

## Διατάσεις Μυοτενόντιου Συνόλου: Μηχανισμοί δράσης και τρόπος εφαρμογής

**Μηνάς Κεσσεκίδης**

Φυσικοθεραπευτής, M.Sc., Περιφερικό Γενικό Νοσοκομείο Αθηνών "ΚΑΤ"

Επικοινωνία: Μηνάς Κεσσεκίδης, Σαρπηδώνος 6, 10442, Αθήνα

E-mail: kminas@netportal.gr

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ανασκόπηση (Κεσσεκίδης 2008), η εφαρμογή παρατεταμένης στατικής διάτασης διάρκειας τουλάχιστον 15 λεπτών αποτελεί την πιο ενδεδειγμένη θεραπευτική επιλογή σε περιπτώσεις ασθενών με μακροχρόνιο περιορισμό στο εύρος κίνησης μιας άρθρωσης, μετά από τραυματισμό ή ακινητοποίησή της.

Πέρα όμως από τη θεραπευτική αντιμετώπιση εγκατεστημένων αρθρικών συγκάμψεων, στην καθημερινή κλινική πρακτική οι διατάσεις, οι οποίες εφαρμόζονται κατά κόρον, είναι είτε οι στατικές μικρής διάρκειας (μερικών δευτερολέπτων), είτε οι διατατικές τεχνικές PNF (κράτημα-χαλάρωση, κράτημα-χαλάρωση-σύσπαση, σύσπαση-χαλάρωση). Έτσι, λοιπόν, τόσο στα πλαίσια ενός φυσικοθεραπευτηρίου, για την αντιμετώπιση διαφόρων μυοσκελετικών διαταραχών, όσο και στο αθλητικό πεδίο, για την πρόληψη και αντιμετώπιση των κακώσεων, οι διατάσεις μικρής

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διάταση βραχυμένων μυοτενόντιων συνόλων, συνεπεία μυοσκελετικής πάθησης, διαταραχών στάσης, τραυματισμού κ.α., αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής κλινικής αντιμετώπισης ασθενών και αθλητών. Ένα τυπικό διατατικό πρόγραμμα μπορεί να περιλαμβάνει PNF διατάσεις, ή στατική διάταση μικρής διάρκειας (έως 60 δευτερολέπτα). Τα ερευνητικά δεδομένα επιβεβαιώνουν την αδιαμφισβήτητη αποτελεσματικότητα αυτών των προγραμμάτων για την άμεση βελτίωση της εκτασιμότητας των διατεινόμενων μυών. Σκοπός της παρούσας ανασκόπησης είναι να εξεταστεί ποιοί μηχανισμοί (νευροφυσιολογικοί – μηχανικοί) επιτρέπουν μεγαλύτερη επιμήκυνση ενός μυοτενόντιου συνόλου μετά από μία διατατική συνεδρία. Επίσης, συζητείται η επίδραση διαφόρων παραμέτρων (διάρκεια-συχνότητα διάτασης, αριθμός διατατικών επαναλήψεων κ.α.) στην τελική απόδοση ενός προγράμματος, όσο και στον χρόνο διατήρησης των άμεσων κερδών σε μυϊκή εκτασιμότητα. Κατά αυτόν τον τρόπο διευκολύνεται ο θεραπευτής για την κατάρτιση ενός προγράμματος, που θα συνδυάζει την ασφάλεια εφαρμογής με τη μέγιστη δυνατή αποτελεσματικότητα, τόσο στα πλαίσια μίας μεμονωμένης διατατικής συνεδρίας, όσο και ενός μακροχρόνιου προγράμματος περιοδικής διάτασης.

*Λέξεις κλειδιά: Διάταση, Μυοτενόντιο σύνολο, Ελαστικότητα*

διάρκειας αποτελούν την πιο δημοφιλή επιλογή.

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις το θεραπευτικό ενδιαφέρον εστιάζεται στην γρήγορη και σημαντική αύξηση της μυϊκής εκτασιμότητας και λιγότερο στην διατήρησή της επί μακρόν. Μια μεγάλη σειρά από έρευνες επιβεβαιώνουν πως αυτού του είδους οι διατάσεις μπορούν να επιτύχουν σημαντική άμεση αύξηση της εκτασιμότητας του μυοτενό-

ντιου συνόλου (ΜΤΣ) στο οποίο εφαρμόζονται (Stamford 1984, Osternig et al. 1987,1990, Condon and Hutton 1987, Bandy and Irion 1994, Worrell et al. 1994, Bandy et al. 1997, Magnusson et al. 1995,1997,1998, Reid and Mcnair 2004, Gajdosik et al. 2007).

Για την σωστή εφαρμογή και μεγιστοποίηση της απόδοσης αυτού του είδους των διατάσεων βασική προϋπόθεση είναι η απά-

ντηση τριών ερωτημάτων:

1. Πού οφείλονται τα άμεσα αποτελέσματα των διατάσεων μικρής διάρκειας;
2. Ποια είναι η ελάχιστη απαιτούμενη διάρκεια διάτασης για να προκαλέσει σημαντική άμεση αύξηση της μυϊκής εκτασιμότητας;
3. Για πόσο χρονικό διάστημα μετά το τέλος της διάτασης διατηρούνται τα άμεσα κέρδη σε εκτασιμότητα;

## Μηχανισμοί Δράσης των Διατάσεων

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, μόνο η εφαρμογή παρατεταμένης στατικής διάτασης μπορεί να προκαλέσει μόνιμη αύξηση του μήκους ενός ΜΤΣ (πλαστική παραμόρφωση) και αλλαγή των μηχανικών του ιδιοτήτων. Αντίθετα, η εφαρμογή διατάσεων μικρής διάρκειας προκαλεί μία προσωρινή αύξηση του μήκους του μυός, λόγω ευθυγράμμισης των κυματοειδών κολλαγόνων ινών και διάτασης των σαρκομερίων, όπως και μια πολύ μικρότερου βαθμού επιμήκυνση του τένοντα (Flitney and Hirst 1978, Kisner and Colby 1996, Nordez et al. 2008, Kawakami et al. 2008, Morse et al. 2008). Η επιμήκυνση αυτή όμως είναι ελαστικού χαρακτήρα, αφού αναστρέφεται γρήγορα μετά την αφαίρεση του διατατικού φορτίου.

Αφού λοιπόν ο μυς δεν επιμήκνεται, πού οφείλονται τα κέρδη σε εύρος κίνησης που παρατηρούνται μετά από μία διατατική συνεδρία;

### Stretching of the Musculotendinous Unit: Mechanisms and Application

Minas Kessekidis, Physiotherapist, M.Sc. Regional General Hospital of Athens "KAT"

Correspondence: Minas Kessekidis, Sapridonos 6, 10442, Athens, Greece  
Email: kminas@netportal.gr

#### ABSTRACT

Stretching of shortened musculotendinous units secondary to musculoskeletal and postural disorders, injury etc, is an integral part of everyday clinical practice with patients and athletes. A typical stretching program may consist of either PNF stretching techniques, or static stretches of small duration (up to 60 seconds). Research evidence confirm the undisputed effectiveness of such programs for improving muscle flexibility. The aim of the present review is to examine the mechanisms (neurophysiological, mechanical) that allow greater elongation of a musculotendinous unit, following a stretching bout. The extent, to which several other parameters (duration and frequency of stretching, number of stretching repetitions, etc) influence the efficiency of a stretching program, as well as the duration of the immediate gains in muscle extensibility, is also discussed. Such a knowledge, allows the clinician to construct a program, that combines safety of application with increased effectiveness, whether it refers to a single stretching bout, or a longer-lasting program of periodic stretching.

**Key words:** Stretching, Muscle-tendon unit, Flexibility

Μέχρι το 1995, οι έρευνες οι οποίες αξιολογούσαν την αποτελεσματικότητα των διατάσεων, βασίζονταν μόνο στην γωνιομετρική καταγραφή των αλλαγών στο εύρος κίνησης της αντίστοιχης άρθρωσης. Κατ' αυτόν τον τρόπο, όμως, γινόταν δυνατή μόνο η αξιολόγηση των αλλαγών στην εκτασιμότητα του διατεινόμενου μυός, δηλαδή της ικανότητάς του να επιτρέπει περαιτέρω επιμήκυνση.

Η **εκτασιμότητα** όμως ενός μυός είναι συνάρτηση δύο παραγόντων:

- Της πραγματικής του **ελαστικότητας**, η οποία αναφέρεται στην αναλογία αύξησης της παθητικής τάσης που αναπτύσσει ο μυς, ανά μονάδα επιμήκυνσής του και αναπαρίσταται από την καμπύλη μήκους-τάσης (Σχήμα 1), και
- Της **αντοχής του μυός στη διάταση**

Έτσι λοιπόν αύξηση της εκτασιμότητας ενός μυός δεν σήμαινε απαραίτητα και αύξηση της ελαστικότητάς του, εφόσον η τελευταία δεν ήταν δυνατόν να αξιολογηθεί ερευνητικά. Η λύση στο πρόβλημα αυτό δόθηκε την τελευταία δεκαετία μέσω μιας σειράς ερευνών, στις οποίες γινόταν ταυτόχρονη και παράλληλη καταγραφή του εύρους κίνησης, της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας και της παθητικής αντίστασης που προβάλλει ο διατεινόμενος μυς στην επιμήκυνσή του (Halbertsma et al. 1994, 1996, 1999, Magnusson et al. 1995, 1996α, 1996β, 1996γ, 1998, Reid and Mcnair 2004, Gajdosik et al. 2007).

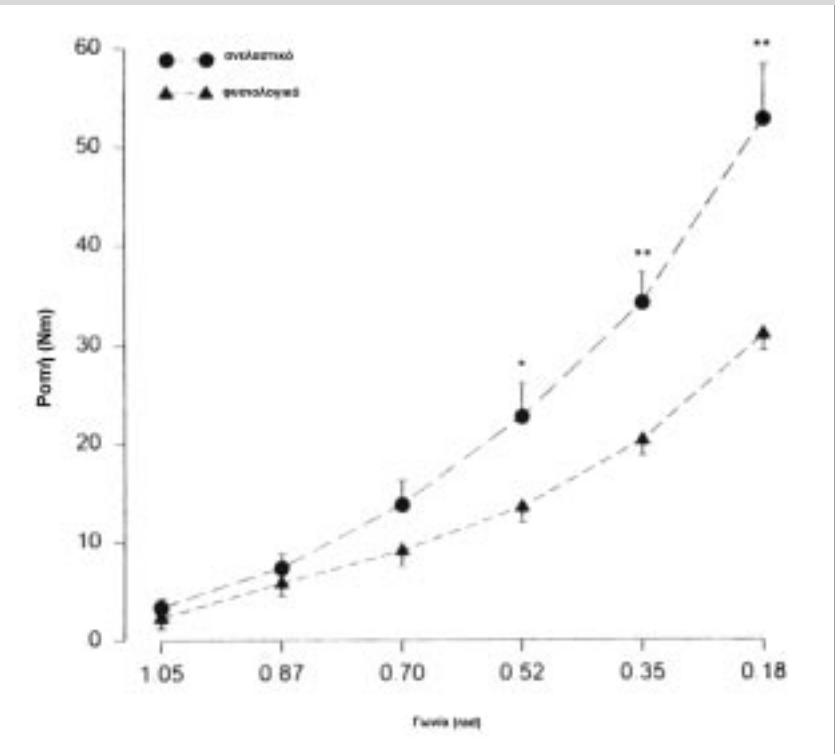
Όπως φαίνεται (Εικόνα 1), με τη βοήθεια ενός ισοκινητικού δυναμομέτρου πραγματοποιούνταν παθητική έκταση του γόνατος με αργό ρυθμό (5-10°/δευτερόλεπτο), ως το σημείο της μέγι-

στης ανεκτής διάτασης των οπισθίων μηριαίων. Κατά αυτόν τον τρόπο, για κάθε μονάδα επιμήκυνσης καταγραφόταν από το δυναμόμετρο η παθητική αντίσταση που προέβαλε στην κίνηση το διατεινόμενο ΜΤΣ. Έτσι, λοιπόν, δημιουργείται η καμπύλη τάσης-επιμήκυνσης του μυός και αξιολογείται, πλέον, η πραγματική ελαστικότητα του μυός. Επιπλέον, ο ταυτόχρονος ηλεκτρομυογραφικός έλεγχος των οπισθίων μηριαίων αποκάλυπτε τυχόν συνεισφορά της ενεργητικής μυϊκής τάσης στην συνολική αντίσταση που προσφέρεται στην διάταση. Με παρόμοιο τρόπο σε άλλες μελέτες αξιολογήθηκε η ελαστικότητα και η συμπεριφορά στην διάταση των πελματιαίων καμπηρών της ποδοκνημικής (Morse et al. 2008, Nordez et al. 2008).

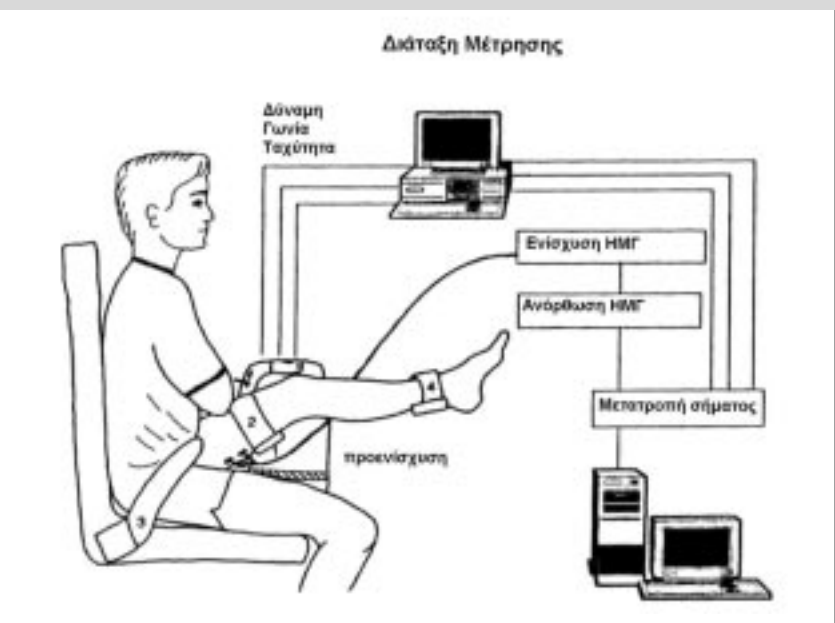
Από τις παραπάνω μελέτες προέκυψαν χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με τους μηχανισμούς δράσης των διατάσεων. Αρχικά, επιβεβαιώθηκε ακόμα μία φορά ότι κατά την αργή στατική διάταση ενός ΜΤΣ δεν παρατηρείται καμία μεταβολή στην ηλεκτρομυογραφική του δραστηριότητα (Σχήμα 2). Επομένως, η συνεισφορά της ενεργητικής τάσης στην συνολική αντίσταση που προβάλλει ο μυς στη διάταση είναι αμελητέα και, κατά συνέπεια, η αύξηση της εκτασιμότητάς του μετά την διάταση δεν μπορεί και δεν πρέπει να αποδίδεται στην μείωσή της (χαλάρωση του μυός), όπως υποστήριζαν παλαιότερες θεωρίες.

Το δεύτερο σημαντικό συμπέρασμα που προέκυψε από τις παραπάνω μελέτες είχε να κάνει

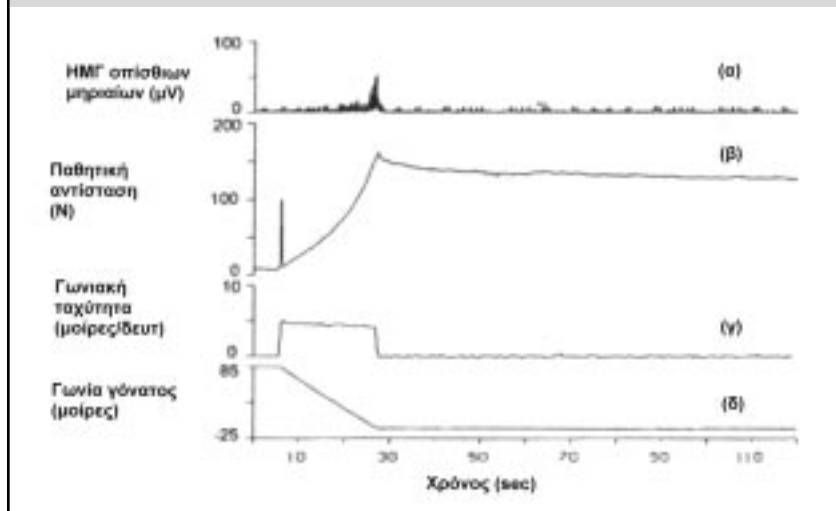
**Σχήμα 1.** Η παθητική σχέση μήκους-τάσης του διατεινόμενου μυός αποτελεί τη μόνη πραγματική ένδειξη της ελαστικότητάς του. Όσο ελαστικότερος είναι ο μυς, η καμπύλη μετακινείται προς τα δεξιά και κάτω (Τροποποιημένο από Magnusson et al. 1997).



**Εικόνα 1.** Μέθοδος ταυτόχρονης καταγραφής εύρους κίνησης, ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας και παθητικής αντίστασης των οπισθίων μηριαίων κατά την προοδευτική τους διάταση (Τροποποιημένο από Magnusson et al. 1998).



**Σχήμα 2.** Μεταβολές (α) της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας και (β) της παθητικής τάσης των οπισθίων μηριαίων κατά την διάρκεια μίας στατικής διάτασης διάρκειας 90 δευτερολέπτων. Η ΗΜΓ δραστηριότητα των οπισθίων μηριαίων παραμένει σταθερή και πολύ χαμηλή τόσο κατά τη δυναμική επιμήκυνσή τους ως το τελικό σημείο, όσο και κατά τη φάση του 'κρατήματός' τους εκεί (Τροποποιημένο από Magnusson et al. 1995).



με τις μεταβολές της παθητικής τάσης που αναπτύσσει το γλοιοελαστικό ΜΤΣ κατά την επιμήκυνσή του. Στην πλειοψηφία των σχετικών ερευνών, η στατική διάταση που εφαρμόζονταν στους οπισθίους μηριαίους είχε διάρκεια 90 δευτερολέπτων. Κατά την διάρκεια του 'κρατήματος' της διάτασης το δυναμόμετρο κατέγραφε μείωση της παθητικής τάσης του ΜΤΣ έως και 35% (Σχήμα 3), σύμφωνα με την αρχή της 'χαλάρωσης τάσης' που διέπει όλα τα γλοιοελαστικά υλικά. Μάλιστα, κάθε νέα διατατική επανάληψη προκαλούσε περαιτέρω μείωση της παθητικής μυϊκής τάσης (Magnusson et al, 1995, 1996α, 1996β, 1997, 1998). Σε ακόμα πιο πρόσφατη έρευνα, τέλος, η στατική διάταση των πελματιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής διάρκειας 60 δευτερολέπτων προκάλεσε μείωση της παθητικής τους τάσης κατά 47%

(Morse et al. 2008).

Τα παραπάνω ευρήματα επιβεβαίωσαν ότι η στατική διάταση ενός ΜΤΣ προκαλεί σημαντική μείωση της παθητικής του τάσης, κάτι που έχει ως τελικό αποτέλεσμα την αύξηση της ελαστικότητας και, επομένως, της εκτασιμότητας του διατεινόμενου μυός. Δυστυχώς, η αύξηση της μυϊκής ελαστικότητας που επιτυγχάνεται μετά από μία διατατική συνεδρία είναι **προσωρινή και προοδευτικά αναστρέψιμη**. Το χρονικό διάστημα που αυτή διατηρείται θα συζητηθεί εκτενέστερα παρακάτω.

Ο παραπάνω μηχανισμός της προσωρινής αύξησης της ελαστικότητας του ΜΤΣ φαίνεται πως εξηγεί, επίσης, και την αποτελεσματικότητα των διατατικών τεχνικών PNF. Μία μεγάλη σειρά πρόσφατων ερευνών έχουν αμφισβητήσει σοβαρά τη θεωρία, σύμφωνα με την οποία η αποτελεσματικότητα των διατα-

τικών τεχνικών PNF αποδιδόταν στην χαλάρωση (μέσω ενεργοποίησης διαφόρων αντανακλαστικών) της ενεργητικής τάσης που προβάλλει ο μυς στην διάτασή του. Το σύνολο αυτών των ερευνών ανέδειξε ξεκάθαρα πως, μετά την εφαρμογή των τεχνικών PNF, η ενεργητική τάση του διατεινόμενου μυός όχι μόνο δεν μειώνεται, αλλά αυξάνεται δραματικά σε ποσοστό που μπορεί να υπερβαίνει και το 150% (υπερδιπλασιασμός) (Moore and Hutton 1980, Condon and Hutton 1987, Ostering et al. 1987, 1990, Ferber et al. 2002, Chalmers 2004). Επομένως, η εξήγηση για τη δράση και την αποτελεσματικότητα των τεχνικών PNF πρέπει να αναζητηθεί, όπως και για την στατική διάταση, σε γλοιοελαστικούς και όχι νευροφυσιολογικούς μηχανισμούς.

Σύμφωνα, λοιπόν, με την μελέτη των Taylor et al (1997), η πραγματοποίηση είτε 10 επαναλαμβανόμενων παθητικών διατάσεων στο όριο της κίνησης, είτε 10 μέγιστων ισομετρικών συστολών του μυός, προκαλεί *ιδιου βαθμού* μείωση της παθητικής τάσης που προβάλλει ο πρόσθιος κνημιαίος μυς στο μήκος χαλάρωσής του. Οι ερευνητές διατύπωσαν την άποψη πως το μέγεθος της χαλάρωσης του ΜΤΣ εξαρτάται από το μέγεθος της τάσης που αναπτύσσει, είτε αυτή εφαρμόζεται κεντρικά (μέσω ισομετρικής συστολής), είτε περιφερικά (μέσω διάτασης). Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν και άλλες σχετικές μελέτες (Magnusson et al. 1996β, Rees et al. 2007).

Τα παραπάνω ευρήματα συνηγορούν πως, τόσο η **παθητική διάταση** όσο και η **ισομετρική συστολή** ενός μυός, προκαλούν αντίστοιχου βαθμού χαλάρωση της παθητικής τάσης του. Επομένως, ο συνδυασμός διάτασης και ισομετρικής σύσπασης του μυός στις τεχνικές PNF οδηγεί, θεωρητικά, σε σημαντική γλοιοελαστική χαλάρωση της τάσης του και δικαιολογεί την αύξηση της εκτασιμότητάς του. Η αποτελεσματικότητα λοιπόν και των τεχνικών PNF φαίνεται ότι βασίζεται σε επίδραση μηχανικών παραγόντων, και όχι στην ενεργοποίηση αντανακλαστικών όπως παραδοσιακά αναφέρεται. Περαιτέρω έρευνα του αντικειμένου θα βοηθήσει στην εξαγωγή πιο ασφαλών συμπερασμάτων για τις διατατικές τεχνικές PNF.

Ανακεφαλαιώνοντας, λοιπόν, τα νεότερα ερευνητικά δεδομένα συνηγορούν πως, **η αύξηση της εκτασιμότητας ενός ΜΤΣ μετά από μία διατατική συνεδρία οφεί-**

**λεται σε μία προσωρινή αύξηση της ελαστικότητάς του γλοιοελαστικού χαρακτήρα.**

Από την άλλη πλευρά, υποστηρίζεται πως η πραγματοποίηση περιοδικών διατάσεων για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα μπορεί να επιφέρει πιο μόνιμες αλλαγές στην ελαστικότητα του ΜΤΣ. Απάντηση και στην υπόθεση αυτή ήρθαν να δώσουν νεότερες έρευνες, στις οποίες εφαρμόζονταν μακροχρόνια προγράμματα (4-6 εβδομάδων) περιοδικής διάτασης στους οπίσθιους μηριαίους και πελματιαίους καμπτήρες υγιών εθελοντών (Halbertsma et al. 1994, 1996, 1999, Magnusson et al. 1996γ, Reid and Mcnair 2004, Reid and McNair 2004, Rees et al. 2007, Gajdosik et al. 2007).

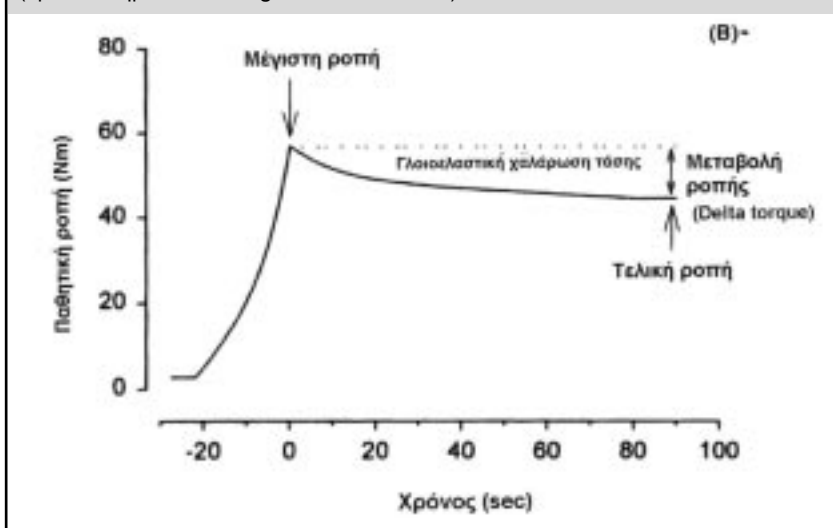
Τα αποτελέσματα έδειξαν πως μετά την εφαρμογή προγραμμάτων περιοδικής διάτασης παρατηρείται σημαντική αύξηση της εκτασιμότητας των μυών και του εύρους κίνησης των αντιστοίχων αρθρώσεων. Παρόλα αυτά, η

καμπύλη μήκους-τάσης, δηλαδή η πραγματική ελαστικότητα του μυός δεν παρουσίασε καμία μεταβολή μετά την εφαρμογή των διατάσεων (Σχήμα 4), είτε εμφάνισε σημαντική μείωση. Επομένως, η αύξηση της εκτασιμότητας του μυός μετά την εφαρμογή περιοδικών διατάσεων δεν οφείλεται σε αλλαγή του μήκους και της ελαστικότητάς του.

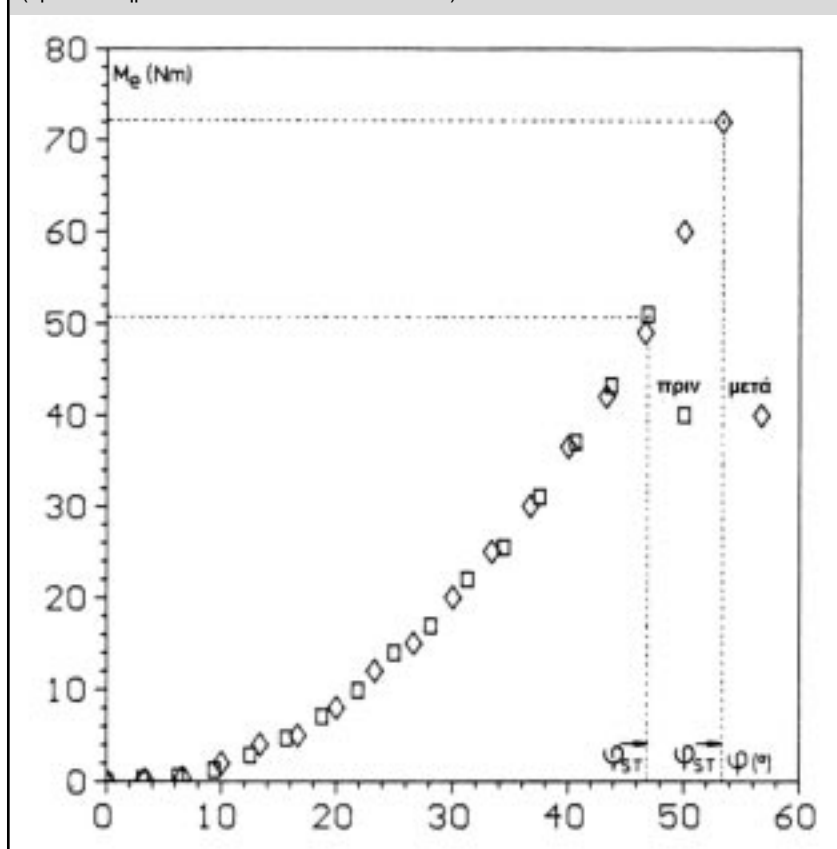
Όπως αναφέρθηκε προηγούμενα η εκτασιμότητα ενός ΜΤΣ είναι συνάρτηση δύο παραγόντων, της ελαστικότητας και της αντοχής του στη διάταση. Καθώς, λοιπόν, η ελαστικότητα του μυός παραμένει η ίδια, οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η αύξηση του εύρους κίνησης μετά την εφαρμογή του περιοδικού διατατικού προγράμματος οφείλεται **σε αύξηση της αντοχής του μυός στη διάταση (stretch tolerance)**.

Υπέθεσαν, λοιπόν, πως η περιοδική πραγματοποίηση διατάσεων, μέσω κάποιων -άγνωστων μέχρι στιγμής- νευροφυσιολογικών μηχανισμών, 'εκπαιδεύει' τον μυ να δέχεται μεγαλύτερα διατατικά φορτία και έτσι μετατοπίζει το όριο του πόνου πιο μακριά στο εύρος κίνησης της άρθρωσης (Halbertsma et al. 1994, 1999, Magnusson et al. 1996γ, Bjorklund et al. 2001, Reid and Mcnair 2004, Chalmers 2004). Για πόσο χρονικό διάστημα διατηρείται αυτή η νευροφυσιολογική προσαρμογή και, επομένως, η αύξηση της μυϊκής εκτασιμότητας μετά από ένα μακροχρόνιο πρόγραμμα διατάσεων, δεν έχει ακόμα εξακριβωθεί.

**Σχήμα 3.** Προοδευτική μείωση της παθητικής τάσης των οπίσθιων μηριαίων (delta torque), κατά την διάρκεια μιας στατικής διάτασης διάρκειας 90 δευτερολέπτων (Τροποποιημένο από Magnusson et al. 1995).



**Σχήμα 4.** Η καμπύλη μήκους-τάσης (ελαστικότητα) των οπισθίων μηριαίων πριν και μετά από 4 εβδομάδες περιοδικής διάτασης δεν παρουσιάζει καμία μεταβολή (Τροποποιημένο από Halbertsma et al. 1994).



Συμπερασματικά, λοιπόν, η εφαρμογή ενός μακροχρόνιου προγράμματος περιοδικών διατάσεων οδηγεί πράγματι σε σημαντικές αυξήσεις της μυϊκής εκτασιμότητας. Παρόλα αυτά, η ικανότητα του μυός για μεγαλύτερη επιμήκυνση δεν οφείλεται σε αλλαγή της ελαστικότητας και των μηχανικών του ιδιοτήτων, αλλά σε αισθητικές προσαρμογές που αυξάνουν την αντοχή του στην διάταση.

### Διάρκεια Διάτασης

Ένα ακόμα ερώτημα με μεγάλη κλινική σημασία έχει να κάνει με τον καθορισμό της βέλτιστης

διάρκειας μίας στατικής διάτασης. Πιο απλά, πόσα δευτερόλεπτα 'κρατήματος' κάθε διάτασης απαιτούνται για να παρατηρηθούν σημαντικά κέρδη στη μυϊκή εκτασιμότητα; Για παράδειγμα, στο πλαίσιο της προθέρμανσης πριν από τον αγώνα, όπου είναι σημαντικό να επιτύχουμε τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα στο συντομότερο χρονικό διάστημα, μία τέτοια πληροφορία είναι απαραίτητη. Να σημειωθεί, επίσης, ότι το παραπάνω ερώτημα αφορά μόνο στις στατικές διατάσεις, καθώς στις διατάσεις PNF η χρονική διάρκεια κάθε φάσης είναι προκαθορισμένη.

Όπως φαίνεται και από τη γρα-

φική παράσταση του Σχήματος 3, η καμπύλη της προοδευτικής χαλάρωσης του μυός κατά τη διάρκεια μίας στατικής διάτασης παρουσιάζει ένα αρχικό τμήμα, όπου παρατηρείται ραγδαία μείωση της παθητικής του τάσης και ένα δεύτερο, όπου η τάση μειώνεται με πολύ πιο αργό ρυθμό. Προκειμένου, λοιπόν, να επιτευχθεί η μεγαλύτερη δυνατή αύξηση της ελαστικότητας του μυός στον μικρότερο δυνατό χρόνο, είναι απαραίτητο να προσδιορισθεί η χρονική διάρκεια του πρώτου αυτού τμήματος. Σχετικές μελέτες αναφέρουν πως το μεγαλύτερο ποσοστό της συνολικής χαλάρωσης της παθητικής τάσης του μυός λαμβάνει χώρα κατά τα πρώτα **18 με 45 δευτερόλεπτα μίας στατικής διάτασης**. (Taylor et al. 1990, Magnusson et al. 1995, 1996a).

Οι διαθέσιμες συγκριτικές κλινικές μελέτες επιβεβαιώνουν την προηγούμενη πρόταση. Συγκεκριμένα, οι Bandy and Irion (1994), εφαρμόζοντας διατατικό πρόγραμμα των οπισθίων μηριαίων διαρκείας 6 εβδομάδων σε υγιείς εθελοντές, διαπίστωσαν πως στατική διάταση διαρκείας 15 δευτερολέπτων δεν προκάλεσε σημαντική αύξηση της ελαστικότητάς τους. Αντίθετα, η εφαρμογή διατάσεων διαρκείας 30 και 60 δευτερολέπτων προκάλεσε σημαντικά και παρόμοια σε μέγεθος κέρδη σε ελαστικότητα των οπισθίων μηριαίων στο τέλος των 6 εβδομάδων.

Αργότερα, οι Bandy et al (1997) εφάρμοσαν μία ποικιλία προγραμμάτων, όσον αφορά στη διάρκεια και τον αριθμό των δια-

τατικών επαναλήψεων, στους οπίσθιους μηριαίους υγιών εθελοντών για 6 εβδομάδες. Κατάληξαν, επίσης, στο συμπέρασμα πως μία (1) διατατική επανάληψη διάρκειας 30 δευτερολέπτων είναι εξίσου αποτελεσματική με τρεις (3) επαναλήψεις των 60 δευτερολέπτων για την αύξηση της ελαστικότητας των οπισθίων μηριαίων. Μεταγενέστερη έρευνα (Bandy et al. 1998) κατέληξε σε παρόμοια συμπεράσματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα της διάτασης των 30 δευτερολέπτων.

Από την άλλη μεριά, οι Madding et al (1987) συνέκριναν τρεις διαφορετικές διάρκειες στατικής διάτασης (15 δευτερολέπτα, 45 δευτερολέπτα, 2 λεπτά) στους προσαγωγούς του ισχίου, ως προς την αποτελεσματικότητά τους μετά από μία μόνο διατατική συνεδρία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η διάταση των 15 δευτερολέπτων προκάλεσε παραπλήσια αύξηση στο εύρος κίνησης της απαγωγής του ισχίου με τις διατάσεις διάρκειας 45 δευτερολέπτων και 2 λεπτών. Σε ανάλογα αποτελέσματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα της στατικής διάτασης διάρκειας 15 δευτερολέπτων έχουν καταλήξει και άλλες έρευνες (Borms et al. 1987, Roberts and Wilson 1999)

Προφανώς, τα αποτελέσματα των διαθέσιμων ερευνών παρουσιάζουν μία ποικιλομορφία, η οποία δικαιολογείται από την διαφορετικότητα των πρωτοκόλων που εφαρμόζονται (αριθμός διατατικών επαναλήψεων, συνολική διάρκεια προγράμματος, διαφορετικές μυϊκές ομάδες

κ.α.). Παρά το γεγονός, λοιπόν, ότι τα ευρήματα δεν είναι απολύτως συγκρίσιμα και δεν επιτρέπουν να καταλήξουμε σε μία και μόνο διάρκεια, είναι δυνατόν με σχετική ασφάλεια να συμπεράνουμε πως:

*«Η εφαρμογή στατικής διάτασης διάρκειας μεταξύ 15 και 30 δευτερολέπτων αποτελεί την πλέον ενδεδειγμένη και αποτελεσματική επιλογή για την επίτευξη σημαντικής άμεσης αύξησης της μυϊκής εκτασιμότητας, τόσο στα πλαίσια μίας διατατικής συνεδρίας, όσο και ενός μακροχρόνιου διατατικού προγράμματος».*

#### **Διάρκεια Διατήρησης των Διατατικών Κερδών**

Αναφέρθηκε προηγουμένα πως η αύξηση της εκτασιμότητας του διατεινόμενου μυός μετά από μία διατατική συνεδρία οφείλεται σε μία προσωρινή αύξηση της ελαστικότητάς του. Παρά το γεγονός, όμως, ότι ο προσδιορισμός του χρόνου διατήρησης των άμεσων κερδών σε μυϊκή ελαστικότητα είναι πρακτικά και κλινικά χρήσιμος, το ερώτημα αυτό δεν έχει τραβήξει ιδιαίτερα τη προσοχή των ερευνητών.

Συγκεκριμένα, η πλειονότητα των ερευνών, που εντοπίστηκαν και αναλύθηκαν, αναφέρουν πως τα άμεσα κέρδη σε εύρος κίνησης, μετά την εφαρμογή είτε PNF διατάσεων, είτε στατικής διάτασης διατηρούνται για περίπου *μία (1) ώρα μετά την διατατική συνεδρία* (Moller et al. 1985, Magnusson et al. 1995, Zito et al. 1997, Ford and McChesney 2007).

Πιο ενθαρρυντικά ήταν τα αποτελέσματα της έρευνας των DeWeijer et al. (2003), στην οποία 56 υγιείς εθελοντές υποβάλλονταν σε τρεις διατατικές επαναλήψεις των οπισθίων μηριαίων, διάρκειας 30 δευτερολέπτων η κάθε μία. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως, παρότι ένα σημαντικό μέρος των άμεσων αυξήσεων σε εκτασιμότητα χάνεται κατά την πρώτη ώρα μετά την διάταση, περισσότερο από το 50% αυτών διατηρείται 24 ώρες μετά την διατατική συνεδρία.

Αξίζει επιπλέον να σημειωθεί πως, όπως φάνηκε στην μελέτη των Magnusson et al. (1995), ο χρόνος διατήρησης των άμεσων κερδών σε ελαστικότητα δεν είναι δεδομένος, αλλά αποτελεί συνάρτηση του αριθμού των διατατικών επαναλήψεων που πραγματοποιούνται. Συγκεκριμένα, οι ερευνητές ανέφεραν πως η άμεση μείωση της παθητικής τάσης των οπισθίων μηριαίων που προκάλεσε η πραγματοποίηση μίας διατατικής επανάληψης διάρκειας 90 δευτερολέπτων, είχε αναστραφεί πλήρως μία ώρα μετά. Αντίθετα, η αύξηση της ελαστικότητας του μυός, που παρατηρήθηκε μετά την πραγματοποίηση 5 διατατικών επαναλήψεων της ίδιας διάρκειας, διατηρήθηκε σε σημαντικό ποσοστό μία ώρα μετά (Magnusson et al. 1995).

Προφανώς, εκτός του αριθμού των επαναλήψεων, και η διάρκεια της διάτασης αναμένεται να επηρεάζει σημαντικά τον χρόνο διατήρησης των άμεσων κερδών μετά από μία διατατική συνεδρία. Δυστυχώς, όμως, δεν έχει ακόμα γίνει κάποια ερευνητική

προσπάθεια να διευκρινισθεί αυτή η υπόθεση.

Ίσως ακόμα σημαντικότερο, κλινικά, είναι να γνωρίζει κανείς για πόσο χρονικό διάστημα διατηρούνται τα κέρδη σε μυϊκή εκτασιμότητα που εξασφαλίζει ένας αθλητής ή ασθενής, ο οποίος υποβάλλεται σε ένα μακροχρόνιο διατατικό πρόγραμμα (διαρκείας κάποιων εβδομάδων). Στην περίπτωση αυτή, όπως προαναφέρθηκε, τα κέρδη σε εκτασιμότητα οφείλονται σε αισθητικές προσαρμογές, οι οποίες τελικά οδηγούν σε αύξηση της αντοχής του μυός στην διάταση και όχι σε μεταβολή των μηχανικών του ιδιοτήτων. Είναι λογικό να υποθέσει κανείς πως, επειδή αυτές οι νευρολογικές προσαρμογές προϋποθέτουν αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα διατάσεων (4 με 6 εβδομάδες) για να εγκατασταθούν, διατηρούνται και για αρκετά μεγάλο διάστημα μετά το πέρας του διατατικού προγράμματος. Θεωρητικά, λοιπόν, τα κέρδη σε μυϊκή εκτασιμότητα μετά την εφαρμογή ενός προγράμματος περιοδικής διάτασης μπορούν να συντηρούνται πολύ μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από αυτά μίας μεμονωμένης συνεδρίας.

Και στην περίπτωση αυτή, τα ερευνητικά δεδομένα είναι φτωχά και αντικρουόμενα. Και οι δύο σχετικές μελέτες, που εντοπίστηκαν, αφορούσαν σε πρόγραμμα περιοδικής διάτασης των οπισθίων μηριαίων διαρκείας 6 εβδομάδων και επανέλεγχο της εκτασιμότητάς τους 4 εβδομάδες μετά το τέλος του διατατικού προγράμματος. Και στις δύο περιπτώσεις τα διατατικά προγράμματα επέφεραν σημαντική

αύξηση στην εκτασιμότητα των οπισθίων μηριαίων. Παρόλα αυτά, μόνο στη μία έρευνα (Feland et al. 2001) διαπιστώθηκε ότι ένα σημαντικό ποσοστό (~30%) της συνολικής αύξησης σε εκτασιμότητα των οπισθίων μηριαίων διατηρείται ένα μήνα μετά την ολοκλήρωση του διατατικού προγράμματος. Αντίθετα, οι Willy et al. (2001) διαπίστωσαν πως, ένα μήνα μετά τη διακοπή του διατατικού προγράμματος, η εκτασιμότητα των οπισθίων μηριαίων είχε επανέλθει στα αρχικά της επίπεδα.

Προφανώς, πέρα από την συνολική διάρκεια του προγράμματος, οι διαφορές στην δομή του (διάρκεια και συχνότητα διάτασης, αριθμός επαναλήψεων κ.α.) δικαιολογούν την διαφορά στα αποτελέσματα και δεν επιτρέπουν την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Περαιτέρω έρευνα θα βοηθήσει στη διαλεύκανση αυτού του θέματος με την μεγάλη κλινική σημασία. Μέχρι τότε, αξίζει να κρατήσει στο μυαλό του κανείς δύο βασικά συμπεράσματα:

α) Ο χρόνος διατήρησης των άμεσων κερδών σε εκτασιμότητα είναι σημαντικά μεγαλύτερος μετά την εφαρμογή ενός προγράμματος περιοδικής διάτασης, σε σχέση με την πραγματοποίηση μίας μεμονωμένης διατατικής συνεδρίας, για οποιοδήποτε ΜΤΣ.

β) Ακόμα και μετά την εφαρμογή ενός μακροχρόνιου διατατικού προγράμματος δεν επιτυγχάνονται μόνιμες αλλαγές στο μήκος ή τις μηχανικές ιδιότητες του διατεινόμενου μυός (τα άμεσα κέρδη προοδευτικά ανα-

στρέφονται). Το γεγονός αυτό υπογραμμίζει την αναγκαιότητα πραγματοποίησης περιοδικής διάτασης των μυών και μετά το τέλος ενός συστηματικού προγράμματος, για την συντήρηση των κερδών και την διατήρηση της εκτασιμότητάς τους στα νέα, υψηλότερα επίπεδα.

## Σχεδιασμός Διατατικού Προγράμματος

Έχοντας υπόψη όλα όσα αναφέρθηκαν έως τώρα, σχετικά με την επίδραση των διατάσεων στο ΜΤΣ, είναι δυνατός ο σχεδιασμός ενός διατατικού προγράμματος που θα μπορεί να εφαρμοσθεί με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα. Ένα τέτοιο πρόγραμμα μπορεί να βρεί εφαρμογή τόσο σε ασθενείς με μυοσκελετικές διαταραχές, με σκοπό την αποκατάσταση και διατήρηση της ελαστικότητας των μυών που επηρεάζονται, όσο και σε αθλητές για την πρόληψη και αποκατάσταση μυϊκών τραυματισμών.

Ο σχεδιασμός ενός τέτοιου προγράμματος προϋποθέτει:

- A) Την επιλογή διατατικής τεχνικής
- B) Τον καθορισμό του αριθμού των διατατικών επαναλήψεων ανά συνεδρία, και
- Γ) Τον καθορισμό της συχνότητας των διατάσεων.

## Επιλογή Διατατικής Τεχνικής

Στον Πίνακα 1 παρατίθενται συγκεντρωτικά τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε μίας από τις τρεις τεχνικές διάτασης,



σύμφωνα με όσα αναφέρονται στη σχετική αρθρογραφία. Από την σύγκριση αυτή προκύπτει πως οι βαλλιστικές διατάσεις καλό είναι να αποφεύγονται, και η τελική επιλογή να γίνεται μεταξύ των τεχνικών PNF και της στατικής διάτασης. Σε αυτό το δίλημμα έχουμε ως δεδομένο την ανατίτρωτη αποτελεσματικότητα και των δύο τεχνικών, για την άμεση αύξηση της μυϊκής ελαστικότητας σε υγιή άτομα και αθλητές. Οι τεχνικές PNF, όμως, είναι αρκετά περίπλοκες και προϋποθέτουν την εξοικείωση και σωστή εκτέλεση εκ μέρους του αθλητού ή του βοηθού του, ενώ, επιπρόσθετα, μπορεί να προκαλέσουν πόνο ή τραυματισμό του διατεινόμενου μυός, λόγω της αυξημένης ενεργητικής του τάσης. Τα δύο αυτά μειονεκτήματα είναι αρκετά για να δώσουν το προβάδισμα στην τεχνική της στατικής διάτασης.

Στον Πίνακα 1 παρατίθενται συγκεντρωτικά τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε μίας από τις τρεις τεχνικές διάτασης, σύμφωνα με όσα αναφέρονται στη σχετική αρθρογραφία. Από την σύγκριση αυτή προκύπτει πως οι βαλλιστικές διατάσεις καλό είναι να αποφεύγονται, και η τελική επιλογή να γίνεται μεταξύ των τεχνικών PNF και της στατικής διάτασης. Σε αυτό το δίλημμα έχουμε ως δεδομένο την ανατίτρωτη αποτελεσματικότητα και των δύο τεχνικών, για την άμεση αύξηση της μυϊκής ελαστικότητας σε υγιή άτομα και αθλητές. Οι τεχνικές PNF, όμως, είναι αρκετά περίπλοκες και προϋποθέτουν την εξοικείωση και σωστή

Πίνακας 1. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των διατατικών τεχνικών.		
ΕΙΔΟΣ ΔΙΑΤΑΣΗΣ	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
Βαλλιστική Διάταση	1. Ο δυναμικός χαρακτήρας της κίνησης που προσομοιάζει κινήσεις του αθλήματος	1. Όχι "κράτημα" του μυός στο τελικό μήκος ⇒ μικρή αποτελεσματικότητα 2. Υψηλή ταχύτητα διάτασης ⇒ αύξηση αντίστασης ΜΤΣ στη διάταση και κίνδυνος τραυματισμού)
PNF Διατάσεις	1. Σημαντική άμεση αύξηση μυϊκής εκτασιμότητας	1. Περίπλοκη, προϋποθέτει εξοικείωση του διατεινόμενου ή/και του βοηθού 2. Συνδέεται με σημαντική αύξηση της ΗΜΓ δραστηριότητας του διατεινόμενου μυ ⇒ Κίνδυνος πρόκλησης πόνου ή τραυματισμού 3. Μικρή διάρκεια "κράτηματος" ⇒ Δεν μπορεί να προκαλέσει "πλαστική" παραμόρφωση του ΜΤΣ
Στατική Διάταση	1. Εύκολη στην εφαρμογή 2. Εξίσου αποτελεσματική με τις τεχνικές PNF για την άμεση αύξηση εκτασιμότητας 3. Συνδέεται με αμειλιτή ΗΜΓ δραστηριότητα του διατεινόμενου μυός ⇒ Ασφαλής 4. Η διάρκειά της ποικίλει από δευτερόλεπτα έως ώρες ⇒ Μπορεί να εφαρμοσθεί και θεραπευτικά σε ασθενείς με αρθρικές συγκλίσεις	

εκτέλεση εκ μέρους του αθλητού ή του βοηθού του, ενώ, επιπρόσθετα, μπορεί να προκαλέσουν πόνο ή τραυματισμό του διατεινόμενου μυός, λόγω της αυξημέ-

νης ενεργητικής του τάσης. Τα δύο αυτά μειονεκτήματα είναι αρκετά για να δώσουν το προβάδισμα στην τεχνική της στατικής διάτασης.

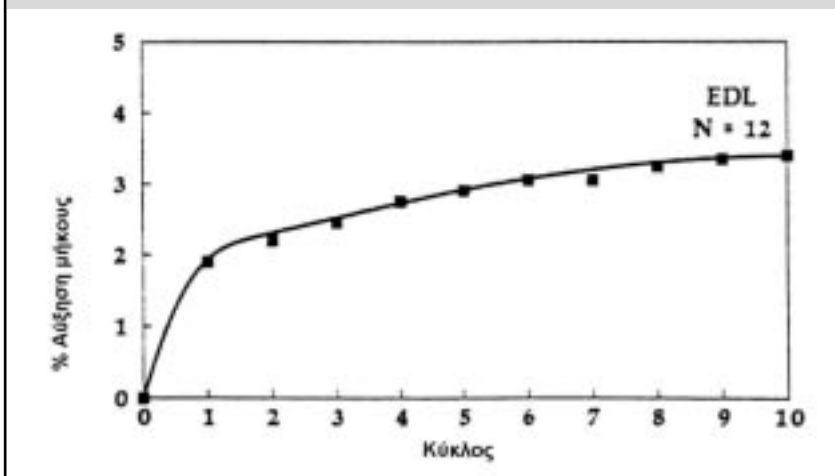
**Αριθμός Διατατικών Επαναλήψεων Ανά Συνεδρία**

Ο αριθμός των διατατικών επαναλήψεων ανά μυϊκή ομάδα που πραγματοποιούνται στα πλαίσια μιας διατατικής συνεδρίας αποτελεί καθοριστική παράμετρο για την αποτελεσματικότητά της. Στην σχετική αρθρογραφία βρίσκονται έρευνες που εφαρμόζουν από μία (1), έως είκοσι (20) διατατικές επαναλήψεις (στατικές ή PNF) σε κάθε μυϊκή ομάδα ανά συνεδρία, και στο σύνολό τους αναφέρουν σημαντικά άμεσα κέρδη σε εκτασιμότητα. Στην καθημερινή κλινική πρακτική, όμως, είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε ποιός είναι ο ιδανικός αριθμός επαναλήψεων που πρέπει να εφαρμοσθεί σε ένα ΜΤΣ, ώστε να εξασφαλιστούν τα μεγαλύτερα κέρδη σε εκτασιμότητα στο μικρότερο χρονικό διάστημα.

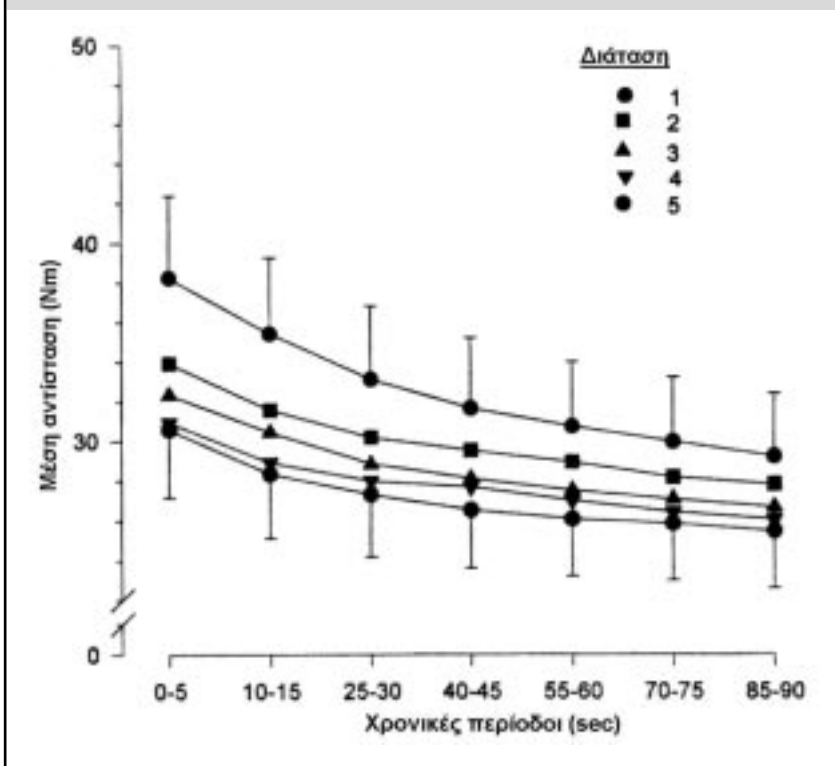
Σχετικά με το ερώτημα αυτό, πολύ ενδιαφέροντα είναι τα ευρήματα της εργαστηριακής έρευνας των Taylor et al. (1990). Στην μελέτη αυτή εφαρμόζονταν 10 επαναλαμβανόμενες στατικές διατάσεις διάρκειας 30 δευτερολέπτων στον κοινό εκτείνοντα των δακτύλων κουνελιών. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως το 80% της συνολικής επιμήκυνσης του ΜΤΣ επιτυγχάνεται κατά τις 4 πρώτες διατατικές επαναλήψεις (Σχήμα 5). Η πραγματοποίηση, δηλαδή, πρόσθετων διατατικών επαναλήψεων μετά την τέταρτη, πολύ λίγο συνεισφέρει στο τελικό αποτέλεσμα.

Παρομοίως, οι Magnusson et al. (1995) διαπίστωσαν πως κατά την εφαρμογή 5 στατικών διατάσεων των οπισθίων μηριαίων

**Σχήμα 5.** Προοδευτική αύξηση της επιμήκυνσης του διατεινόμενου ΜΤΣ κατά την πραγματοποίηση 10 διατατικών επαναλήψεων διάρκειας 30 δευτερολέπτων (Τροποποιημένο από Taylor et al. 1990).



**Σχήμα 6.** Το μέγεθος της παρατηρούμενης χαλάρωσης της τάσης των οπισθίων μηριαίων κατά την διάρκεια 5 επαναλαμβανόμενων στατικών διατάσεων διάρκειας 90 δευτερολέπτων μειώνεται προοδευτικά (Τροποποιημένο από Magnusson et al. 1995).



διαρκειάς 90 δευτερολέπτων, το μέγεθος μείωσης της παθητικής τους τάσης μειωνόταν δραστικά μετά την 3η διατατική επανάλη-

ψη (Σχήμα 6).

Ο συνδυασμός των παραπάνω ερευνητικών δεδομένων με τις υπάρχουσες εμπειρικές αναφο-

ρές οδηγούν στο συμπέρασμα πως μία αποτελεσματική διατατική συνεδρία πρέπει να περιλαμβάνει τέσσερις (4) διατατικές επαναλήψεις για κάθε μυϊκή ομάδα.

### Συχνότητα Διατάσεων

Όταν πρόκειται να εφαρμοσθεί ένα μακροχρόνιο πρόγραμμα περιοδικών διατάσεων δύο ακόμα παράμετροι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

- Η εβδομαδιαία συχνότητα πραγματοποίησης διατάσεων, και
- Η συνολική διάρκεια του προγράμματος.

Οι διαθέσιμες προτάσεις και για τις δύο αυτές παραμέτρους βασίζονται αποκλειστικά σε εμπειρικές αναφορές. Ετσι λοιπόν, σχετικά με την συχνότητα πραγματοποίησης διατάσεων, η βιβλιογραφία αναφέρει πως απαιτείται πραγματοποίηση τουλάχιστον τριών (3) διατατικών συνεδριών την εβδομάδα προκειμένου να επιτύχουμε αύξηση της μυϊκής εκτασιμότητας. Αντίθετα, για την διατήρηση των διατατικών κερδών και γενικά την συντήρηση ενός σταθερού επιπέδου ελαστικότητας, φαίνεται πως αρκούν 2 συνεδρίες την εβδομάδα (Anderson 1980, Beaulieu 1981, Alter 1988, Sullivan et al. 1992, Liebesman and Cafarelli 1994).

Όσον αφορά τώρα στη διάρκεια του εφαρμοζόμενου προγράμματος, οι περισσότεροι ερευνητές συμφωνούν πως απαιτούνται 4-6 εβδομάδες διάτασης για την επίτευξη σημαντικών αυξήσεων σε εύρος κίνησης (Anderson 1980, Alter 1988, Liebesman and Cafarelli 1994, Bandy et al. 1998, Willy et al. 2001, Feland et al. 2001, Reid & Mcnair 2004, Gajdosik et al. 2007.).

Στο σημείο αυτό πάντως πρέπει να υπογραμμισθεί για ακόμα μία φορά, πως τόσο η συχνότητα, όσο και η διάρκεια εφαρμογής ενός διατατικού προγράμματος, έχουν δευτερεύοντα και συμπληρωματικό ρόλο όσον αφορά στην αποτελεσματικότητα του προγράμματος. Χαρακτηριστικά, υπάρχουν μελέτες οι οποίες αναφέρουν σημαντικά κέρδη σε ελαστικότητα με μόλις δύο διατατικές συνεδρίες την εβδομάδα (Borms et al. 1987, Toft et al. 1989), ενώ σε άλλες δεν επιτυγχάνεται σημαντική αύξηση του εύρους κίνησης ακόμα και με 5 συνεδρίες την εβδομάδα (Worrell et al. 1994, Bandy and Irion 1994). Τα παραδείγματα αυτά επιβεβαιώνουν πως, ο βασικός παράγοντας που καθορίζει την αποτελεσματικότητα ενός περιοδικού προγράμματος διατάσεων είναι η δομή του και όχι η διάρκειά του, ή η συχνότητα των διατατικών συνεδριών.

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η τελική πρόταση όσον αφορά στον σχεδιασμό ενός ασφαλούς και αποτελεσματικού διατατικού προγράμματος περιλαμβάνει:

1. Στατική διάταση του μυοτενόντιου συνόλου
2. 'Κράτημα' 15 έως 30 δευτερόλεπτα στο σημείο της μέγιστης ανεκτής επιμήκυνσης
3. Πραγματοποίηση τεσσάρων (4) διατατικών επαναλήψεων ανά μυϊκή ομάδα
4. Πραγματοποίηση τουλάχιστον 3 διατατικών συνεδριών την εβδομάδα
5. Συνολική διάρκεια 4 με 6 εβδομάδες

Φυσικά είναι περιττό να τονισθεί πως η παραπάνω πρόταση είναι ενδεικτική και δεν μπορεί να θεωρηθεί πανάκεια. Ο κάθε συνάδελφος αξιολογώντας τα δεδομένα αυτής της ανασκόπησης και κρίνοντας με βάση τις προσωπικές του απόψεις και τις ανάγκες του ασθενή ή αθλητή του θα τροποποιήσει και θα εφαρμόσει το πρόγραμμα που θα κρίνει ως καταλληλότερο. Άλλωστε, σε αρκετά από τα παραπάνω σημεία οι διαθέσιμες ερευνητικές αποδείξεις είναι μικρές και αμφισβητούμενες ακόμα, ώστε να επιτρέπουν την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων και την διατύπωση οριστικών προτάσεων.

### ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Κεσσεκίδης Μηνάς (2008) Εφαρμογή Θερμότητας στην Αντιμετώπιση Μακροχρόνια Δύσκαμπτων Αρθρώσεων. Μέρος II. Αποτελεσματικότητα της τεχνικής "Heat & Stretch". Θέματα Φυσικοθεραπείας Τόμος 5, Τεύχος 1: 4-19
2. Alter MJ (1988): Science of stretching. Campaign Illinois, Human Kinetics Books
3. Anderson B (1980): Stretching. Bolinas CA, Shelter Publications
4. Bandy WD and Irion JM (1994): The effect of time of static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. Phys. Ther. 74(9): 845-852
5. Bandy WD, Irion JM, Briggler M. (1997): The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. Phys. Ther. 77(10): 1090-1096
6. Bandy WD, Irion JM, Briggler M. (1998): The effect of static stretch and dynamic

- range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. *J Orthop. Sports Phys. Ther.* 27(4): 295-300
7. Beaulieu JE (1981): Developing a stretching program. *Phys. and Sportsmed.* 9(11): 59-66
  8. Bjorklund M, Hamberg J, Crenshaw AG. (2001): Sensory adaptation after a 2-week stretching regimen of the rectus femoris muscle. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 82(9): 1245-1250
  9. Borms J, Vanroy P, Santens J, Haentjens A. (1987): Optimal duration of static stretching exercises for improvement of coxo-femoral flexibility. *J. Sports Sci.* Vol. 5: 39-47
  10. Chalmers G. (2004): Re-examination of the possible role of Golgi tendon organ and muscle spindle reflexes in proprioceptive neuromuscular facilitation muscle stretching. *Sports Biomech.* 3(1): 159-183
  11. Condon SM, Hutton RS. (1987): Soleus muscle electromyographic activity and ankle dorsiflexion range of motion during four stretching procedures. *Phys. Ther.* 67(1): 24-30
  12. Feland JB, Myrer JW, Schulthies SS, Fellingham GW, Measom GW. (2001): The effect of duration of stretching of the hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years or older. *Phys. Ther.* 81(5): 1110-1117
  13. Ferber R, Osternig L, Gravelle D. (2002): Effect of PNF stretch techniques on knee flexor muscle EMG activity in older adults. *J Electromyogr. Kinesiol.* 12(5): 391-397
  14. Flitney F and Hirst D.(1978): Cross bridge detachment and sarcomere "give" during stretch of a frog's muscle. *J. Physiol.* Vol.276:449-465
  15. Ford P, McChesney J. (2007): Duration of maintained hamstring ROM following termination of three stretching protocols. *J Sport Rehabil.* 16(1): 18-27
  16. Gajdosik RL, Allred JD, Gabbert HL, Sonsteng BA (2007). A stretching program increases the dynamic passive length and passive resistive properties of the calf muscle-tendon unit of unconditioned younger women. *Eur. J. Appl. Physiol.* 99(4): 449-454
  17. Halbertsma JP, Ludwig NH, Goeken N. (1994): Stretching exercises:effect on passive extensibility and stiffness in short hamstrings of healthy subjects. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* Vol.75: 976-981
  18. Halbertsma JP, Bolhuis A, Ludwig NH, Goeken N. (1996): Sport stretching: effect on passive muscle stiffness of short hamstrings. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* Vol.77:688-692
  19. Halbertsma JP, Mulder I, Ludwig NH, Goeken N, Eisma WH.(1999): Repeated passive stretching: Acute effect on the passive muscle moment and extensibility of short hamstrings. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* Vol.80: 407-414
  20. Kawakami Y, Kanehisa H, Fukunaga T. (2008): The relationship between passive ankle plantar flexion joint torque and gastrocnemius muscle and Achilles tendon stiffness: implications for flexibility. *J Orthop. Sports Phys. Ther.* 38(5): 269-276
  21. Kisner C and Colby L. (1996): Stretching. In: *Therapeutic Exercise:Foundations and Techniques* (3rd Edition), pp 143-182. Philadelphia, F.A. Davis Company
  22. Lieberman JL and Cafarelli E.(1994): Physiology of range of motion in human joints:A critical review. *Crit. Rev. Phys. Rehab. Med.* 6(2): 131-160
  23. Magnusson SP, Simonsen EB, Gleim GW, McHugh MP, Kjaer M. (1995): Viscoelastic response to repeated static stretching in the human hamstring muscle. *Scand. J. Med. Sci. Sports* Vol.5: 342-347
  24. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Mohr, T, Kjaer M. (1996a): Viscoelastic stress relaxation during static stretch in human skeletal muscle in the absence of EMG activity. *Scand J. Med. Sci. Sports* Vol.6: 323-328
  25. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Malachy P, Mohr, T, Kjaer M. (1996β): Mechanical and physiological responses to stretching with and without preisometric contraction in human skeletal muscle. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* Vol.77: 373-378
  26. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Sorensen H, Kjaer M. (1996γ): A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. *J. Physiol.* 497(1): 291-298
  27. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Johansen F, Boesen J, Kjaer M. (1997):Determinants of musculoskeletal flexibility:viscoelastic properties, cross-sectional area, EMG and stretch tolerance. *Scand. J. Med. Sci. Sports* Vol.7:195-202
  28. Magnusson SP. (1998): Passive properties of human skeletal muscle during stretch maneuvers. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* Vol.8: 65-77
  29. Moller M, Oberg B, Ekstrand J, Gillquist J.(1985): Duration of stretching effect on range of motion in lower extremities. *Arch. Phys Med. Rehabil.* Vol.66: 171-173
  30. Moore MA and Hutton RS (1980): Electromyographic investigation of muscle stretching techniques. *Med. Sci. Sports Exerc.* Vol.12: 322-329
  31. Morse CL, Degens H, Maganaris CN, Jones DA. (2008): The acute effect of stretching on the passive stiffness of the human gastrocnemius muscle tendon unit. *J Physiol.* 586(1): 97-106
  32. Nordez A, Gennison JL, Casari P, Cornu C. (2008): Characterization of muscle belly elastic properties during passive stretching using transient elastography. *J Biomech.* 41(10): 2305-2311
  33. Osternig LR, Robertson R, Troxel R, Hansen P. (1987): Muscle activation during proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretching techniques. *Am. J. Phys. Med.* 66(5): 298-307
  34. Osternig LR, Robertson R, Troxel R, Hansen P. (1990): Differential responses to proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretch techniques. *Med. Sci. Sports Exerc.* 22(1): 106-111
  35. Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML, Coutts AJ. (2007): Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on stiffness and force producing characteristics of the ankle in active women. *J Strength Cond. Res.* 21(2): 572-577
  36. Reid DA, McNair PJ (2004): Passive force, angle and stiffness changes after stretching of hamstring muscles. *Med. Sci. Sports Exerc.* 36(11): 1944-1948
  37. Roberts JM, Wilson K. (1999): Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity. *Br. J Sports Med.* 33(4):259-263
  38. Stamford B. (1984): Flexibility and stretching. *The Physician and Sportsmed.* 12(2): 171-177
  39. Sullivan MK, DeJulia JJ, Worrell TW. (1992): Effect of pelvic position and stretching method on hamstring muscle flexibility. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24(12):1383-1389
  40. Taylor DC, Dalton JD, Seaber AV, Garrett WE. (1990): Viscoelastic properties of muscle-tendon units. The biomechanical effects of stretching. *Am. J. Sports Med.* 18(3):300-309
  41. Taylor DC, Brooks DE, Ryan JB. (1997): Viscoelastic characteristics of muscle: passive stretching versus muscular contractions. *Med. Sci. Sports Exerc.* 29(12): 1619-1624
  42. Toft E, Espersen GT, Kalund S, Hornemann BC.(1989): Passive tension of the ankle before and after stretching. *Am. J. Sports Med.* 17(4): 489-494
  43. Willy RW, Kyle BA, Moore SA, Chelboun GS. (2001): Effect of cessation and resumption of static hamstring muscle stretching on joint range of motion. *J Ortop. Sports Phys. Ther.* 31(3): 138-144
  44. Worrell TW, Smith TL, Winegardner J. (1994): Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 20(3): 154-159
  45. Zito M, Driver D, Parker C, Bohannon R. (1997): Lasting effects of one bout of two 15-second passive stretches on ankle dorsiflexion range of motion. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 26(4): 214-221