

Η Επίδραση του Ηλεκτρικού Μυϊκού Ερεθισμού στην Ελάττωση της Σπαστικότητας των Καμπτήρων Μυών του Καρπού και των Δακτύλων σε Ημιπληγικούς Ασθενείς

Διονύσιος Θεοδωρόπουλος¹, Παναγιώτης Γιόκαρης²

¹ Φυσικοθεραπευτής, M.Sc

² Φυσικοθεραπευτής, Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Φυσικοθεραπείας, ΣΕΥΠ, ΤΕΙ Αθήνας

Επικοινωνία: Διονύσιος Θεοδωρόπουλος, Ύδρας 14, 13451

Email: theodio@yahoo.gr

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σπαστικότητα είναι ένα σημαντικό πρόβλημα που εμφανίζεται στις περιπτώσεις βλάβης του ανώτερου κινητικού νευρώνα. Είναι μια κινητική διαταραχή που χαρακτηρίζεται από την ταχοεξαρτώμενη αύξηση των τονικών μυοτατικών αντανακλαστικών (μυϊκός τόνος) και υπερβολικά τενόντια αντανακλαστικά λόγω υπερδιεγερσιμότητας του μυοτατικού αντανακλαστικού.¹ Η ανάπτυξη της σπαστικότητας στους καμπτήρες μυς του καρπού και των δακτύλων σε ημιπληγικούς ασθενείς επηρεάζει άμεσα τις αντίθετες κινήσεις και κατ'επέκταση τη συλληπτική ικανότητα του χεριού.²

Ο ηλεκτρικός μυϊκός ερεθισμός έχει χρησιμοποιηθεί για την ελάττωση της σπαστικότητας μυών ή μυϊκών ομάδων σε ημιπληγικούς ασθενείς.^{3,4,5,6} Ο Waters⁷ και η Baker⁸ έχουν διαπιστώσει την ελάττωση της σπαστικότητας των καμπτήρων του άνω άκρου ερεθίζοντας τους ανταγωνιστές μυς. Σε ανάλογα συμπεράσματα κατέληξε και ο Powell

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός της έρευνας αυτής ήταν να εξετάσει την επίδραση του παρατεταμένου τετανικού ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού στην ελάττωση της σπαστικότητας των καμπτήρων μυών του καρπού και των δακτύλων σε ημιπληγικούς ασθενείς, βάσει του εύρους τροχιάς της ενεργητικής έκτασης του καρπού και των δακτύλων. Δεκαπέντε (15) άρρενες ημιπληγικοί ασθενείς (ηλικίας 55-75 ετών) 2-4 μήνες μετά από ισχαιμικό αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο συμμετείχαν στην έρευνα αυτή. Στους ασθενείς εφαρμόστηκε ηλεκτρικός μυϊκός ερεθισμός στον βραχύ κερκιδικό εκτείνοντα το καρπό και στον κοινό εκτείνοντα τα δάκτυλα. Ο ηλεκτρικός μυϊκός ερεθισμός ήταν παρατεταμένος τετανικός και η μέθοδος εφαρμογής η μονοπολική.

Η σπαστικότητα ελέγχθηκε έμμεσα, μέσω του ενεργητικού εύρους τροχιάς της έκτασης του καρπού με τα δάκτυλα σε έκταση αμέσως μετά την εφαρμογή του ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού. Η μέτρηση έγινε με γωνιόμετρο. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική ($p=0.05$) αύξηση της έκτασης του καρπού αμέσως μετά την εφαρμογή του ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού. Από τα αποτελέσματα της έρευνας ενισχύεται η άποψη ότι η χρήση του παρατεταμένου τετανικού ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού στους εκτείνοντες τον καρπό και τα δάκτυλα συντελεί στη μείωση της σπαστικότητας των καμπτήρων του καρπού και των δακτύλων σε ημιπληγικούς ασθενείς με αποτέλεσμα την αύξηση του ενεργητικού εύρους της έκτασης του καρπού.

Λέξεις κλειδιά: τετανικός ηλεκτρικός μυϊκός ερεθισμός, σπαστικότητα, καμπτήρες μύες καρπού

με τους συνεργάτες του⁹ ερεθίζοντας τους εκτείνοντες τον καρπό μυς, παρατηρώντας και βελτίωση της λειτουργικότητας του χεριού. Ο Lin¹⁰ μείωσε την σπαστικότητα των καμπτήρων του καρπού εφαρμό-

ζοντας ηλεκτρικό μυϊκό ερεθισμό στο κοινό εκτείνοντα τα δάκτυλα μυ. Μείωση της σπαστικότητας παρατηρείται και από τον απευθείας ερεθισμό των σπαστικών μυών. Ο Daly¹¹ και οι συνεργάτες του

The Effect of Electric Muscular Stimulation on the Reduction of Spasticity of the flexor Muscles of the Wrist and the Fingers in Hemiplegic Patients

Dionisios Theodoropoulos¹, Panagiotis Giokaris²

¹ Physiotherapist, M.Sc

² Physiotherapist, Associate Professor, Physiotherapy Department, TEI of Athens

Correspondence: Dionisios Theodoropoulos, Ydras 14, 13451 Kamatero, Athens, Greece

Email: theodio@yahoo.gr

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effect of prolonged tetanic electrical muscle stimulation in the reduction of spasticity of the flexor muscles of the wrist and fingers in hemiplegic patients through the range of motion of active extension of the wrist and fingers. 15 male patients (age 55-75 years), 2-4 months after an ischemic CVA, participated in the study. The electrical muscle stimulation was applied in the brevis radialis extensor of the wrist and in the common extensor of the fingers. The stimulation was prolonged tetanic and the method of application was monopolar.

The spasticity was measured indirectly, through the active range of motion of the extension of the wrist and fingers. A goniometer was used for the measurements.

The results of this study have shown a statistically significant ($p < 0.05$) increase in the wrist extension immediately after the application of the electrical muscle stimulation. The results support the view that the use of prolonged tetanic electrical muscle stimulation in the wrist and fingers extensors contributes to the reduction of the spasticity in the wrist and finger flexors in hemiplegic patients through the increase of the active range of the wrist extension.

Key words: tetanic electrical muscle stimulation, spasticity, flexor muscles of the wrist

παρατήρησαν μείωση της σπαστικότητας των καμπτήρων μυών του καρπού με εφαρμογή απευθείας ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού σε αυτούς. Μείωση της σπαστικότητας παρουσιάζεται και με τον απευθείας ερεθισμό του τετρακεφάλου, του γαστροκνημίου και του προσθίου κνημιαίου, μύες στους οποίους αναπτύσσεται σπαστικότητα σε ημιπληγικούς ασθενείς.¹² Ενδιαφέρον παρουσιάζουν έρευνες στις οποίες γίνεται ηλεκτρικός ερεθισμός νευρών που νευρώνουν σπαστικούς

μυς ή τους ανταγωνιστές των μυών με σπαστικότητα. Ο ερεθισμός του ωλενίου νεύρου μειώνει τη σπαστικότητα των καμπτήρων μυών του καρπού.¹⁰ Ο ερεθισμός του περονιαίου νεύρου οδηγεί σε μείωση της τονικής δραστηριότητας του προσθίου κνημιαίου και των πελματιαίων καμπτήρων.^{13,14,15}

Η νευροφυσιολογική βάση της μείωσης της σπαστικότητας από την εφαρμογή ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού των ανταγωνιστών των μυών με σπαστικότητα είναι η εξής:¹⁶

Όταν ένας μυς συσπάται η ενεργοποίηση της μυϊκής ατράκτου μεταδίδει μέσω ενδιάμεσων νευρώνων ανασταλτικές ώσεις στον ανταγωνιστή μυ με αποτέλεσμα τη μείωση της δραστηριότητάς του. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως αμοιβαία αναστολή και το αποτέλεσμα της χρησιμοποιείται κατά τον ερεθισμό του ανταγωνιστή ενός μύος με σπαστικότητα. Οι Ια αισθητικές ίνες ξεκινούν από τη μυϊκή άτρακτο και μεταφέρουν ερεθίσματα στους ενδιάμεσους ανασταλτικούς νευρώνες στον νωτιαίο μυελό. Οι νευρώνες αυτοί ασκούν ανασταλτική δράση στους ανταγωνιστές μυς και μειώνουν τη δραστηριότητά τους. Οι Ια ίνες έχουν μεγάλη διάμετρο, και για αυτό απαιτείται ένα χαμηλό επίπεδο ερεθισμού για να διεγερθούν. Η διέγερση τους είναι πάντα παρούσα ακόμα και αν ο ερεθισμός προκαλέσει μια μικρή σύσπαση. Μετά τον ερεθισμό των ανταγωνιστών μυών υπάρχει μια περίοδος μείωσης της σπαστικότητας. Με την επανάληψη του ερεθισμού οι συνδέσεις μεταξύ των νευρώνων ενισχύονται και η σπαστικότητα μειώνεται για περισσότερο χρόνο. Η νευροφυσιολογική βάση της μείωσης της σπαστικότητας από την εφαρμογή ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού απευθείας στους σπαστικούς μυς είναι η εξής :

Ο ηλεκτρικός μυϊκός ερεθισμός των σπαστικών μυών επιφέρει μείωση της σπαστικότητας η οποία οφείλεται σε ερεθίσματα τα οποία μεταφέρονται στα κύτταρα Renshaw. Τα κύτταρα Renshaw ασκούν ανασταλτική δράση στους ακινητικούς νευρώνες με αποτέλεσμα τη μείωση της σπαστικότητας.¹⁶

Για την αξιολόγηση της σπαστικότητας σε αρκετές έρευνες χρησιμο-

ποιείται η κλίμακα Ashworth και η τροποποιημένη κλίμακα Ashworth. Η κλίμακα Ashworth είναι εκείνη που χρησιμοποιείται στην πλειοψηφία των μελετών για την αξιολόγηση της σπαστικότητας.¹⁷ Υπάρχουν όμως και αντίθετες απόψεις που αμφισβητούν την αξιοπιστία της μεθόδου αφού δεν υπάρχει τρόπος να εκτιμηθεί η συμμετοχή των γλοιοελαστικών στοιχείων των μυών στη παθητική κίνηση. Ο περιορισμός της κινητικότητας λόγω της αντίστασης που προβάλλουν τα μη συστατικά στοιχεία των μυών καθιστά πολλούς συγγραφείς σκεπτικούς σχετικά με την αξιοπιστία μεθόδων που χρησιμοποιούν την εκτίμηση του παθητικού εύρους κίνησης για την αξιολόγηση της σπαστικότητας. Η κλίμακα Ashworth που διαβαθμίζει τον τόνο ανάλογα με το μέγεθος της αντίστασης στην παθητική κίνηση, είναι ένα παράδειγμα κλίμακας που ξεκίνησε να ελέγξει μια ανεπάρκεια (σπαστικότητα), αλλά στην πράξη ελέγχει μια άλλη (μυϊκή δυσκαμψία).^{18,19} Βέβαια η σπαστικότητα λόγω της ατελούς εκτασιμότητας των μυών περιορίζει το ενεργητικό εύρος κίνησης των αρθρώσεων.²⁰

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Σκοπός και Υπόθεση της Έρευνας

Ο σκοπός της έρευνα αυτής ήταν να εξετάσει την επίδραση του παρατεταμένου τετανικού ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού στην ελάττωση της σπαστικότητας των καμπτήρων μυών του καρπού και των δακτύλων σε ημιπληγικούς ασθενείς. Πιο συγκεκριμένα ο σκοπός ήταν να εξετάσει την ελάττωση της σπαστικότητας αξιολογώντας το εύρος της ενεργητικής έκτασης του καρπού και των δακτύλων.

Η έρευνα αυτή διεξήχθη με την ακόλουθη υπόθεση :

Η εφαρμογή παρατεταμένου τετανικού ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού στους εκτεινόντες του καρπού και των δακτύλων συμβάλλει στην ελάττωση της σπαστικότητας των καμπτήρων μυών των αρθρώσεων αυτών.

Η ελάττωση της σπαστικότητας των καμπτήρων του καρπού και των δακτύλων συντελεί σε στατιστικά σημαντική αύξηση ($p=0,05$) του εύρους τροχιάς ενεργητικής έκτασης του καρπού και των δακτύλων ημιπληγικών ασθενών με καμπτικό σπαστικό πρότυπο άνω άκρου.

Δείγμα – Εξοπλισμός

Δεκαπέντε άρρενες ημιπληγικοί ασθενείς, ηλικίας 55 ως 75 ετών (μέσος όρος ηλικίας 62.3 έτη), οι οποίοι είχαν αναπτύξει καμπτικό σπαστικό πρότυπο άνω άκρου και παρουσίαζαν στοιχεία ενεργητικής έκτασης του καρπού και των δακτύλων συμμετείχαν σε αυτή την έρευνα.

Όλοι οι ασθενείς βρίσκονταν στο στάδιο της αποκατάστασης σε χρονικό διάστημα 2 ως 4 μήνες μετά από το ΑΕΕ και είχαν υποβληθεί σε φυσικοθεραπευτικό πρόγραμμα νευρομυϊκών διευκολύνσεων.

Για την εκτίμηση της σπαστικότητας του καρπού και των δακτύλων αξιολογήθηκε η έκταση της πηχεοκαρπικής άρθρωσης με τα δάκτυλα σε έκταση. Η μέτρηση της έκτασης έγινε με γωνιόμετρο.

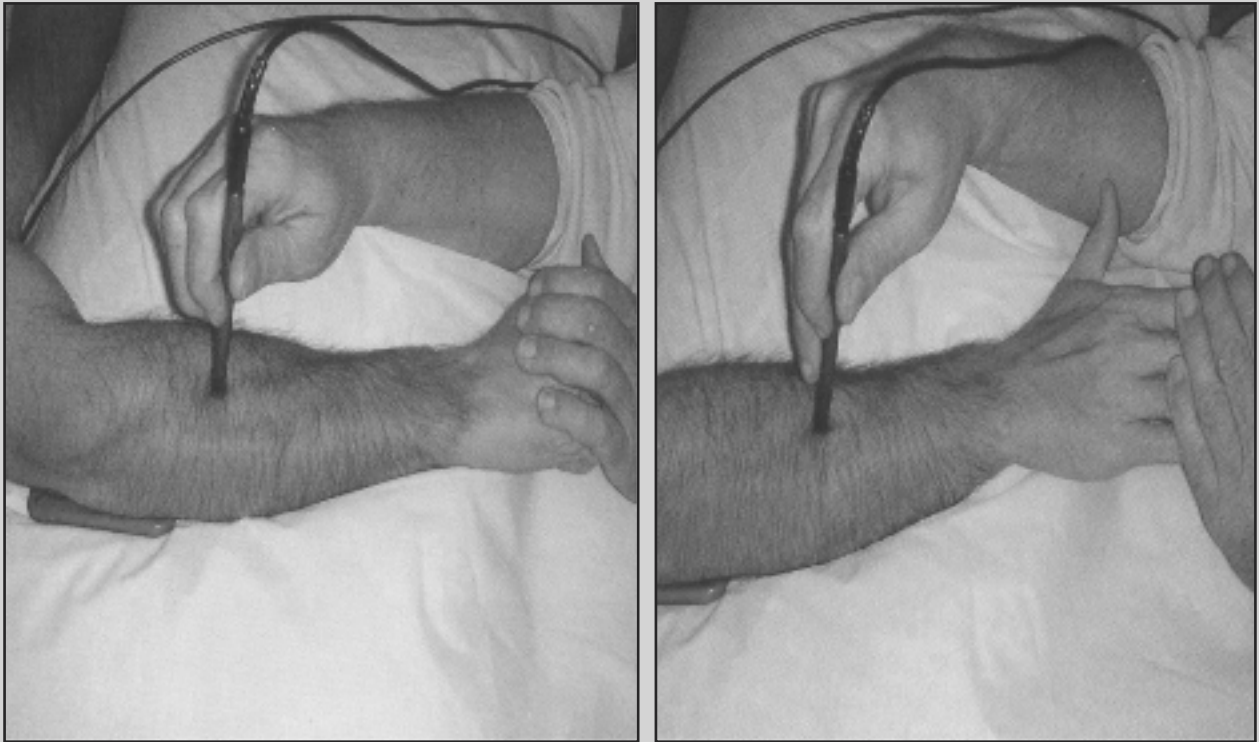
Η εφαρμογή του παρατεταμένου τετανικού ηλεκτρικού μυϊκού ερε-

θισμού έγινε με τη συσκευή ELTRON D της ENRAF.

Εφαρμογή της Παρέμβασης

Δεκαπέντε άρρενες ημιπληγικοί ασθενείς με καμπτικό πρότυπο κίνησης άνω άκρου, ηλικίας 55 ως 75 ετών (μο 62,3 έτη) συμμετείχαν στην έρευνα αυτή. Ως βασικό κριτήριο για την επιλογή των ασθενών ήταν η δυνατότητα αυτών για ενεργητική έκταση του καρπού και των δακτύλων. Όλοι οι ασθενείς βρίσκονταν σε πρόγραμμα αποκατάστασης. Σε όλα τα άτομα που συμμετείχαν στην έρευνα αυτή μετρήθηκε η ενεργητική έκταση του καρπού με τα δάκτυλα σε έκταση σε χρονικό διάστημα 2-4 μήνες μετά το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. (pre test). Στους συμμετέχοντες εφαρμόστηκε παρατεταμένος τετανικός ηλεκτρικός μυϊκός ερεθισμός στον κοινό εκτεινόντα τα δάκτυλα και στον βραχύ κερκιδικό εκτεινόντα τον καρπό. Ο ερεθισμός έγινε με την μονοπολική μέθοδο. Κατά τον ερεθισμό γινόταν σταθεροποίηση των δακτύλων σε έκταση. Ο ερεθισμός των μυών γινόταν εναλλάξ. Οι παράμετροι του ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού ήταν οι ακόλουθοι: **Είδος ρεύματος:** Παλμικό συνεχές. **Κυματομορφή:** Ορθογώνια. **Διάρκεια ερεθίσματος:** 1msec **Συχνότητα:** 50 ώσεις ανά 1 sec **Ένταση ρεύματος:** Υψηλή (30 mA) **Διάρκεια παλμοσειράς:** 8 sec. Σταδιακή ανύψωση παλμοσειράς **Διάρκεια παύλας μεταξύ παλμοσειρών:** 52 sec **Αριθμοί επαναλήψεων:** 15 συσπάσεις σε κάθε μυ

Η ορθογώνια κυματομορφή επελέγη διότι οι εκτεινόντες μύες τον καρπό

Εικόνα 1 α-β. Τοποθέτηση του ηλεκτροδίου για τον ερεθισμό των εκτεινόντων μυών.

και τα δάκτυλα συσπώνται ενεργητικά, κατά συνέπεια με την επιλογή της μορφής αυτής επιτυγχάνεται καλύτερο κινητικό αποτέλεσμα. Επιλογή οποιαδήποτε άλλης μορφής με μεγάλο χρόνο ανόδου λόγω του φαινομένου της προσαρμογής θα καθιστούσε τον ηλεκτρικό μυϊκό ερεθισμό λιγότερο αποτελεσματικό.

Η διάρκεια του ερεθίσματος επελέγη στο 1 msec διότι η χροναξία των μυών είναι φυσιολογική και δεν χρειάζεται μεγαλύτερη, αν και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί μικρότερη διάρκεια (0,6-0,7 msec).

Η συχνότητα των 50 ώσεων το δευτερόλεπτο επελέγη για να είναι η συστολή τετανική. Μικρότερη συχνότητα δεν θα προκαλούσε πλήρη τετανική συστολή. Επιλογή μεγαλύτερης συχνότητας θα προκαλούσε εντονότερο δυσάρεστο αισθητικό

αποτέλεσμα.²¹

Η ένταση του ρεύματος επελέγη υψηλή (30 mA) για να προκληθεί έντονη μυϊκή συστολή. Επιλογή μεγαλύτερης έντασης θα προκαλούσε δυσάρεστο αισθητικό αποτέλεσμα με συνέπεια την αύξηση της σπαστικότητας.

Η διάρκεια της παλμοσειράς 8 sec επελέγη για να προκληθεί παρατεταμένη μυϊκή συστολή. Μικρότερη διάρκεια παλμοσειράς δεν θα προκαλούσε παρατεταμένη μυϊκή συστολή. Μεγαλύτερη διάρκεια παλμοσειράς θα οδηγούσε σε γρήγορη κόπωση των μυών. Η σύσπαση που προκαλείται είναι προτιμότερο να είναι ομαλή. Για να είναι ομαλή απαιτείται σταδιακή αύξηση της παλμοσειράς. Μια ξαφνική και γρήγορη σύσπαση θα προκαλούσε γρήγορη διάταση με αποτέλεσμα την ενεργοποίηση του μυοτατικού αν-

τανακλαστικού διάτασης και την αύξηση της σπαστικότητας.

Η διάρκεια παύλας μεταξύ των παλμοσειρών επελέγη μεγάλη για να υπάρχει επαρκής χρόνος ανάπαυσης των μυών.

Ο αριθμός των 15 συσπάσεων σε κάθε μυ επελέγη διότι θεωρείται αρκετός για την ενίσχυση της μυϊκής δύναμης των εκτεινόντων και την μείωση της σπαστικότητας των καμπτήρων.

Αμέσως μετά την εφαρμογή του ερεθισμού η ενεργητική έκταση του καρπού αξιολογήθηκε σε post test κατά τον ίδιο ακριβώς τρόπο που αξιολογήθηκε στο pre test.

Τα δεδομένα της έρευνας αναλύθηκαν με t- test, για να εξεταστεί αν η διαφορά των μέσων όρων της έκτασης του καρπού ήταν στατιστικά σημαντική ($p = 0.05$).

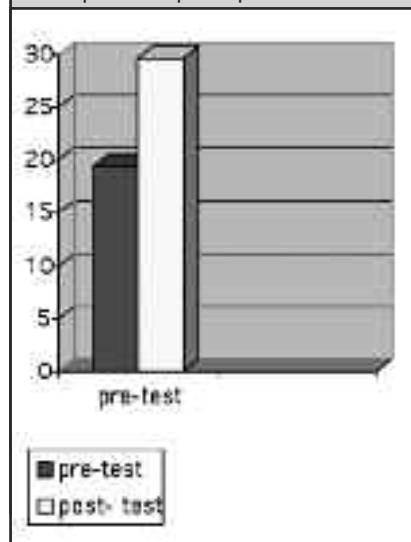
Πίνακας 1. Ο μέσος όρος της έκτασης της άρθρωσης του καρπού και η τυπική απόκλιση pre-test και post-test.

	Μέσος όρος έκτασης	Τυπική απόκλιση
Pre-test	19,4°	2.5
Post-test	29,6°	2.7

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται ο μέσος όρος της έκτασης στην άρθρωση του καρπού και η τυπική απόκλιση πριν την εφαρμογή του ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού (pre-test) και αμέσως μετά (post-test). Στο Σχήμα 1 απεικονίζονται με γραφήμα οι μέσοι όροι της έκτασης πριν και μετά την εφαρμογή του ηλεκτρικού ερεθισμού.

Σχήμα 1. Ο μέσος όρος της άρθρωσης του καρπού πριν και μετά την εφαρμογή του ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού.



Τα δεδομένα της έρευνας αναλύθηκαν με one tail t-test, για να εξεταστεί αν η διαφορά των μέσων όρων μεταξύ pre-test και post-test ήταν στατιστικά σημαντική. Από την ανάλυση των δεδομένων προ-

έκυψε ότι ο μέσος όρος της ενεργητικής έκτασης του καρπού αυξήθηκε κατά 10.2ο. Η αύξηση αυτή ήταν στατιστικά σημαντική.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από τα αποτελέσματα της έρευνας ενισχύεται η άποψη ότι η χρήση του παρατεταμένου τετανικού ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού στους εκτεινόντες τον καρπό και τα δάκτυλα συντελεί στη μείωση της σπαστικότητας των καμπτήρων του καρπού και των δακτύλων σε ημιπληγικούς ασθενείς με αποτέλεσμα την αύξηση του ενεργητικού εύρους της έκτασης της άρθρωσης του καρπού.

Η αύξηση του ενεργητικού εύρους της άρθρωσης του καρπού βελτιώνει και την λειτουργικότητα του χεριού. Η βελτίωση της λειτουργικότητας του καρπού και των δακτύλων επιτυγχάνεται και με την αύξηση της δύναμης των εκτεινόντων μυών. Ο ηλεκτρικός μυϊκός ερεθισμός των εκτεινόντων μυών ενισχύει το εκτατικό πρότυπο της κίνησης και βελτιώνει την κινητικότητα του καρπού και των δακτύλων.^{9,22,23,24} Υποστηρικτές μεθόδων νευρομυϊκών διευκολύνσεων αμφισβητούν την αποτελεσματικότητα της χρήσης ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού. Από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους, η μέθοδος Bobath και η μέθοδος Brunnstrom δεν προτείνουν στις

θεραπευτικές τους προσεγγίσεις τη χρήση ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού. Η κινητική επανεκπαίδευση (Motor Control or Motor Relearning) όμως περιλαμβάνει τη χρήση του ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού στη θεραπευτική της προσέγγιση και τη θεωρεί χρήσιμο εργαλείο για την ενεργοποίηση των μυών, την μείωση της σπαστικότητας (αντανακλαστικής υπερδιεγερσιμότητας), και τη βελτίωση της λειτουργικότητας.² Η κινητική επανεκπαίδευση χρησιμοποιεί τα θετικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού στη μείωση της σπαστικότητας και στη βελτίωση της μυϊκής λειτουργίας για την ελαχιστοποίηση των δευτερευουσών αλλαγών λόγω αχρησίας και για την πρόκληση συγκεκριμένων προτύπων μυϊκής δραστηριοποίησης.

Μείωση της σπαστικότητας επιτυγχάνεται όπως αναφέραμε και με τον απευθείας ερεθισμό των σπαστικών μυών. Υπάρχει όμως μια γενικότερη ανησυχία πως αν εφαρμοστεί ηλεκτρικός μυϊκός ερεθισμός σε σπαστικούς μυς η σπαστικότητα μπορεί αρχικά να μειώνεται, αλλά ενδεχομένως να αυξηθεί αργότερα.¹⁶ Γενικά περιοριζόμαστε στον ερεθισμό των ανταγωνιστών μυών για τη μείωση της σπαστικότητας εκτός αν η ενδυνάμωση και η επανεκπαίδευση των σπαστικών μυών αποτελεί κλινικό στόχο.^{2,16,25}

Έρευνες χρησιμοποιούν συνδυασμό ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού και αλλαντικής τοξίνης (Botulinum toxin type A) με πολύ καλά αποτελέσματα στη μείωση της σπαστικότητας.^{26,27,28} Η αλλαντική τοξίνη είναι μια εναλλακτική λύση για την αντιμετώπιση της σπαστικότητας. Κατά τη δράση της μπλοκάρει τη

μεταφορά των ώσεων στη νευρομυϊκή σύναψη με την αναστολή της απελευθέρωσης της ακετυλχολίνης. Στην έρευνα αυτή η αξιολόγηση της σπαστικότητας έγινε αμέσως μετά την εφαρμογή του ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού. Στη βιβλιογραφία υπάρχει αρκετά μεγάλη διακύμανση για τον χρόνο που διαρκεί η μείωση της σπαστικότητας μετά την εφαρμογή του ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού. Το χρονικό διάστημα φαίνεται να εξαρτάται και από τη συχνότητα των συνεδριών του ηλεκτρικού ερεθισμού των μυών. Η μείωση της σπαστικότητας αμέσως μετά τη χρήση ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού διαρκεί μερικές ώρες.^{6,29} Ερευνητές προτείνουν για μεγαλύτερης διάρκειας αποτελέσματα την εφαρμογή ερεθισμού πέντε μέρες την εβδομάδα για τρεις εβδομάδες.¹² Υπάρχουν συγγραφείς που προτείνουν επαναληπτικούς ερεθισμούς κατά τη διάρκεια της ημέρας. Οι επαναληπτικοί ερεθισμοί μπορεί να είναι 3 φορές την ημέρα ή και έξι φορές την ημέρα.²⁸ Η επίδραση του ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού στην μείωση της σπαστικότητας φαίνεται πως σταματά να υφίσταται δύο εβδομάδες μετά την εφαρμογή του.³⁰ Όσο εφαρμόζεται ο ηλεκτρικός ερεθισμός των μυών η σπαστικότητα μειώνεται. Όταν όμως σταματήσει ο ερεθισμός δύο εβδομάδες μετά η σπαστικότητα επανέρχεται στη προηγούμενη κατάσταση. Με την επανάληψη του ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού οι συνδέσεις μεταξύ των νευρώνων ενισχύονται και η σπαστικότητα μειώνεται για περισσότερο χρόνο. Για αυτόν τον λόγο οι έρευνες προτείνουν μακροχρόνια εφαρμογή του ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού χωρίς

όμως να καταλήγουν σε συγκεκριμένα χρονοδιαγράμματα συχνότητας των συνεδριών και χρονικού διαστήματος εφαρμογής αυτών.¹⁶ Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν παράμετροι ρεύματος που οδηγούν σε τετανικό ηλεκτρικό μυϊκό ερεθισμό (συχνότητα 50 ώσεις το δευτερόλεπτο και διάρκεια ερεθίσματος 1msec). Υπάρχουν όμως και ερευνητές που προτείνουν ηλεκτρικό ρεύμα συχνότητας 20-40 ώσεων και διάρκειας ώσης 200-300 msec για τη μείωση της σπαστικότητας.^{8,16,28} Ο ερεθισμός με αυτές τις παραμέτρους δεν προκαλεί τετανική συστολή. Οι Ια αισθητικές ίνες που μεταφέρουν ερεθίσματα στους ενδιάμεσους ανασταλτικούς νευρώνες στον νωτιαίο μυελό έχουν μεγάλη διάμετρο, και για αυτό απαιτείται ένα χαμηλό επίπεδο ερεθισμού για να διεγερθούν. Η διέγερση τους είναι πάντα παρούσα ακόμα και αν ο ερεθισμός προκαλέσει μια μικρή σύσπαση. Για αυτό πιθανόν να είναι αποτελεσματικός σε ορισμένες έρευνες στη μείωση της σπαστικότητας και ο ερεθισμός με ρεύμα που δεν προκαλεί τετανική συστολή. Η ενίσχυση της λειτουργίας των μυών για βελτίωση της κινητικότητας απαιτεί τετανικό ηλεκτρικό μυϊκό ερεθισμό. Όλοι οι ερευνητές συμφωνούν στη υψηλή ένταση για να εκλύεται έντονη σύσπαση, στη μεγάλη διάρκεια παλμοσειράς (8-10 sec) ώστε η σύσπαση των αγωνιστών και η χαλάρωση των ανταγωνιστών να διαρκεί για κάποιο χρονικό διάστημα και παύλα τριπλάσιας ή πενταπλάσιας της παλμοσειράς για να υπάρχει κάποιο ουσιαστικό διάστημα ανάπαυσης των ερεθιζόμενων μυών. Διευκρινίζεται ότι με τη διάρκεια της παλ-

μοσειράς εννοείται ο χρόνος που διαρκεί η σύσπαση του μυός ενώ με τη διάρκεια της παύλας το χρονικό διάστημα του διαλείμματος μεταξύ των συσπάσεων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η χρήση του παρατεταμένου τετανικού ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού των εκτεινόντων τον καρπό και τα δάκτυλα μυών συντελεί στη μείωση της σπαστικότητας των καμπτήρων μυών του καρπού και των δακτύλων με αποτέλεσμα την αύξηση του εύρους ενεργητικής έκτασης του καρπού. Η μείωση της σπαστικότητας και η αύξηση του ενεργητικού εύρους τροχιάς στην άρθρωση του καρπού βελτιώνει και την λειτουργικότητα της άκρας χείρας.

Ο ηλεκτρικός μυϊκός ερεθισμός των εκτεινόντων μυών πρέπει να είναι τετανικός για αυτό η συχνότητα των ερεθισμάτων πρέπει να είναι 50 ώσεις το δευτερόλεπτο και η διάρκεια των ερεθισμάτων 1 msec. Ορισμένοι ερευνητές προτείνουν και χαμηλότερης διάρκειας ερεθίσματα (200–300 msec) και μικρότερη συχνότητα ερεθισμάτων (20-40 ώσεις το δευτερόλεπτο).

Η διάρκεια της παλμοσειράς σύμφωνα με όλους τους ερευνητές πρέπει να είναι 8-10 sec, και η παύλα μεταξύ των παλμοσειρών τριπλάσια ή πενταπλάσια της διάρκειας της παλμοσειράς. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος πρέπει να είναι υψηλή (30 mA).

Ο ηλεκτρικός μυϊκός ερεθισμός των ανταγωνιστών των σπαστικών μυών συντελεί στη μείωση της σπαστικότητας η οποία όμως σύμφωνα με τη βιβλιογραφία διαρκεί για με-

ρικές ώρες και μετά η σπαστικότητα επανέρχεται στην προηγούμενη κατάσταση. Για μονιμότερα αποτελέσματα χρειάζεται μακροχρόνια εφαρ-

μογή χωρίς να υπάρχουν όμως συγκεκριμένα χρονοδιαγράμματα. Περισσότερη έρευνα χρειάζεται για να καθοριστεί η συχνότητα των συνε-

δριών του ηλεκτρικού μυϊκού ερεθισμού καθώς και το χρονικό διάστημα που θα πρέπει να διαρκέσει αυτός για μακροχρόνια αποτελέσματα.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Lance J W (1980) Spasticity : Disordered Motor Control. Williams & Wilkins, Baltimore.
2. Carr J, Shepherd R (2003) Stroke Rehabilitation. Guidelines for exercise and training to optimize motor skill. Butterworth -Heinemann, Oxford.
3. Levine MG, Knott M, Kabat H, (1952), Relaxation of spasticity by electrical stimulation of antagonist muscles. Arch. Phys. Med Rehabil Nov :668-673.
4. Vodovnik L, Bowmann B R, Winchester P (1984). Effect of electrical stimulation on spasticity in hemiparetic subjects. Int Rehabil Med 6 : 153-156
5. Apkari JA, Nauman S, (1991) Stretch reflex inhibition using electrical stimulation in normal subjects and subjects with spasticity. J Biomed Eng, 13, 67-73.
6. Seib T., Price M., Lehman J. F., (1994). The quantitative measurements of spasticity : effect of cutaneous electrical stimulation. Arch Phys Med Rehabil 75: 746 - 750.
7. Waters R, Rhoades M, Montgomery J, (1975) Improvement of physical function after stroke : surgical and orthotic management. J Am Geriatr.Soc, 23,248 -253.
8. Baker L, Yeh C, Wilson D, et al (1979) Electrical stimulation of wrist and fingers for hemiplegic patients. Phys Therapy, 59, 1495-1499
9. Powell J, Pandyan AD, Granat M, et al (1999) Electrical stimulation of wrist extensors in poststroke hemiplegia. Stroke, 30, 1384 - 1389
10. Lin C (2000) The effects of ipsilateral forearm movement and contralateral hand grasp on the spastic hand opened by electrical stimulation. Neurorehabil. Neural Repair, 14, 199- 205
11. Daly JJ, Marsolais EB, Mendell LM,et al (1996) Therapeutic neural effects of electrical stimulation. IEEE Trans Rehabil.Eng.4, 218-230
12. Yan T, Hui -Chan C, Li L (2004) Functional electrical stimulation improves motor recovery of the lower extremity and walking ability of subjects with first acute stroke. Stroke, 36, 80-85.
13. Stefanovska A, Gross N, Vodovnik L, Rebersek S, Acimovic - Janezic R (1988) Chronic electrical stimulation for the modification of spasticity in hemiplegic patients. Scand J Rehabil Med Suppl, 17, 115-121
14. Zehr EP, Fujita K, Stein RB (1998) Reflexes from the superficial peroneal nerve during walking in stroke subjects. J. Neurophysiol, 79, 848-858
15. Veltink PH, Ladouceur M, Sinkjaer T, (2000) Inhibition of the triceps surae stretch reflex by stimulation on the deep peroneal nerve in persons with spastic stroke. Arch Phys Med Rehabil, 81, 1016-1024.
16. Taylor P, Mann G, Johnson C, Malone L. (2002) Upper limb electrical stimulation exercise. Salisbury FES Newsletter Jan 2002.
17. Prieb M.M, Sherwood A.M., Thornby J. I (1996) Clinical assessment of spasticity in spinal cord injury : a multidimensional problem. Arch Phys Med Rehabil 77 : 419-425.
18. Bohannon R.W., Smith M. B. (1987). Interrater reliability of a modified Asworth scale of muscle spasticity. Physical therapy, 1987, 67, 206
19. Carr J, Shepherd R (1998) Neurological rehabilitation. Optimizing motor performance. Butterworth - Heinemann, Oxford.
20. Gross J, Fetto J, Rosen E. (1993) Musculoskeletal examination. Oxford Press, London
21. Πόκαρης Παναγιώτης (2007). Θεραπευτικά σχήματα - Κλινική Ηλεκτροθεραπεία. Αθήνα.
22. Bowman BR, Baker LL, Waters RL, (1979) Positional feedback and electrical stimulation : an automated treatment for the hemiplegic wrist. Arch Phys Med Rehabil, 60, 497 -502
23. Hummelsheim H, Maier - Loth ML, Eickhirof C, (1997) The functional value of electrical muscle stimulation for the rehabilitation of the hand in stroke patients. Scand J Rehabil. Med., 29, 3-10
24. Cauraugh J, Light K, Thigen M, Behram A (2000) Chronic motor dysfunction after stroke : recovering wrist and finger extension by electromyography triggered neuromuscular stimulation. Stroke, 31, 1360 -1364
25. Taylor PN, Burridge JH, Dunkerley AL, et al (1999) Patients perceptions of the Odstock Dropped Foot Stimulator Clin Rehabil, 13, 439-446
26. Hesse S, Reiter F, Korrad M, et al (1998) Botulinum toxin type A and short term electrical stimulation in the treatment of upper limb flexion spasticity after stroke: A randomized, double blind, placebo-controlled trial Clon rehabil,12, 381-8.
27. Johnson CA, Burridge JH, Strike PW et al (2004) The effect of combine use of botulinum toxin type A and functional electrical stimulation in the treatment of spastic drop foot after stroke : A preliminary investigation. Arch Phys Med Rehabil, 29, 902-9
28. Bayaram S, Sivrioglou K, Karli N, Ozcan O (2006) Low dose botulinum toxin with short - term electrical stimulation in poststroke drop foot : A preliminary study. Am J phys Med Rehabil, 85, 75-81
29. Han J. S., Chen X.H., Yuan Y., Yan S.C., (1994). Transcutaneous electrical nerve stimulation for treatment of spinal spasticity. Chin Med J (eng l) 107 (1) : 6-11
30. Pandyan AD, Granat MH, Stott DJ (1997) Effects of electrical stimulation on flexion contractures in the hemiplegic wrist. Clin Rehabil, 11, 123-130