εφαρμογή της μεθόδου για μερικές φορές, ο πόνος εξαφανίστηκε και ο νεαρός επανέκτησε πλήρη κινητικότητα του χεριού του. Αναφέρει ότι επίσης θεράπευσε ακόμα και δυσκοιλιότητα με τη χρησιμοποίηση ενός είδους ηλεκτρικής καρέκλας.

Στις αρχές του 19ου αιώνα ο ηλεκτρισμός χρησιμοποιήθηκε σε συνδυασμό με τον βελονισμό από τον Sarlandiere. Περιγράφει επιτυχή θεραπεία ρευματισμού, νευροπαθειών και ποδάγρας.

Το 1967 ο Licht ήταν ο πρώτος που έκανε ανασκόπηση της προσιτής ιστορικής βιβλιογραφίας και δημοσίευσε μια εκτεταμένη εργασία παραθέτοντας περισσότερες από 200 βιβλιογραφικές αναφορές.

Από την πρώτη δεκαετία του 1900 παρασκευάστηκαν συσκευές, όπως η "Electreat", που άρχισαν να πωλούνται κατευθείαν στους αρρώστους από τους παρασκευαστές για εφαρμογή του ηλεκτρισμού στη θεραπεία τους, γεγονός που συμβαίνει ακόμη και σήμερα. Αυτές οι συσκευές έγιναν δημοφιλείς και χρησιμοποιήθηκαν για όλες τις παθήσεις, ακόμη και για τη θεραπεία του καρκίνου, δίνοντας ελπίδες θεραπείας που δεν ήταν δυνατόν να πραγματοποιηθούν. Για το λόγο αυτό η FDA απαγόρευσε τη χρήση τους στην Αμερική τη δεκαετία του 1950.

Στα μέσα της δεκαετίας του '60, με τη διατύπωση της θεωρίας "της πύλης του πόνου" από τους Melzack και Wall<sup>2</sup>, έγινε δυνατή εν μέρει η εξήγηση του τρόπου δράσης του περιφερικού διαδερμικού ηλεκτρικού νευροερεθισμού και πως μπορεί να ελαττώσει ή να καταργήσει το αίσθημα του πόνου.

Ο C. Shealy το 1967 αναφέρει ότι εφαρμόζοντας άμεσο ηλεκτρικό ερεθισμό στα οπίσθια κέρατα του νωτιαίου μυελού σε πειράματα που πραγματοποίησε σε γάτες και πιθήκους, μπόρεσε να αναστείλει τη μετάδοση του πόνου σε ανώτερες περιοχές του ΚΝΣ.

Αρχικά ήταν δύσκολο να προβλεφθεί ποιοί άρρωστοι θα απαντήσουν θετικά στον ερεθισμό των οπισθίων κερμάτων. Οι Long και Shealy τόσο σε συνεργασία όσο και ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο ανέπτυξαν τρόπους για την αξιολόγηση και επιλογή των αρρώστων, στους οποίους μπορούσαν να εμφυτεύσουν ηλεκτρόδια στην οπίσθια μοίρα του νωτιαίου μυελού για TENS.

Ο Hymes και συν. ανακοίνωσαν την πρώτη χρήση του TENS το 1973 για την ανακούφιση του οξέος μετεγχειρητικού πόνου<sup>34</sup>. Επίσης αναφέρουν ότι ελαττώθηκε η συχνότητα εμφάνισης ειλεού στη μετεγχειρητική περίοδο. Οι VanderArk και McGrath ανακοίνωσαν την εφαρμογή του

TENS για μετεγχειρητική αναλγησία σε 100 αρρώστους που υπέστησαν θωρακοτομή ή εγχείρηση οργάνων της άνω κοιλίας. Η μέθοδος εξασφάλισε ικανοποιητικό επίπεδο αναλγησίας στους 77 από τους 100 αρρώστους.

Δεν πρέπει λοιπόν να μας εκπλήσει το γεγονός ότι η μέθοδος TENS βρήκε ταχεία ανταπόκριση και αρκετά ευρεία χρήση από τους γιατρούς και τους αρρώστους στην αντιμετώπιση του πόνου. Ο ενθουσιασμός που ακολούθησε τις πρώτες εργασίες από την χρησιμοποίηση του TENS, οι οποίες ανέφεραν 80-100% αναλγησία σε διαφορα σύνδρομα πόνου, είχε σαν αποτέλεσμα τη χρήση του χωρίς διακρίσεις. Ακολούθησαν πιο προσεκτικές και καλύτερα οργανωμένες εργασίες και έλεγχος με χρήση placebo, οπότε αποδείχθηκε ότι η αναλγησία που προσφέρει ο TENS συχνά ελαττώνεται στην πορεία της θεραπείας ή ακόμα και εξαφανίζεται γρήγορα<sup>4</sup>.

Πάντως σήμερα είναι γενικά παραδεκτό ότι η μέθοδος είναι δυνατόν να προσφέρει ικανοποιητική αναλγησία σε αρρώστους που υποφέρουν από πόνο καλοήθους αιτιολογίας ή μετεγχειρητικό πόνο. Η εφαρμογή του σε πόνο κακοήθους αιτιολογίας δεν συνιστάται, αλλά επειδή η μέθοδος στερείται ανεπιθύμητων ενεργειών μπορεί να εφαρμοσθεί διερευνητικά και στους καρκινοπαθείς, όταν οι άλλες αναλγητικές προσπάθειες έχουν αποτύχει.\*

## ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ TENS

Αν και ο TENS βοηθά στην ανακούφιση του οξέος πόνου, έχει πιο ικανοποιητικά αποτελέσματα στον χρόνιο πόνο. Ο TENS είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός στην αντιμετώπιση της οσφυαλγίας<sup>5,6,7</sup>, σε πόνους από ρευματοειδή αρθρίτιδα<sup>8</sup> ή οστεοαρθρίτιδα<sup>9</sup>, σε πόνους νευρογενούς προέλευσης ή βλάβης περιφερικών νευρών<sup>10</sup> και πόνους από τραυματισμό της σπονδυλικής στήλης<sup>11</sup>. Ο TENS έχει επίσης χρησιμοποιηθεί με άλλοτε άλλο βαθμό επιτυχίας, στην αντιμετώπιση της μεθερπητικής νευραλγίας<sup>12,13</sup>, του πόνου από μέλος φάντασμα, του πονοκεφάλου και του πόνου από καρκίνο. Σε μερικές καταστάσεις χρόνιου πόνου όπως στον ψυχογενή πόνο και στον πόνο κεντρικής αιτιολογίας ο TENS είναι δυνατόν να επιτύχει μικρή ανακούφιση από τον πόνο<sup>14</sup>.

Άλλες μελέτες έδειξαν ότι ο TENS ανακουφίζει τον άρρωστο από τον οξύ πόνο και ειδικά τον μετεγχειρητικό πόνο<sup>15,16,17,18</sup>. Επίσης προσφέρει ανακούφιση στους οξείς μυοσκελετικούς πόνους<sup>19,20</sup>, όχι όμως και στους οξείς πόνους που οφείλονται σε μυοσκελετικές κακώσεις<sup>21</sup>, σε σπασμούς μυών ή σε θλάσεις τενόντων που παρατηρούνται σε αθλητές. Στις τελευταίες περιπτώσεις ο TENS πρέπει να εφαρμόζεται με προσοχή και επιφύλαξη και όχι για να επιτρέψει στον αθλητή να συνεχίσει το άθλημά του με την

ανακούφιση του πόνου που προκαλεί, γιατί έτσι μπορεί να επιδεινωθεί ο τραυματισμός τους<sup>4</sup>.

## ΜΕΘΟΔΟΙ TENS

Για τον διαδερμικό ηλεκτρικό νευροερεθισμό (TENS) χρησιμοποιούνται σήμερα μικρές φορητές συσκευές, που λειτουργούν με μπαταρία και οι οποίες παρέχουν ηλεκτρικό μονοφασικό ή διφασικό ρεύμα, χαμηλής συχνότητας (1-100 Hz) και μικρής τάσεως (0-60 mA). Το ηλεκτρικό ρεύμα διοχετεύεται κατ' ευθείαν επάνω στο δέρμα με ηλεκτρόδια, αφού επαλειφθούν με αλοιφή για καλύτερη αγωγιμότητα του ηλεκτρικού ερεθίσματος.

Ο TENS μπορεί να γίνει με τους εξής τρόπους (Εικόνα 1)

- 1) Συμβατικός υψηλής συχνότητας
- 2) Χαμηλής συχνότητας
- 3) Χαμηλής συχνότητας με ριπές διέγερσης
- 4) Εντατικός

Οι μέθοδοι θεραπείας χαρακτηρίζονται από τις εξής παραμέτρους: τάση, συχνότητα, πολικότητα, διάρκεια διέγερσης, μορφή διέγερσης.

### 1. Συμβατικός υψηλής συχνότητας TENS

Σ' όλες τις συσκευές TENS η **τάση** του ρεύματος μπορεί να ρυθμιστεί σε ορισμένα όρια (0-60 mA). Ανάλογα με την τάση διεγείρονται διαφορετικά οι διάφορες νευρικές ίνες: οι παχείες εμμύελες νευρικές ίνες έχουν μικρότερο ουδό διέγερσης από τις λεπτές αμύελες ίνες. Έτσι στην αρχή με χαμηλή τάση ερεθίζονται οι παχείες εμμύελες Αβ ίνες που κλείνουν "την πύλη του πόνου" στις λεπτές αμύελες Αδ και C ίνες που μεταφέρουν τα επώδυνα ερεθίσματα<sup>2</sup>. Η τάση

#### Συμβατικός υψηλής συχνότητας



#### Χαμηλής συχνότητας

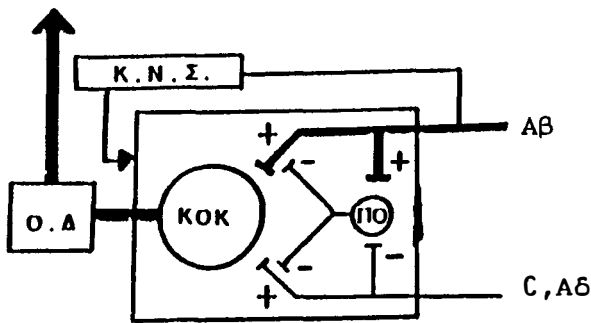


#### Χαμηλής συχνότητας με ριπές διέγερσης



Εικόνα 1: Μέθοδοι TENS

\* Οι πληροφορίες για την ιστορία της χρήσης του ηλεκτρισμού ελήφθησαν από το βιβλίο των Mannheim J.& Lampe G, Clinical Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation. Davis, Philadelphia 1984.



Εικόνα 2: ΘΕΩΡΕΙΑ "ΠΥΛΗΣ ΤΟΥ ΠΟΝΟΥ"

Κ.Ν.Σ. = Κεντρικό Νευρικό Σύστημα  
 Π.Ο. = Πυκνωματώδης ουσία  
 Ο.Δ. = Οργανα Δράσεως  
 Κ.Ο.Κ. = Κύτταρα οπισθίων κερμάτων  
 Αβ = Παχείες ίνες  
 C, Αδ = Λεπτές ίνες

του ρεύματος πρέπει να είναι τόση ώστε η διέγερση να μην προκαλεί πόνο. (Εικόνα 2)

Πιστεύεται ότι η διάρκεια του νευροερεθισμού μπορεί να ποικίλει από 10-30 λεπτά<sup>7,8,9</sup> μέχρι πολλές ώρες<sup>5,6</sup>. Για το λόγο αυτό είναι δυνατόν να επέλθει εθισμός των νευρικών ινών, δηλ. να ελαττωθεί περιοδικά η διέγερση. Αυτή είναι η αιτία και συνιστάται, κατά τη διάρκεια του νευροερεθισμού, να διορθώνεται ανάλογα η τάση του ρεύματος με αύξηση ή ελάττωσή της. Συνήθως για να μην προκαλεί πόνο στο μέρος εφαρμογής η τάση πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 10-30 mA.

Οι παχείες εμύελες νευρικές ίνες ερεθίζονται κατά κανόνα σε μια **συχνότητα** 50-100 Hz, ενώ οι λεπτές αμύελες νευρικές ίνες σε συχνότητα 5-10 Hz εξαντλούνται γρήγορα<sup>4</sup>. Συχνότητα >100 Hz οδηγεί σε γρήγορη κόπωση και τις παχείες ίνες. Από κλινικές μελέτες που έγιναν σε αρρώστους με χρόνιο πόνο αποδείχθηκε ότι συχνότητα TENS 50-100 Hz έχει καλύτερα αναλγητικά αποτελέσματα.

Στην **τοποθέτηση των ηλεκτροδίων** πρέπει να ληφθεί υπ' όψη αν χρησιμοποιείται μονοφασικό ή διφασικό ρεύμα. Σε χρησιμοποίηση μονοφασικής διέγερσης το ένα ηλεκτρόδιο αντιπροσωπεύει τον αρνητικό πόλο και το άλλο τον θετικό. Η διέγερση λαμβάνει χώρα στον αρνητικό πόλο ενώ ο θετικός πόλος πρέπει να θεωρείται ανενεργός. Σε συσκευές TENS που χρησιμοποιείται διφασική διέγερση πρέπει να θεωρούνται και τα δύο ηλεκτρόδια σαν ενεργά. Συνήθως χρησιμοποιείται μονοφασικό ρεύμα.

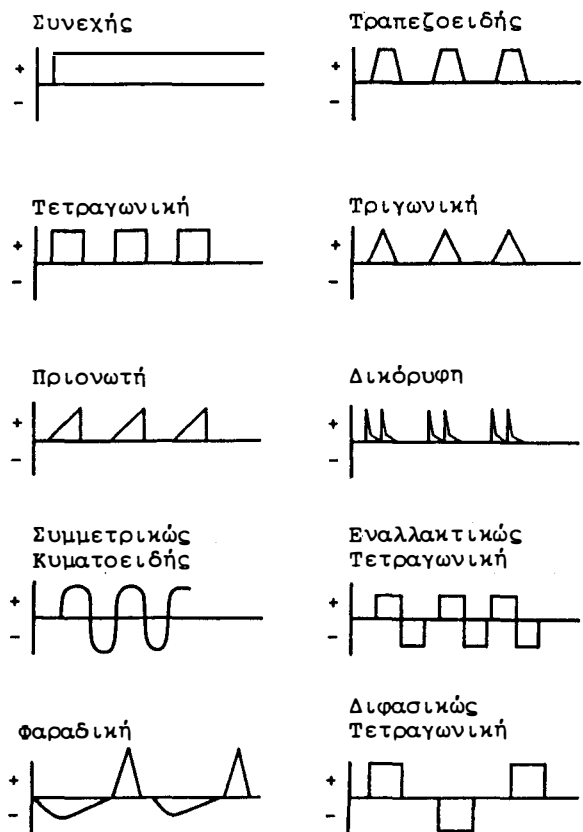
Λίγες εργασίες έχουν γίνει για την εκλογή της κατάλληλης θέσης των ηλεκτροδίων για τον TENS, αν και αυτό αποτελεί σπουδαίο παράγοντα στην αποτελεσματικότητα της μεθόδου. Η σωστή θέση των ηλεκτροδίων διαφέρει από άρρωστο σε άρρωστο και συνήθως γίνεται εμπειρικά. Συνιστάται πάντως να τοποθετούνται επάνω ή κοντά στην επώδυνη περιοχή, εφ' όσον αυτό είναι δυνατόν. Άλλως

πρέπει να αναζητηθούν διαφορετικές θέσεις όπου ο TENS θα έχει ικανοποιητικά αναλγητικά αποτελέσματα. Όταν ο άρρωστος αισθάνεται τον νευροερεθισμό στο σημείο που πονά, αυτό είναι σημείο ότι τα ηλεκτρόδια είναι σωστά τοποθετημένα.

Σε μια δεδομένη στιγμή το σύνολο των νευρικών ινών που διεγείρονται εξαρτάται από τη **διάρκεια της διέγερσης**. Όσο μικρή είναι η διάρκεια τόσο μεγαλύτερη θα πρέπει να είναι η τάση του ρεύματος για να γίνει διέγερση των νευρικών ινών.

Αν η διάρκεια της διέγερσης είναι σταθερή τότε οι παχείες ίνες διεγείρονται με μικρότερη τάση από ότι οι λεπτές ίνες. Η διάρκεια διέγερσης των περισσότερων συσκευών TENS κυμαίνεται μεταξύ 0,05-0,5 msec. Πολλές συσκευές TENS όμως για πρακτικούς λόγους έχουν σταθερή διάρκεια διέγερσης 0,2 msec.

Οι συσκευές TENS μπορεί να διεγείρουν τις νευρικές ίνες με διάφορες κυματομορφές π.χ. μονοφασική, διφασική, τριγωνική, τραπεζοειδή, ημιτονοειδή και άλλες (Εικόνα 3). Δεν έχει αποδειχθεί από εργασίες ότι κάποια από αυτές τις μορφές διέγερσης βοηθά περισσότερο στα διαφορα σύνδρομα πόνου και άλλη λιγότερο.



Εικόνα 3: Χαρακτηριστικά των διαφόρων κυματομορφών TENS

## 2. Χαμηλής συχνότητας TENS

Σ' αυτήν την μορφή TENS χρησιμοποιούνται ίδιες παράμετροι όπως στον βελονισμό (συχνότητα 1-4 Hz, διάρκεια 0,15-0,25 msec και σχετικά υψηλή τάση).

Ανακούφιση από τον πόνο παρουσιάζεται συνήθως μετά 20-30 min διέγερσης, η οποία διαρκεί περισσότερο από ότι μετά υψηλής συχνότητας TENS. Ορισμένοι άρρωστοι βρίσκουν αυτό το είδος του TENS ενοχλητικό λόγω των μυϊκών σπασμών που προκαλεί από άμεση διέγερση των μυϊκών ινών.

## 3. Χαμηλής συχνότητας TENS με ριπές διέγερσης

Σ' αυτόν τον τύπο TENS οι διεγέρσεις γίνονται υπό τύπο ριπών. Συνήθως γίνονται 2-4 διεγέρσεις/sec. Στην μέθοδο αυτή σε κάθε ριπή χορηγούνται 5-7 διεγέρσεις και σε κάθε sec 2-4 ριπές, δηλαδή έχουμε 10-28 διεγέρσεις/sec. Η μέθοδος αυτή μπορεί να ανακουφίσει από τον πόνο αρρώστους οι οποίοι δεν είχαν αποτελέσματα μετά από TENS χαμηλής συχνότητας.

## 4. Εντατικός TENS

Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται ο εντατικός TENS (συχνότητα 100-150 Hz, διάρκεια διέγερσης 0,5-1 msec) που ανακουφίζει από τον πόνο σε διαστήματα 1-15 min. Τα ηλεκτρόδια σ' αυτή την περίπτωση πρέπει να τοποθετούνται κοντά στην επώδυνη περιοχή. Μειονέκτημα της μεθόδου αποτελεί το γεγονός ότι η αναλγησία διαρκεί μόνο όσο εφαρμόζεται ο νευροερεθισμός.

## ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΔΡΑΣΗΣ

Το 1984 έχει αποδειχθεί από τους Wall και Melzack με εργασίες που έγιναν σε γάτες και επίμυες ότι περιφερική ενεργοποίηση των παχείας διαμέτρου νευρικών ινών εμποδίζει εκλεκτικά την μετάδοση των επώδυνων διεγέρσεων στο νωτιαίο μυελό και επομένως την μετάδοση του πόνου προς τον εγκέφαλο. Επιπρόσθετα με την δραστηριοποίηση τοπικών ανασταλτικών περιοχών του νωτιαίου μυελού, διεγέρσεις των παχείας διαμέτρου νευρικών ινών φαίνεται ότι ενεργοποιούν στο στέλεχος του εγκεφάλου ειδικά κέντρα που ελέγχουν τη μετάδοση του πόνου σε ανώτερα κέντρα<sup>4,11,14</sup>.

Υπάρχουν σαφείς ενδείξεις ότι τα ενδογενή οπιοειδή (ενδορφίνες-εγκεφαλίνες) παίρνουν μέρος στην καταστολή του πόνου με τη μέθοδο του TENS. Αν και δεν έχει διευκρινισθεί με ποιο τρόπο γίνεται η ενεργοποίηση αυτών στους νευρώνες του νωτιαίου μυελού με τον TENS, εν τούτοις έχει βρεθεί ότι αυξάνονται και παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανακούφιση του πόνου<sup>4,6,14,22</sup>.

Άλλοι ερευνητές<sup>23,24,25</sup> αναφέρουν ότι με τον χαμηλής

συχνότητας TENS ελευθερώνονται μεγαλύτερες ποσότητες ενδορφινών από ότι με τον συμβατικό υψηλής συχνότητας TENS.

Υπάρχουν όμως και εργασίες που περιγράφουν ότι με την χορήγηση ναλοξόνης, η οποία είναι ανταγωνιστής των οπιοειδών, δεν επηρεάζεται η αναλγησία που προήλθε μετά από TENS, και επομένως η ανακούφιση του πόνου δεν εξαρτάται μόνο από την αύξηση της απελευθέρωσης ενδογενών οπιοειδών<sup>26,27</sup> αλλά να οφείλεται στη διέγερση των εμμυελών νευρικών οδών που κλείνουν την "πύλη του πόνου".

## ΑΝΤΕΝΔΕΙΞΕΙΣ TENS

Απόλυτη αντένδειξη για την εφαρμογή του TENS αποτελούν άρρωστοι που έχουν βηματοδότη Demand. Η λειτουργία του βηματοδότη καταργείται καθ' όλη τη διάρκεια που εφαρμόζεται χαμηλής συχνότητας TENS. Κατά την διάρκεια υψηλής συχνότητας TENS είναι δυνατό οι διεγέρσεις του βηματοδότη να είναι ανάλογες μ' αυτές της συσκευής TENS<sup>14,25</sup>.

Δεν πρέπει επίσης να εφαρμόζεται σε έγκυες γυναίκες γιατί μπορεί να προκαλέσει βλάβες στο έμβρυο<sup>14,27</sup>. Επίσης πρέπει να τονισθεί ότι τα ηλεκτρόδια δεν πρέπει να τοποθετούνται στην περιοχή των καρωτίδων, επειδή υπάρχει ο κίνδυνος της καρδιακής ανακοπής λόγω άμεσης διέγερσης του πνευμονογαστρικού νεύρου<sup>1,28</sup>.

## ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ TENS

Ο TENS είναι μια μέθοδος θεραπείας που χρησιμοποιείται ευρέως και από πολλούς γιατί ακριβώς δεν παρουσιάζει ανεπιθύμητες ενέργειες που να βάζουν σε κίνδυνο τη ζωή του αρρώστου<sup>29</sup>.

Η πιο κοινή επιπλοκή είναι η εμφάνιση δερματικής αλλεργικής αντίδρασης στα σημεία που τοποθετούνται τα ηλεκτρόδια. Η αντίδραση αυτή μπορεί να οφείλεται είτε στο υλικό που είναι κατασκευασμένα τα ηλεκτρόδια (σιλικόνη), είτε στην αλοιφή που χρησιμοποιούμε ή και στον λευκοπλάστη με τον οποίο στερεώνουμε τα ηλεκτρόδια στο δέρμα<sup>4,14</sup>.

Μια άλλη επιπλοκή αλλά σπάνια είναι η δημιουργία εγκαυμάτων στις θέσεις των ηλεκτροδίων, όταν δεν επαλείφονται με αλοιφή για να έχουν καλύτερη επαφή με το δέρμα (όσο καλύτερη επαφή τόσο μικρότερη η αντίσταση) και καλύτερη μετάδοση της ηλεκτρικής διέγερσης<sup>11,29</sup>.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ TENS

Στην προσιτή βιβλιογραφία τα ποσοστά επιτυχίας μετά από την χρησιμοποίηση του TENS ποικίλουν.

Τα πρώτα χρόνια της εφαρμογής του, όταν ο TENS θεωρήθηκε σαν πανάκεια, τα ποσοστά ικανοποιητικής ανα-

γησίας που αναφέρονται κυμαίνονται από 50-80%<sup>3,6,30,31,32</sup>.

Μεταγενέστερες εργασίες αναφέρουν μικρότερα ποσοστά ανακούφισης του πόνου με TENS δηλαδή κάτω από 50%<sup>19,20,28,33</sup>, χωρίς βέβαια να λείπουν και οι εξαιρέσεις στις οποίες αναφέρεται συχνότερη ή πιο σπάνια ανακούφιση του πόνου.

Η εκτίμηση του TENS στην ανακούφιση του πόνου θα ήταν ατελής αν δεν γινόταν σύγκριση της σχέσης αυτού με την φαρμακευτική αγωγή. Η συνδυασμένη χορήγηση αναλγητικών φαρμάκων και TENS προσφέρει τα καλύτερα κλινικά αποτελέσματα<sup>11</sup>. Βρέθηκε ότι ο συνδυασμός αυτός πιθανώς ελαττώνει την δόση του φαρμάκου που απαιτείται για να επέλθει ικανοποιητική αναλγησία μετεγχειρητικά και επιπλέον μειώνει τις επιβλαβείς ανεπιθύμητες ενέργειες των υψηλότερων δόσεων ναρκωτικών φαρμάκων<sup>15,16,34</sup>. Παρατηρήθηκαν όμως και περιπτώσεις όπου μερικά φάρμακα μείωσαν την αποτελεσματικότητα του TENS, δηλαδή άρρωστοι που έπιασαν διαζεπάμη, κωδεΐνη ή ναρκωτικά είχαν ελαττωμένη απάντηση στον TENS<sup>11</sup>. Ακόμη και αν συνέβαινε αυτό έχει βρεθεί ότι ο TENS είναι πολύ χρήσιμος για την διακοπή της λήψης αυτών των φαρμάκων.

Στο Ιατρείο Πόνου του Θεαγενείου Αντικαρκινικού Νοσοκομείου χρησιμοποιείται ο TENS από το 1976 για μυοσκελετικούς πόνους των άνω άκρων και σε αυχενικό σύνδρομο. Εφαρμόζουμε τα ηλεκτρόδια σε κατά το δυνατό κεντρικότερη περιοχή της πορείας του βραχιονίου πλέγμα-

τος, όπως είναι ο υπερκλειδίδιος βόθρος. Αρχίζουμε την θεραπεία με το χαμηλότερης τάσης ηλεκτρικό ερέθισμα και σταδιακά το αυξάνουμε έως ότου έχουμε εντονότερο ερέθισμα πάντοτε όμως χωρίς να πονά ο άρρωστος.

Από τους αρρώστους μας το 45% παρουσίασε ανακούφιση του πόνου πάνω από 80%, το 30% των αρρώστων είχε ανακούφιση περίπου 50% και στο 25% των αρρώστων δεν παρατηρήθηκε καμμία αξιολογη βελτίωση του πόνου τους.

Γενικά ο TENS σαν μέθοδος θεραπείας του πόνου είναι μοναδική με την έννοια ότι εξασκεί το αναλγητικό της αποτέλεσμα διεγείροντας τους εσωτερικούς μηχανισμούς του νευρικού συστήματος του ανθρώπου. Πρέπει να εφαρμόζεται έγκαιρα και όχι αφού χρησιμοποιηθούν πρώτα όλα τα άλλα θεραπευτικά σχήματα. Η αποτελεσματικότητά του TENS εξαρτάται κύρια από αυτόν που τον εφαρμόζει αλλά και από τον ρόλο που παίζει αυτός στο όλο πρόγραμμα θεραπείας. Τόσο οι άρρωστοι όσο και οι γιατροί πρέπει να γνωρίζουν ότι ο TENS αποτελεί μια συμπτωματική αντιμετώπιση του πόνου και δεν θεραπεύει την αιτία του πόνου.

Τέλος, ο TENS βρήκε ευρεία χρησιμοποίηση, γιατί οι γιατροί και οι φυσικοθεραπευτές τον αποδέχθηκαν γρήγορα, επειδή είναι μια μέθοδος αναίμακτη, ακίνδυνη, δεν προκαλεί εθισμό, δεν παρουσιάζει σημαντικές ανεπιθύμητες ενέργειες και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από τον ίδιο τον άρρωστο.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Hymes A. A review of the historical use of Electricity. In: Mannheim J, Lampe G. (Eds). Clinical transcutaneous electrical nerve stimulation. Davis, Philadelphia 1984; pp 1-5.
- Melzack R, Wall D. Pain mechanisms: A new theory. Science 1965; 150: 971-979.
- VanderArk G, McGrath K. Transcutaneous Electrical Stimulation in Treatment of Postoperative Pain. Amer J Surg 1975; 130: 338-340.
- Ottoson D, Lundberg T. Pain treatment. A practical manual by TENS. Springer Verlag, Berlin 1988.
- Deyo R, Walsh N, Martin D, Schoenfeld L, Ramamurthy S. A controlled trial of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and exercise for chronic low back pain. N Eng J Med 1990; 322: 1627-1634.
- Fox E, Melzack R. Transcutaneous electrical stimulation and acupuncture: Comparison of treatment for low back pain. Pain 1976; 2: 141-148.
- Lehmann T, Russell D, Spratt K, Colby H, King Liu Y, Fairchild M, Christensen S. Efficacy of electroacupuncture and TENS in the rehabilitation of chronic low back pain patients. Pain 1986; 26: 277-290.
- Mannheimer C, Carlsson CA. The analgesic effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TNS) in patients with theumatoid arthritis. A comparative study of different pulse patterns. Pain 1979; 6: 329-334.
- Taylor P, Hallett M, Flaherty C. Treatment of osteoarthritis of the knee with transcutaneous electrical nerve stimulation. Pain 1981; 11: 233-240.
- Johnson M, Ashton C, Thompson J. The consistency of pulse frequencies and pulse patterns of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) used by chronic pain patients. Pain 1991; 44: 231-234.
- Mannheimer J, Lampe G. Pain and TENS in pain management. In: Mannheim J, Lampe G (Eds) Clinical transcutaneous electrical nerve stimulation. Davis, Philadelphia 1984.
- Lutz H. Schmerzabulanz. In: Lutz H. (Ed). Anesthesiologische Praxis. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 1986.
- Bates J, Nathan P. Transcutaneous electrical nerve stimulation for chronic pain. Anaesthesia 1980; 35: 817-822.
- Saller R. Transdermale elektrische Nervenstimulation (TENS) als Schmerzbehandlung. In: Saller R, Hellenbrecht D (Eds) Schmerzen Therapie in Praxis

- und Klinik. Marseille Verlag. Munchen 1991.
15. Rosenberg M, Curtis L, Bourke D. Transcutaneous electrical nerve stimulation for the relief of postoperative pain. *Pain* 1978; 5: 129-133.
  16. Finley G, Steward D. Transcutaneous electric nerve stimulation for control of postoperative pain following spinal fusion in adolescents. *Can Anesthesists Soc J* 1983; 30: S67.
  17. Schuster G, Infante M. Pain relief after low back Surgery: the efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation. *Pain* 1980; 8: 299-302.
  18. Cooperman A, Hall B, M. Kalacki K, Hardy R, Sadar E. Use of Transcutaneous Electrical Stimulation in the Control of Postoperative Pain *Am. J. Surg.* 1977; 133: 185-187.
  19. Widerstrom E, Aslund P, Gustafsson L, Mannheimer C, Carlsson S, Andersson S. Relation between experimentally induced tooth pain threshold changes, psychometrics and clinical pain relief following TENS. A retrospective study in patients with long-lasting pain. *Pain* 1992; 51: 281-287.
  20. Graff-Radford S, Reeves J, Baker R, Chiu D. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on myofascial pain and trigger point sensitivity. *Pain* 1989; 37: 1-5.
  21. Willer J, Relieving effect of TENS on painful muscle contraction produced by an impairment of reciprocal innervation: an electrophysiological analysis. *Pain* 1988; 32: 271-274.
  22. Terenius L. Families of Opioid Peptides and Classes of Opioid Receptors In: Fields H et al (Eds). *Advances in Pain Research and Therapie. Vol 9.* Raven Press. New York 1985.
  23. Peets J, Pomeranr B. Acupuncture-Like Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation Analgesia is influenced by spinal cord Endorphins but Not Serotonin: An Intrathecal Pharmacological Study. In: Fiels H et al (Eds) *Advances in Pain Research and Therapie. Vol 9.* Raven Press. New York 1985.
  24. Sjolund B, Eriksson M. Electro-Acupuncture and Endogenous Morphines. *Lancet* 1976; ii: 1085.
  25. Wolf S, Gersh M, Rao V. Examination of electrode placements and stimulating parameters in treating chronic pain with conventional transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS). *Pain* 1981; 11: 37-47.
  26. Lundeberg T. Naloxone does not reverse the painreducing effect of vibratory stimulation. *Acta Anaesthesiol Scand* 1985; 29: 212-216.
  27. Tontschev G. Transkutane elektrische Nervenstimulation bei Krebs Schmerzen. In: Tontschev G (Ed). *Therapie des Krebs Schmerzes.* Akademie Verlag. Berlin 1988.
  28. Editorial (Άρθρο Έκδοσης): TENS for chronic low-back pain. *Lancet* 1991; 337: 462-463.
  29. Evans P. Simple Rating System for Assessing Treatment Outcome in Chronic Pain Patients. In: Fields H, et al (Eds). *Advances in Pain Research and Therapie Vol 9* Raven Press. New York 1985.
  30. Magora F., Aladjermoff L, Tannenbaum J, Magora A. Treatment of Pain by Transcutaneous Electrical Stimulation. *Acta Anaesthesiol Scand* 1978; 22: 589-592.
  31. Thorsteinsson G, Stonnington H, Stillwell K, Elveback L. The placebo effect of transcutaneous electrical stimulation. *Pain* 1978; 5: 31-41.
  32. Hansson P, Ekblom A. Tanscutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) as Compared to Placebo TENS for the Relief of Acute Oro-facial Pain. *Pain* 1983; 15: 157-165.
  33. Marchand S, Charest J, Li J, Chenard JR, Lavignolle B, Laurencelle L. Is TENS purely a placebo effect? A controlled study on chronic low back pain. *Pain* 1993; 54: 99-106.
  34. Baker S, Wong C, Wong P, Jenkins L. Transcutaneous electrostimulation in the management of postoperative pain: Initial report. *Canad. Anaesth. Soc. J.* 1980; 27 no 2: 150-155.
-