

Εφαρμογή Θερμότητας στην Αντιμετώπιση Μακροχρόνια Δύσκαμπτων Αρθρώσεων

Μέρος II. Αποτελεσματικότητα της τεχνικής 'Heat and stretch'

Μηνάς Κεσσεκίδης

Φυσικοθεραπευτής, M.Sc., Περιφερικό Γενικό Νοσοκομείο Αθηνών «ΚΑΤ»

Επικοινωνία: Μηνάς Κεσσεκίδης, Σαρπηδώνος 6, 10442, Αθήνα
E-mail: kminas@netportal.gr

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο πρώτο μέρος της ανασκόπησης αυτής επιβεβαιώθηκε ότι, με την σωστή επιλογή και εφαρμογή των διαθέσιμων μέσων θερμοθεραπείας, μπορεί να επιτευχθεί αύξηση της θερμοκρασίας επιπολής και εν τω βάθει ιστών, αρκετά μεγαλύτερη των 3-4°C που απαιτούνται για να αυξηθεί η ελαστικότητά τους. Πριν το ενδιαφέρον μας επικεντρωθεί στην αποτελεσματικότητα της τεχνικής 'heat and stretch', είναι κλινικά χρήσιμο να διερευνηθεί πρώτα, αν οι πρόσφατες μελέτες σε ανθρώπους επιβεβαιώνουν τα ευρήματα των προγενέστερων εργαστηριακών ερευνών σε ζωικά μοντέλα, σύμφωνα με τα οποία η αύξηση της θερμοκρασίας ενός ιστού άνω των 39°C επηρεάζει θετικά τις ελαστικές του ιδιότητες.

Αύξηση ελαστικότητας ιστών μετά από εφαρμογή θερμότητας μόνο

Αν και τα διαθέσιμα ερευνητικά δεδομένα δεν είναι πολλά, σε γενικές γραμμές ενισχύουν την πεποίθηση ότι η επαρκής θέρ-

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αποτελεσματικότητα της τεχνικής Heat & Stretch εξαρτάται από την ορθή επιλογή του θερμοθεραπευτικού μέσου, του είδους της εφαρμοζόμενης διάτασης και της χρονικής αλληλουχίας των θεραπειών. Η επιλογή επιπολής ή εντωβάθει θερμοθεραπευτικού μέσου πρέπει να γίνεται βάσει του ιστού που πρέπει να θερμανθεί. Η ήπια, στατική παρατεταμένη διάταση φαίνεται ότι έχει τα καλύτερα αποτελέσματα όταν συνδυάζεται με θερμοθεραπεία, ενώ είναι απαραίτητο αυτή να εφαρμόζεται εντός των πεπερασμένων χρονικών ορίων αύξησης της θερμοκρασίας των ιστών σε θεραπευτικά επίπεδα που επιφέρει το θερμοθεραπευτικό μέσο. Η εφαρμογή κρύου ίσως να ωφελεί, μόνο όμως όταν εφαρμόζεται μετά τη θέρμανση και διάταση των ιστών και όχι πριν ή ενδιάμεσα.

Λέξεις κλειδιά: θερμοθεραπεία, ελαστικές ιδιότητες, θέρμανση, διάταση

μανση των μαλακών μοριών αυξάνει σημαντικά την εκτασιμότητά τους, για όσο χρονικό διάστημα η θερμοκρασία τους παραμένει πάνω από το κρίσιμο όριο των 39°C.

Έτσι λοιπόν, οι Robertson et al. (2005) συνέκριναν, σε 24 υγιείς εθελοντές, την επίδραση δύο θερμοθεραπευτικών μέσων στο παθητικό εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής. Στα άτομα των δύο ερευνητικών

ομάδων εφαρμόζονταν για 15 λεπτά στη γαστροκνημία τους, είτε διαθερμία βραχέων κυμάτων (ΔΒΚ), είτε θερμό επίθεμα (ΘΕ). Τα αποτελέσματα έδειξαν πως μόνο η εφαρμογή ΔΒΚ προκάλεσε σημαντική αύξηση στο εύρος της ραχιαίας κάμψης (1.8° ή αύξηση 5%), ενώ αντίθετα, τα κέρδη σε ελαστικότητα τόσο στην ομάδα του ΘΕ (0.6°), όσο και στην ομάδα ελέγχου (0.1°) δεν ήταν σημαντικά.

Αν και στην παραπάνω έρευνα δεν γινόταν παράλληλη καταγραφή της ενδομυϊκής θερμοκρασίας και των κατά περίπτωση αυξησών της, οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι μόνο η ΔΒΚ εξασφάλισε επαρκή θέρμανση των εντω βάθει μυών της γαστροκνημίας. Η μεγαλύτερου βαθμού και περισσότερο διάχυτη αύξηση της θερμοκρασίας που προκάλεσε η διαθερμία σε σχέση με το ΘΕ, προφανώς αντικατοπτρίστηκε, με την σειρά της, στην σημαντική διαφορά των κερδών σε μυϊκή ελαστικότητα.

Εκτός από το μυοτενόντιο σύνολο, η επίδραση της θεραπευτικής θερμότητας έχει αξιολογηθεί και σε σχέση με την ελαστικότητα πυκνών συνδετικών ιστών,

όπως οι σύνδεσμοι και ο αρθρικός θύλακας. Συγκεκριμένα, στην έρευνα των Reed and Ashikaga (1997) εξετάστηκε η επίδραση της εφαρμογής συνεχών υπερήχων (1 MHz, 1 W/cm²) για 8 λεπτά στο γόνατο υγιών εθελοντών, στην χαλαρότητα των προσθίων χιαστών, πλαγίων συνδέσμων και του οπίσθιου αρθρικού θύλακα. Πριν και μετά την εφαρμογή των υπερήχων πραγματοποιούνταν – με χρήση ειδικού αρθρόμετρου – τέσσερα τεστ αρθρικής χαλαρότητας: α) τεστ βλαισότητας-ραιβότητας σε πλήρη έκταση, β) τεστ βλαισότητας-ραιβότητας στις 20° κάμψης γόνατος, γ) τεστ ανάκρουτου γόνατος και δ) πρόσθιο-οπίσθιο συρτάρι στις 90° κάμψης γόνατος.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως, μετά την εφαρμογή των υπερήχων, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές αυξήσεις στις καταγραφόμενες παρεκτοπίσεις στα τεστ βλαισότητας-ραιβότητας στις 20° κάμψης (1.3°) και στο τεστ ανάκρουτου γόνατος (0.5° ή αύξηση κατά 10%). Αντίθετα, τόσο το πρόσθιο, όσο και το οπίσθιο συρταρωτό σημείο δεν παρουσίασαν καμμία σημαντική διαφοροποίηση.

Ερμηνεύοντας τα αποτελέσματά τους, οι ερευνητές υπέθεσαν πως, μετά την θεραπεία, επηρεάστηκε περισσότερο το εύρος των κινήσεων εκείνων που ελέγχονταν από συνδέσμους, οι οποίοι ήταν πιο 'προσβάσιμοι' από τους υπερήχους. Ως γνωστόν, αν και οι υπέρηχοι συχνότητας 1 MHz διεισδύουν σε βάθος ιστών ακόμα και μεγαλύτερο των 5 εκατοστών, η έντασή τους εξα-

Part II. Use of Thermal Modalities in the Treatment of Chronic Joint Contractures. The Effectiveness of the "Heat and Stretch Technique".

ABSTRACT

The effectiveness of the Heat & Stretch technique depends on the right choice of the thermal modality, the type of the applied stretching and the sequence of the said applications. The choice between superficial or deep thermal modalities should be based on the kind of tissue to be heated. A mild, static, prolonged stretching technique seems to produce the best results when combined with heat, but the stretching should be applied within the time frame of the therapeutic increase in temperature in the tissues induced by the thermal modality. The application of cold may be of benefit, but only after the application of heat & stretch and not in between or beforehand.

Key words: thermal modalities, heat and stretch, elastic properties

σθενεί προοδευτικά με το βάθος. Επομένως, ο οπίσθιος θύλακας και οι πλάγιοι σύνδεσμοι, που είναι σχετικά πιο επιφανειακοί, πιθανότατα απορρόφησαν περισσότερη ενέργεια από τους χιαστούς συνδέσμους, οι οποίοι αφενός βρίσκονται βαθύτερα και αφετέρου περικυκλωμένοι από οστικές επιφάνειες (κόνδυλοι, κνημιαίο πλατό, επιγονατίδα) που επιτρέπουν την αντανάκλαση των ηχητικών κυμάτων. Πιθανότατα, λοιπόν, οι χιαστοί, λόγω εξασθένησης και αντανάκλασης των ηχητικών κυμάτων, θερμάνθηκαν λιγότερο από τα υπόλοιπα μαλακά μόρια στα 8 λεπτά εφαρμογής των υπερήχων και για αυτό δεν παρουσίασαν μεταβολή στην χαλαρότητά τους.

Ένα από τα βασικά μειονεκτήματα της παραπάνω έρευνας ήταν το γεγονός πως η εφαρμογή των υπερήχων γινόταν περιφερικά του γόνατος, σε επιφάνεια που υπερέβαινε κατά πολύ το διπλάσιο της κεφαλής τους και χωρίς να εστιάζει σε κάποιο συγκεκριμένο σύνδεσμο. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την διάχυση της ενέργειας των υπερήχων

και τον περιορισμό της θερμικής τους δράσης. Σε μεταγενέστερη έρευνα, οι Reed et al. (2000) αντιμετώπισαν το παραπάνω έλλειμμα εφαρμόζοντας υπερήχους μόνο στον έσω πλάγιο σύνδεσμο του γόνατος. Χρησιμοποιώντας υπερήχους συχνότητας 3 MHz, οι οποίοι απορροφώνται καλύτερα και γρηγορότερα από επιφανειακούς ιστούς, οι ερευνητές κατέληξαν σε παρόμοια συμπεράσματα σχετικά με την επίδραση της θερμότητας στην αύξηση της χαλαρότητας του έσω πλάγιου συνδέσμου του γόνατος.

Τα προαναφερθέντα in vivo

Εικόνα 1. Εφαρμογή θερμού επιθέματος στην οπίσθια επιφάνεια του μηρού με σκοπό την αύξηση της θερμοκρασίας των οπισθίων μηριαίων.



ερευνητικά δεδομένα, παρότι περιορισμένα σε όγκο, ενισχύουν την άποψη πως όταν αυξάνεται επαρκώς η θερμοκρασία των κολλαγόνων ιστών αυξάνεται σημαντικά η ελαστικότητά τους και η ικανότητά τους για επιμήκυνση, για όσο χρονικό διάστημα διατηρείται η θέρμανσή τους.

Από την άλλη μεριά, σε ακριβώς αντίθετα συμπεράσματα καταλήγει μία σειρά ερευνών, οι οποίες αξιολόγησαν την επίδραση που έχει η εφαρμογή θερμών επιθεμάτων (ΘΕ) στην ελαστικότητα των οπισθίων μηριαίων. Συγκεκριμένα, οι έρευνες αυτές συμφωνούν πως η εφαρμογή ΘΕ για 20-25 λεπτά στην οπίσθια επιφάνεια του μηρού (**Εικόνα 1**), δεν επηρεάζει σημαντικά την ελαστικότητα των οπισθίων μηριαίων (Henricson et al. 1984, Sawyer et al. 2003, Cosgray et al. 2004).

Σε πρώτη ανάγνωση, τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών έρχονται να αμφισβητήσουν την παραδοχή ότι η εφαρμογή θερμότητας βελτιώνει τις ελαστικές ιδιότητες των μαλακών μορίων. Μια προσεκτικότερη ματιά, όμως, αποδεικνύει ότι στην πραγματικότητα κάτι τέτοιο δεν ισχύει, αλλά, αντίθετα, οι μελέτες αυτές αποτελούν ένα καλό παράδειγμα σχετικά με το πώς θα πρέπει να μεταφράζονται τα ερευνητικά δεδομένα και να συνδέονται με το πρωτόκολλο που ακολουθήθηκε.

Όπως αναφέρθηκε, λοιπόν, στις παραπάνω έρευνες εφαρμόζονται επιθέματα στην οπίσθια επιφάνεια του μηρού, με σκοπό να αυξήσουν την θερμοκρασία των οπισθίων μηριαίων, οι οποίοι

εντοπίζονται σε βάθος μεγαλύτερο των δύο εκατοστών από την επιφάνεια του δέρματος. Από την άλλη μεριά, έρευνες που έγιναν με την εμφύτευση ειδικού θερμομετρητή, έχουν αποδείξει πως η εφαρμογή ΘΕ στην οπίσθια επιφάνεια του ανθρώπινου μηρού για 25 λεπτά, αυξάνει την θερμοκρασία των ιστών σε βάθος 2-3 εκατοστών, **κατά μόλις 0.4-0.7°C** (Minton 1993, Draper et al. 1998a, Sawyer et al. 2003). Η αύξηση αυτή απέχει παρασάγγας από τους + 3-4°C που απαιτούνται για να βελτιθούν οι ελαστικές ιδιότητες των οπισθίων μηριαίων. Έτσι, λοιπόν, δικαιολογούνται απόλυτα τα αρνητικά αποτελέσματα των ερευνών σχετικά με την επίδραση των ΘΕ.

Εφόσον, λοιπόν, το πρωτόκολλο των παραπάνω ερευνών ουσιαστικά 'εξασφάλιζε' την **ανεπαρκή θέρμανση** των ιστών-στόχων, θα ήταν λάθος να συμπεράνει κανείς ότι τα αποτελέσματά τους αποθαρρύνουν γενικά την χρήση των ΘΕ πριν από την διάταση-κινητοποίηση βραχυμένων ιστών. Στην ουσία, απλώς επιβεβαιώνουν κάτι εκ των προτέρων γνωστό και αναμενόμενο, ότι, δηλαδή, τα ΘΕ αδυνατούν να αυξήσουν σημαντικά την θερμοκρασία -και επομένως την ελαστικότητα- ιστών που βρίσκονται σε βάθος μεγαλύτερο του ενός εκατοστού από την επιφάνεια του δέρματος.

Συνοψίζοντας, οι λίγες διαθέσιμες μελέτες σε ανθρώπους επιβεβαιώνουν πως η σωστή εφαρμογή των διαφόρων μέσων θερμοθεραπείας, μπορεί να προκαλέσει **σημαντική αύξηση της ελα-**

στικότητας διαφόρων μαλακών μορίων, για όσο χρονικό διάστημα η θερμοκρασία τους διατηρείται πάνω από το 'θεραπευτικό' όριο των 39°C.

Προθέρμανση και Διάταση ή Διάταση μόνο;

Ανακεφαλαιώνοντας, τα αποτελέσματα των διαθέσιμων μελετών σε υγιείς εθελοντές τελικά επιβεβαιώνουν πως :

- ▶ Με τα διαθέσιμα μέσα εφαρμογής θερμότητας μπορεί να επιτευχθεί αύξηση της θερμοκρασίας επιπολής και εντωβάθει ιστών αρκετά μεγαλύτερη των 4°C .
- ▶ Όταν επιτυγχάνεται επαρκής αύξηση της θερμοκρασίας των ιστών επηρεάζονται θετικά οι ελαστικές τους ιδιότητες και αυξάνεται η διατατική τους ικανότητα.

Συνδυάζοντας τα δύο παραπάνω συμπεράσματα, προκύπτει επαγωγικά καταφατική απάντηση στο πρωταρχικό ερώτημα της παρούσας ανασκόπησης, αν, δηλαδή, ο συνδυασμός θερμότητας και διάτασης υπερτερεί θεραπευτικά της εφαρμογής διάτασης μόνο σε βραχυμένους κολλαγόνους ιστούς. Επειδή, όμως, η κλινική θεραπευτική πρακτική δεν είναι άσκηση μαθηματικών, την τελευταία δεκαετία μια σειρά ερευνών σε υγιείς εθελοντές εστίασαν στο παραπάνω ερώτημα. Οι έρευνες αυτές συνέκριναν την απόδοση του σχήματος 'προθέρμανσης-διάτασης' (*heat and stretch*), έναντι της 'διάτασης μόνο', για την αύξηση της ελαστικότητας διαφόρων μυϊκών ομάδων. Τα ευρήματα αυτά θα περιγραφούν αναλυτικά στη συνέ-

Εικόνα 2. Εφαρμογή παρατεταμένης στατικής διάτασης για την αύξηση του εύρους κίνησης της έξω στροφής του ώμου υγιών εθελοντών (Τροποποιημένο από Lentell et al 1992).



Εικόνα 3. Εφαρμογή της τεχνικής 'heat and stretch' για την αύξηση του εύρους κίνησης της έξω στροφής στην άρθρωση του ώμου (Τροποποιημένο από Lentell et al 1992).



χεια, ενώ για λόγους ευκολίας οι διαθέσιμες έρευνες και τα αποτελέσματά τους θα κατηγοροποιηθούν, ανάλογα με το μέσο εφαρμογής θερμότητας που προηγείται της διάτασης.

Επιπολής Θερμοθεραπεία και Διάταση έναντι Διάτασης μόνο

Αρκετές μελέτες έχουν συγκρίνει την επίδραση του συνδυασμού 'επιπολής θερμοθεραπεία-διάταση', σε σχέση με την εφαρμογή 'διάτασης μόνο', με σκοπό την αύξηση της μυϊκής ελαστικότητας.

Από αυτές, η μοναδική κλινική μελέτη που αναδεικνύει θετική αλληλεπίδραση μεταξύ ΘΕ και διάτασης είναι αυτή των Lentell et al (1992). Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν 92 υγιείς εθελοντές,

χωρισμένοι σε 4 ερευνητικές και μία ομάδα ελέγχου. Σε όλες τις ερευνητικές ομάδες οι εθελοντές υποβάλλονταν σε πανομοιότυπο πρόγραμμα διάτασης για αύξηση του εύρους κίνησης της έξω στροφής του ώμου, το οποίο περιελάμβανε τρεις διατατικές συνεδρίες στην διάρκεια μίας εβδομάδας. Κάθε συνεδρία, με την σειρά της, περιελάμβανε μία ήπια (0.5% του σωματικού βάρους του εθελοντή) παρατεταμένη στατική διάταση διάρκειας 15 λεπτών, με την βοήθεια ενός συστήματος με τροχαλία και ελεύθερα βάρη (**Εικόνα 2**). Πέραν της διάτασης, σε κάθε ερευνητική ομάδα εφαρμόζονταν επιπολής θερμοθεραπεία ή κρυοθεραπεία πριν, κατά την διάρκεια και μετά το τέλος της διάτασης, σύμφωνα με το παρακάτω πρωτόκολλο:

- Ομάδα 1 : Διάταση μόνο
- Ομάδα 2 : ΘΕ – Διάταση
- Ομάδα 3 : ΘΕ – Διάταση – Ψυχρό επίθεμα
- Ομάδα 4 : Διάταση – Ψυχρό επίθεμα

Σε κάθε περίπτωση, η εφαρμογή του ΘΕ αφορούσε τόσο την πρόσθια, όσο και την οπίσθια επιφάνεια του ώμου και διαρκούσε 20 λεπτά, εκ των οποίων τα 10 πρώτα πριν την εφαρμογή του διατατικού φορτίου και τα υπόλοιπα 10 κατά την διάρκεια της διάτασης (**Εικόνα 3**).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και οι δύο ομάδες στις οποίες εφαρμόζονταν ΘΕ πριν και κατά την διάρκεια της διάτασης (ομάδες 2 και 3) εμφάνισαν σημαντικά μεγαλύτερα κέρδη στο εύρος κίνησης της έξω στροφής του ώμου, σε σχέση με τις υπόλοιπες ερευνητικές ομάδες. Επίσης, τρεις ημέρες μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος, η ομάδα 'ΘΕ-Διάταση' εμφάνιζε την μεγαλύτερη διατήρηση των άμεσων κερδών σε εύρος κίνησης από όλες τις ομάδες (περίπου 80%), ενώ η ομάδα 'Διάταση μόνο' διατηρούσε μόλις το 15% των αρχικών κερδών.

Από τα ευρήματα της παραπάνω μελέτης συμπεραίνεται τελικά, ότι η εφαρμογή ΘΕ σε συνδυασμό με ήπια παρατεταμένη διάταση μπορεί να εξασφαλίσει, όχι μόνο μεγαλύτερου μεγέθους άμεσα κέρδη σε ελαστικότητα, αλλά, κυρίως, την διατήρηση της επιτευχθείσας επιμήκυνσης για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Αντίθετα με την έρευνα των Lentell και συνεργατών, όμως, η πλειονότητα των υπολοίπων σχετικών ερευνών δεν ενισχύει την άποψη ότι ο συνδυασμός 'ΘΕ-

διάταση' υπερτερεί σε απόδοση της εφαρμογής διάτασης μόνο.

Συγκεκριμένα, τόσο οι Henricson et al (1984), όσο και οι Taylor et al (1995) εφάρμοζαν ΘΕ για 20 λεπτά στην οπίσθια επιφάνεια του μηρού υγιών εθελοντών, πριν από μία διατατική συνεδρία των οπισθίων μηριαίων. Τα κέρδη σε ελαστικότητα συγκρίνονταν με αυτά άλλης ερευνητικής ομάδας, τα μέλη της οποίας υποβάλλονταν μόνο στην διάταση των οπισθίων μηριαίων. Και οι δύο έρευνες κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η εφαρμογή ΘΕ πριν από την διάταση των οπισθίων μηριαίων δεν αυξάνει τα άμεσα κέρδη σε μυϊκή ελαστικότητα.

Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν, επίσης, και οι Knight et al (2001), οι οποίοι εφάρμοσαν ένα πρόγραμμα διάτασης των πελματιαίων καμπτήρων διαρκείας 6 εβδομάδων. Κάθε εβδομάδα πραγματοποιούνταν 3 διατατικές συνεδρίες, οι οποίες περιελάμβαναν 4 επαναλήψεις στατικής διάτασης, διαρκείας 20 δευτερολέπτων η κάθε μία. Στην μία από τις δύο ερευνητικές ομάδες, πριν από την πραγματοποίηση των διατάσεων εφαρμόζονταν ΘΕ στην γαστροκνημία των εθελοντών για 15 λεπτά, με σκοπό την προθέρμανση των μυών. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι ο συνδυασμός 'ΘΕ-διάταση' οδήγησε σε παρόμοιες αυξήσεις στην ελαστικότητα των πελματιαίων καμπτήρων, σε σχέση με τα άτομα που πραγματοποιούσαν μόνο την διατατική συνεδρία.

Εκτός των επιθεμάτων, παρόμοια είναι τα συμπεράσματα που εξάγονται και από άλλες έρευ-

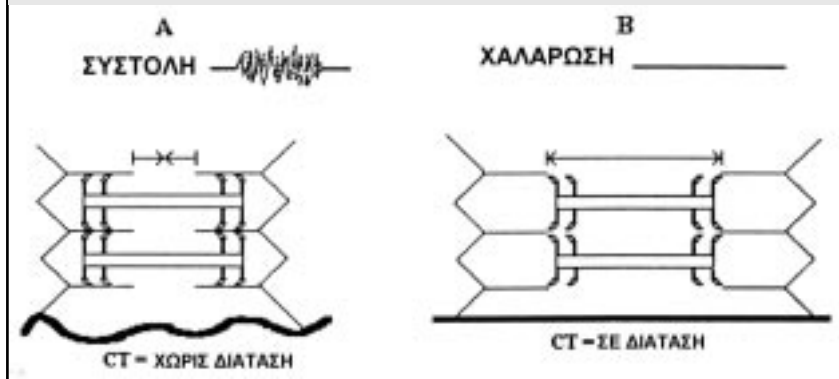
νες, στις οποίες εφαρμόζονται άλλα επιπολής μέσα θερμοθεραπείας. Για παράδειγμα, οι Burke et al (2001) χρησιμοποίησαν το ζεστό (θερμοκρασία νερού 44°C) δινόλουτρο για την αύξηση της ενδομυϊκής θερμοκρασίας των οπισθίων μηριαίων. Στην έρευνα αυτή, η μία ομάδα εθελοντών βύθιζε το κάτω άκρο στο ζεστό νερό για 10 λεπτά πριν από την πραγματοποίηση PNF διατάσεων στους οπίσθιους μηριαίους, ενώ η δεύτερη ομάδα υποβάλλονταν μόνο στο διατατικό πρόγραμμα. Με την ολοκλήρωση του πενήντημερου διατατικού προγράμματος και οι δύο ερευνητικές ομάδες παρουσίασαν παρόμοια κέρδη στην ελαστικότητα των οπισθίων μηριαίων. Παρόμοια αποτελέσματα για την επίδραση του συνδυασμού 'ζεστό δινόλουτρο-διάταση' στην ελαστικότητα των οπισθίων μηριαίων ανέφεραν σε μεταγενέστερη έρευνα και οι Kubo et al. (2005).

Συνοψίζοντας, λοιπόν, η συντριπτική πλειοψηφία των ερευνών σχετικά με την επίδρα-

ση των επιπολής μέσων θερμοθεραπείας καταλήγουν στο συμπέρασμα πως η εφαρμογή τους πριν από μία διάταση δεν βελτιώνει την αποδοτικότητά της. Παρόλα αυτά, θα ήταν λάθος να υιοθετήσει κανείς το παραπάνω συμπέρασμα, καθώς σε όλες σχεδόν τις έρευνες ήταν η 'εσφαλμένη' χρήση των επιπολής μέσων, η οποία οδήγησε σε προκαθορισμένα και αναμενόμενα αρνητικά αποτελέσματα. Και, όπως αναφέρθηκε προηγουμένα, το λάθος αυτό συνίσταται στην εφαρμογή τους με σκοπό την θέρμανση εντω βάθει μυϊκών ομάδων, όπως οι μύες της γαστροκνημίας και οι οπίσθιοι μηριαίοι. Αντίθετα, στην μοναδική έρευνα όπου η εφαρμογή του ΘΕ έγινε σε μία επιφανειακή άρθρωση, όπως αυτή του ώμου (Lentell et al. 1992), ο συνδυασμός 'ΘΕ-διάταση' αποδείχθηκε πολύ πιο αποτελεσματικός από την πραγματοποίηση της διάτασης μόνο.

Εν αναμονή, λοιπόν, περισσότερων και πιο σωστά σχεδιασμέ-

ΣΧΗΜΑ 1. Η χαλάρωση της ενεργητικής τάσης των περιαρθρικών μυών αποτελεί βασική προϋπόθεση για την αποτελεσματικότητα της διάτασης. Όταν οι μύες είναι σε προστατευτική σύσπαση (αριστερά) δεν επιτρέπουν την επιμήκυνση των συρρικνωμένων κολλαγόνων ιστών (CT), οι οποίοι παραμένουν σχετικά χαλαροί. Αντίθετα, όταν οι μύες χαλαρώσουν (δεξιά) επιτρέπουν στο διατατικό φορτίο να εφαρμοσθεί επί των περιαρθρικών κολλαγόνων ιστών προκαλώντας την επιμήκυνσή τους (Τροποποιημένο από Wilkinson 1992).



νων ερευνών, το τελικό συμπέρασμα θα πρέπει να είναι ότι, υπό προϋποθέσεις, ο συνδυασμός επιπολής θερμοθεραπείας και διάτασης επιφέρει μεγαλύτερα κέρδη σε ελαστικότητα από την εφαρμογή διάτασης μόνο. Έχοντας πάντοτε ως θεμελιώδη προϋπόθεση, ότι το *επίθεμα* (ή άλλο επιπολής μέσο) χρησιμοποιείται για να αυξήσει την θερμοκρασία ιστών που βρίσκονται σε βάθος περίπου ενός εκατοστού από την επιφάνεια του δέρματος.

Τελειώνοντας, πρέπει να υπογραμμισθεί πως όλες οι έρευνες που περιγράφηκαν αφορούσαν υγιείς εθελοντές και αξιολόγησαν την *άμεση επίδραση* των επιπολής μέσων στην θέρμανση και αύξηση της ελαστικότητας των διαφόρων μυϊκών ομάδων. Από την άλλη μεριά, στην περίπτωση ασθενών με δύσκαμπτες αρθρώσεις, η εφαρμογή επιφανειακής θερμότητας μπορεί να επηρεάσει θετικά την αποδοτικότητα της διάτασης και *έμμεσα*, μέσω νευροφυσιολογικών προσαρμογών, όπως είναι η *μείωση του μυϊκού τόνου* και της *ευαισθησίας στον πόνο* (Fischer and Solomon 1965, Melzack and Wall 1965, Lehmann and DeLateur 1990, Wilkinson 1992). Η ελλάτωση της τάσης των περιαρθρικών μυών, καθώς και της ευαισθησίας του ασθενούς στον πόνο θα επιτρέψει, προφανώς, στο διατατικό φορτίο να δράσει αποτελεσματικότερα και να επιμηκύνει περισσότερο τους συρρικνωμένους κολλαγόνους ιστούς (**Σχήμα 1**).

Έτσι, λοιπόν, ακόμα και αν η εφαρμογή επιφανειακής θερμότητας δεν μπορεί να θερμάνει επαρκώς και να βελτιώσει άμεσα

τις ελαστικές ιδιότητες εντωβάθει μαλακών μορίων, ο συνδυασμός της με διάταση είναι σαφώς προτιμότερος από την εφαρμογή διάτασης μόνο σε δύσκαμπτες αρθρώσεις, όταν για κάποιο λόγο δεν είναι διαθέσιμα εντωβάθει μέσα θερμοθεραπείας. Έως την πραγματοποίηση περισσότερων σχετικών κλινικών μελετών, το παραπάνω θεραπευτικό σχήμα διαθέτει το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο για τη στήριξη και εφαρμογή του.

Εντωβάθει Θερμοθεραπεία και Διάταση έναντι Διάτασης μόνο

Σε αντίθεση με τα επιπολής μέσα θερμοθεραπείας, όπου τα εφαρμοζόμενα πρωτόκολλα οδηγούν σε συγκεκριμένα αποτελέσματα, στην περίπτωση των εντωβάθει μέσων θερμοθεραπείας τα ερευνητικά δεδομένα είναι πλέον ξεκάθαρα.

Στο σύνολό τους οι σχετικές μελέτες σε υγιείς εθελοντές αναδεικνύουν πως ο συνδυασμός προθέρμανσης (μέσω υπερήχων ή διαθερμίας) και διάτασης διαφόρων μυϊκών ομάδων, αλλά και πυκνών συνδετικών ιστών (σύνδεσμοι) οδηγεί σε σημαντικά μεγαλύτερα κέρδη σε ελαστικότητα, σε σχέση με την εφαρμογή διάτασης μόνο (Wessling et al 1987, Reed et al. 2000, Draper et al. 1998b, 1999, 2002, 2004, Peres et al. 2002, Garrett et al. 2000, Knight et al. 2001).

Κατά συνέπεια, επιβεβαιώνεται πως όταν η εφαρμογή διαθερμίας ή υπερήχων αυξάνει επαρκώς την θερμοκρασία των ιστών

(>39°C), η διάταση που ακολουθεί επιφέρει σημαντικά μεγαλύτερη επιμήκυνσή τους, από αυτή που επιτυγχάνεται χωρίς την παρεμβολή της προθέρμανσης. Συμπερασματικά, λοιπόν, και οι πρόσφατες μελέτες σε ανθρώπους ενισχύουν και υποστηρίζουν την κλινική εφαρμογή της τεχνικής 'heat and stretch' (HS) ως την θεραπεία εκλογής για την αντιμετώπιση μακροχρόνιων περιορισμών στο εύρος κίνησης μιας άρθρωσης.

Πέραν του γενικού συμπεράσματος, όμως, οι ίδιες έρευνες ανέδειξαν ότι η αποτελεσματικότητα της τεχνικής HS, εκτός από την επίτευξη επαρκούς αύξησης της θερμοκρασίας των βραχυμένων μαλακών μορίων, είναι συνάρτηση δύο ακόμα κρίσιμων παραμέτρων :

A) Του είδους της εφαρμοζόμενης διάτασης

B) Της χρονικής αλληλουχίας των θεραπειών

A) Είδος Διάτασης

Για την εξασφάλιση της μέγιστης αποτελεσματικότητας της τεχνικής HS, δεν αρκεί μόνο η σωστή προθέρμανση και αύξηση της ελαστικότητας του βραχυμένου ιστού. Άλλωστε, η 'ελαστικοποίηση' του ιστού είναι προσωρινή και αναστρέφεται γρήγορα μόλις η θερμοκρασία του υποχωρήσει κάτω από τους 38-39°C. Επομένως, απαραίτητο συμπλήρωμα της επαρκούς προθέρμανσης είναι η *κατάλληλη διάταση* του ιστού, η οποία θα επιφέρει τόσο την μεγαλύτερη δυνατή επι-

Εικόνα 4. Εφαρμογή διαθερμίας βραχέων κυμάτων στην οπίσθια επιφάνεια του μηρού για προθέρμανση των οπισθίων μηριαίων (Τροποποιημένο από Draper et al 2002).



μήκυνσή του, όσο και την διατήρησή της αρκετά μετά το τέλος της θεραπευτικής συνεδρίας (πλαστική παραμόρφωση).

Σύμφωνα με όσα είναι ήδη γνωστά για την νευροφυσιολογία και μηχανική των διατάσεων, για την επιμήκυνση κολλαγόνων ιστών απαιτείται διάταση:

- **Ήπιας έντασης**, ώστε να μην προκαλέσει αντανακλαστική αύξηση του προστατευτικού μυϊκού τόνου, όσο και της γλοιοελαστικής αντίστασης που προβάλλει οποιοσδήποτε κολλαγόνος ιστός σε κάθε απόπειρα έντονης παραμόρφωσής του και

- **Μεγάλης διάρκειας**, προκειμένου να μεγιστοποιηθούν τα οφέλη των γλοιοελαστικών φαινομένων του ερπυσμού (*creep*) και της χαλάρωσης τάσης (*stress relaxation*) στην επιμήκυνση του διατεινόμενου ιστού (Sapaga et al. 1981, Brooks 1986, Taylor et al. 1990, Kandel et al. 1991, Liebesman and Cafarelli 1994).

Αναφέρεται, λοιπόν, ότι η **ήπια στατική διάταση μακράς διάρκειας (low load prolonged stretch)** αποτελεί τη λύση εκλογής για την επίτευξη όχι μόνο

μεγαλύτερου μεγέθους, αλλά και μονιμότερης επιμήκυνσης οποιουδήποτε γλοιοελαστικού βιολογικού υλικού (μύες, τένοντες, θύλακας, σύνδεσμοι) (Warren et al. 1971, 1976, Sapaga et al. 1981, Bohannon 1984, Turner and Bandy 1986, Turner et al. 1988, Bonnuti et al. 1994). Αντίθετα, οι διατάσεις διάρκειας κάποιων δευτερολέπτων (στατικές ή PNF), οι οποίες συνήθως εφαρμόζονται κλινικά, αποδίδουν πολύ φτωχότερα και γρήγορα αναστρέψιμα κέρδη σε εκτασιμότητα. Επιπρόσθετα, αν είναι μεγάλης έντασης, είναι πιθανόν να οδηγήσουν ακόμα και σε τραυματισμό των ευαίσθητων μαλακών μοριών (Moore and Hutton 1980, Light et al. 1984, Bohannon 1984, Condon and Hutton 1987, Osternig et al. 1987, 1990, Sullivan et al. 1992, Taylor et al. 1995).

Η εγκυρότητα των παραπάνω συμπερασμάτων για την αξία της ήπιας, παρατεταμένης διάτασης, επιβεβαιώνεται ερευνητικά και στις περιπτώσεις όπου εφαρμόζεται η τεχνική HS. Ενδεικτικά είναι τα αποτελέσματα των

Draper και συνεργατών σε δύο διαδοχικές έρευνες (Draper et al. 2002, 2004).

Στην πρώτη έρευνα (Draper et al. 2002), οι 37 εθελοντές χωρίζονταν σε δύο ερευνητικές ομάδες και μία ομάδα ελέγχου. Τα άτομα και των δύο ερευνητικών ομάδων ακολουθούσαν ένα πενθήμερο διατατικό πρόγραμμα για τους οπίσθιους μηριαίους, το οποίο συνίστατο στην πραγματοποίηση 3 επαναλήψεων στατικής διάτασης των 30 δευτερολέπτων καθημερινά. Η μόνη διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων ήταν ότι οι εθελοντές της 1ης ομάδας, πριν από την πραγματοποίηση των διατάσεων υποβάλλονταν σε προθέρμανση των οπισθίων μηριαίων, μέσω της εφαρμογής διαθερμίας βραχέων κυμάτων για 15 λεπτά (**Εικόνα 4**). Για την εφαρμογή της διαθερμίας επιλέγονταν οι παράμετροι εκείνες, οι οποίες σε προγενέστερες έρευνες είχε βρεθεί ότι προκαλούν σημαντική αύξηση της ενδομυϊκής θερμοκρασίας (Draper et al. 1999, Garrett et al. 2000). Αντίθετα, οι εθελοντές της 2ης ομάδας υποβάλλονταν σε placebo δια-

Εικόνα 5. Παρατεταμένη στατική διάταση των οπισθίων μηριαίων με την βοήθεια συστήματος με τροχαλία και ελεύθερα βάρη (Τροποποιημένο από Draper et al 2004).



Εικόνα 6. Ταυτόχρονη εφαρμογή διαθερμίας (ή placebo) και παρατεταμένης διάτασης για την αύξηση της εκτασιμότητας των οπισθίων μηριαίων (Τροποποιημένο από Draper et al 2004).



θερμία για το ίδιο χρονικό διάστημα. Στο τέλος του πενθήμερου διατατικού προγράμματος και οι δύο ερευνητικές ομάδες παρουσίασαν παρόμοια κέρδη στην ελαστικότητα των οπισθίων μηριαίων, οδηγώντας στο συμπέρασμα ότι η προθέρμανση των μυών πριν την διάτασή τους δεν προσθέτει σημαντικά στην αποτελεσματικότητα της τελευταίας.

Σε μεταγενέστερη προσπάθεια (Draper et al. 2004), οι ερευνητές επιχείρησαν να αξιολογήσουν την συμβολή του είδους της εφαρμοζόμενης διάτασης στο τελικό αποτέλεσμα. Οι 30 εθελοντές χωρίστηκαν πάλι σε δύο ερευνητικές ομάδες και μία ομάδα ελέγχου και υποβάλλονταν στο ίδιο πενθήμερο διατατικό πρόγραμμα που εφαρμόστηκε και στην προηγούμενη έρευνα. Η μοναδική διαφοροποίηση ήταν πως κάθε διατατική συνεδρία

περιελάμβανε μία (1) παρατεταμένη, στατική διάταση των οπισθίων μηριαίων διαρκείας 10 λεπτών (Εικόνα 5), αντί για τις 3 επαναλήψεις των 30 δευτερολέπτων της προηγούμενης έρευνας. Κατά την διάρκεια της διάτασης, οι εθελοντές της μίας ομάδας υποβάλλονταν σε δεκαπεντάλεπτη διαθερμία για προθέρμανση των οπισθίων μηριαίων, ενώ της άλλης μόνο σε placebo διαθερμία (Εικόνα 6).

Η αλλαγή στο διατατικό πρόγραμμα επέφερε δραστικές τροποποιήσεις στα αναφερόμενα αποτελέσματα. Έτσι λοιπόν, αν και οι δύο ερευνητικές ομάδες παρουσίασαν σημαντικά κέρδη στην ελαστικότητα των οπισθίων μηριαίων, οι εθελοντές που υποβάλλονταν σε διαθερμία πριν από την διάταση, εμφάνισαν :

α) Τριπλάσια κέρδη σε ελαστικότητα στο τέλος του 5ήμερου

διατατικού προγράμματος (16° έναντι 5.2° στο τεστ ενεργητικής έκτασης του γόνατος) και

β) Διατήρηση των κερδών για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα: τρεις ημέρες μετά το τέλος του προγράμματος η ομάδα 'Διάταση μόνο' είχε χάσει πάνω από το 60% των κερδών σε ελαστικότητα των οπισθίων μηριαίων, ενώ η ομάδα 'Διαθερμία-Διάταση' είχε απωλέσει μόνο το 12% (Draper et al. 2004).

Εκτός από τους οπίσθιους μηριαίους, η επίδραση που έχει το είδος της εφαρμοζόμενης διάτασης στο τελικό αποτέλεσμα εξετάστηκε και στους μυς της γαστροκνημίας από ένα άλλο δίδυμο ερευνών. Και στην περίπτωση αυτή τα ευρήματα ήταν πολύ χαρακτηριστικά.

Συγκεκριμένα, οι Draper et al. (1998b) εφάρμοσαν σε 40 εθελοντές, χωρισμένους σε δύο ερευνητικές ομάδες, το ίδιο πενθήμερο διατατικό πρόγραμμα για τους πελματιαίους καμπτήρες της ποδοκνημικής. Το πρόγραμμα αυτό περιελάμβανε 8 διατατικές επαναλήψεις των 20 δευτερολέπτων καθημερινά. Η μόνη διαφορά μεταξύ των δύο ερευνητικών ομάδων ήταν πως στην μία (20 άτομα), πριν την πραγματοποίηση των διατάσεων, εφαρμόζονταν υπέρηχοι (3 MHz, 1.5 W/cm²) στην μυοτενόντια ένωση των πελματιαίων καμπτήρων για 7 λεπτά, με σκοπό την αύξηση της ελαστικότητάς τους.

Στο τέλος του πενθήμερου προγράμματος, τόσο η ομάδα 'Υπέρηχοι-Διάταση', όσο και η ομάδα 'Διάταση μόνο' εμφάνισαν εξίσου σημαντικά κέρδη στο εύρος

κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής. Ως επακόλουθο, οι ερευνητές κατέληξαν ότι η προθέρμανση των υπό διάταση μυοτενόντιων συνόλων (γαστροκνήμιος, υποκνημίδιος) δεν συνέβαλε στην μεγένθυση των κερδών σε εύρος κίνησης.

Αντίθετα, σε μεταγενέστερη έρευνα (Peres et al. 2002), η αλλαγή στο είδος της διάτασης που εφαρμόζονταν στους μύς της γαστροκνημίας οδήγησε σε τελείως διαφορετικά συμπεράσματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα της τεχνικής HS. Το διατατικό πρόγραμμα διαρκούσε 6 εβδομάδες (14 συνεδρίες), με επαναξιολόγηση της ελαστικότητας των πελματιαίων καμπτήρων 6 ημέρες μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος. Κάθε διατατική συνεδρία περιελάμβανε μία ήπια, παρατεταμένη διάταση των πελματιαίων καμπτήρων διαρκείας 10 λεπτών, με την βοήθεια συστήματος τροχαλιών και ελευθέρων βαρών (Εικόνα 7). Πριν την πραγματοποίηση της διάτασης, στα άτομα της μίας ερευνητικής ομάδας εφαρμόζονταν διαθερμία βραχέων κυμάτων στην οπίσθια επιφάνεια της γαστροκνημίας για 20 λεπτά, ενώ στα άτομα της άλλης ομάδας placebo διαθερμία για το ίδιο χρονικό διάστημα.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι τα άτομα στο γκρουπ 'Διαθερμία-διάταση' εμφάνισαν σημαντικά μεγαλύτερα κέρδη στο ROM της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής, από τους εθελοντές στην ομάδα 'Διάταση μόνο'. Επίσης, η διατήρηση των κερδών σε ελαστικότητα των πελ-

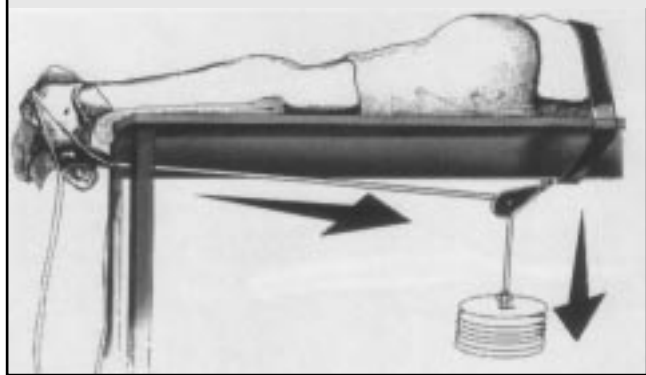
ματιαίων καμπτήρων 6 ημέρες μετά το τέλος του διατατικού προγράμματος ήταν πολύ μεγαλύτερη για τους εθελοντές της ομάδας 'Διαθερμία-διάταση' (Peres et al.

2002). Επομένως, λοιπόν, και τα αποτελέσματα των ερευνών στους μύς της γαστροκνημίας αναδεικνύουν ξεκάθαρα την κρίσιμη συμβολή της διάτασης που επιλέγεται να εφαρμοσθεί στην αποδοτικότητα της τεχνικής HS.

Τέλος, σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξε και η έρευνα των Reed et al. (2000), οι οποίοι επικέντρωσαν το ενδιαφέρον τους -αντί μύων- σε ένα πυκνό κολλαγόνο ιστό, όπως είναι ο έσω πλάγιος σύνδεσμος του γόνατος. Και σε αυτή την περίπτωση ο συνδυασμός προθέρμανσης (υπέρηχοι 3MHz, 1.25 W/cm²) και διάτασης (βλαισόστρες) του συνδέσμου αύξησε σημαντικά περισσότερο την χαλαρότητά του, από ότι η εφαρμογή της διάτασης μόνο. Μάλιστα, στην ομάδα 'Υπερήχων-διάτασης' τα κέρδη σε εκτασιμότητα διατηρούνταν 30 λεπτά μετά, ενώ στα άτομα που είχαν υποβληθεί σε διάταση μόνο είχαν ήδη αναστραφεί. Μεγαλύτερο follow-up δεν υπήρξε (Reed et al. 2000).

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα των παραπάνω ερευνών επιβεβαιώνουν πως όταν η τεχνική HS περιλαμβάνει ήπια στατική

Εικόνα 7. Παρατεταμένη διάταση των μυών της γαστροκνημίας (Τροποποιημένο από Peres et al 2002).



διάταση μακράς διαρκείας των ιστών-στόχων, προκαλεί όχι μόνο μεγαλύτερα άμεσα κέρδη σε ελαστικότητα, αλλά εξασφαλίζει και μεγαλύτερη διατήρηση αυτών των κερδών, σε σχέση με την εφαρμογή της διάτασης μόνο. Αντίθετα, όταν περιλαμβάνει διάταση μικρής διαρκείας (δευτερολέπτων) φαίνεται πως δεν καταφέρνει να ξεπεράσει σε αποτελεσματικότητα την εφαρμογή της διάτασης μόνο.

Από όλα τα παραπάνω, προκύπτει ξεκάθαρα η καταλυτική επίδραση που έχει το είδος της διάτασης των συρρικνωμένων μαλακών μορίων στην αποτελεσματικότητα της τεχνικής HS. Όπως φάνηκε, η επιλογή της κατάλληλης διάτασης είναι αυτή που αξιοποιεί και αναδεικνύει στο έπακρο τα οφέλη της επαρκούς προθέρμανσης και 'ελαστικοποίησης' του βραχυμένου ιστού. Μόνο κάτω από αυτές τις προϋποθέσεις αναδεικνύεται κλινικά η υπεροχή του συνδυασμού 'προθέρμανσης-διάτασης', έναντι της πραγματοποίησης διάτασης μόνο. Παρά το γεγονός ότι απαιτούνται πρόσθετες έρευνες πριν διατυπωθούν ασφαλή συμπεράσματα, οι ενδείξεις μέχρι στιγμής

επιβεβαιώνουν ότι για την απόδοση της τεχνικής HS είναι απαραίτητη η εφαρμογή ήπιας στατικής διάτασης διαρκείας αρκετών λεπτών (τουλάχιστον 10).

Κλείνοντας, επιβάλλεται να υπογραμμισθεί ότι η συμβολή της ήπιας διάτασης μακράς διαρκείας, δεν συνίσταται τόσο στο μέγεθος των κερδών σε εκτασιμότητα που επιτυγχάνει, όσο, πρωτίστως, στην **διάρκεια διατήρησης της επιτευχθείσας επιμήκυνσης**. Η κλινική αξία αυτού του ευρήματος είναι σημαντική αν αναλογισθεί κανείς πως σε βραχύνσεις πυκνών συνδετικών ιστών (σύνδεσμοι, θύλακας, τένοντες), ακόμα και μέσω της τεχνικής HS, τα κέρδη σε εύρος κίνησης ανά θεραπευτική συνεδρία είναι περιορισμένα (λίγες μόνο μοίρες). Το μεγάλο θεραπευτικό όφελος, επομένως, δεν συνίσταται τόσο στην επίτευξη μεγάλων άμεσων κερδών ανά συνεδρία (τα οποία μπορούν να προκαλέσουν ακόμα και τραυματισμό σε ήδη ταλαιπωρημένους ιστούς), όσο στη **διατήρηση** αυτών των κερδών από συνεδρία σε συνεδρία, έτσι ώστε να **αρθροίζονται** και να μεγιστοποιούν το τελικό όφελος στην κινητικότητα της δύσκαμπτης άρθρωσης. Όταν η τεχνική HS εφαρμόζεται με τον σωστό τρόπο φαίνεται πως μπορεί να εξασφαλίσει αυτά τα θεραπευτικά αποτελέσματα.

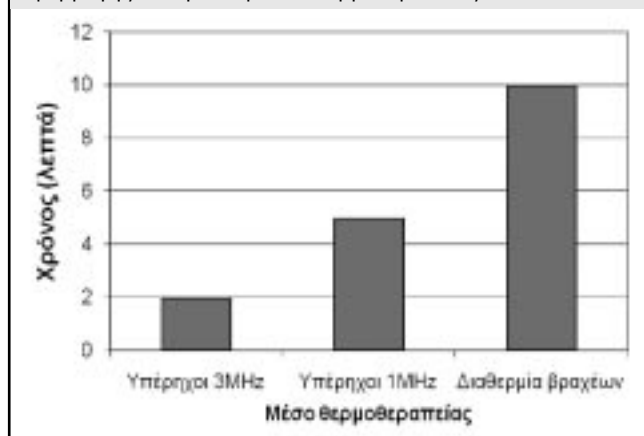
B) Χρονική Αλληλουχία Θεραπειών – Κλινική Εφαρμογή Τεχνικής HS

Όπως προαναφέρθηκε, τα κέρδη σε επιμήκυνση του βραχυμένου ιστού μεγιστοποιούνται όταν η διάτασή του πραγματοποιείται

είναι όσο χρονικό διάστημα η θερμοκρασία του παραμένει σε επίπεδα άνω των $38 - 39^{\circ}\text{C}$. Όταν η θερμοκρασία του ιστού υποχωρήσει κάτω από το 'θεραπευτικό όριο', οι ελαστικές του ιδιότητες επανέρχονται προοδευτικά στο προηγούμενο σκληρότερο επίπεδο και η εφαρμογή του διατατικού φορτίου επιφέρει πολύ φτωχότερα κέρδη σε επιμήκυνση.

Από την άλλη μεριά, in vivo μελέτες έχουν δείξει πως, μετά από εφαρμογή υπερήχων ή διαθερμίας και συνολική αύξηση $6-7^{\circ}\text{C}$ από την αρχική, η θερμοκρασία των ιστών υποχωρεί γρήγορα κάτω από τους 39°C . Συγκεκριμένα, φάνηκε πως απαιτούνται περίπου **2 λεπτά** μετά από εφαρμογή υπερήχων 3 MHz, **λιγότερο από 5 λεπτά** μετά από υπερήχους 1 MHz και περίπου **8-10 λεπτά** όταν έχει προηγηθεί διαθερμία βραχέων κυμάτων (Draper et al. 1995, 1999, Draper & Ricard 1995, Rose et al. 1996, Garrett et al. 2000). Η διαθερμία, επομένως, εκτός του ότι μπορεί να θερμάνει πολύ μεγαλύτερη περιοχή του σώματος εξίσου αποτελεσματικά με τους υπερήχους, επιτρέπει έως και 3 φορές μεγαλύτερη διατήρηση της θερμοκρασίας των ιστών σε 'θεραπευτικά επίπεδα' (Σχήμα 2). Τέλος, παρότι δεν

ΣΧΗΜΑ 2. Διάρκεια διατήρησης της θερμοκρασίας των ιστών σε 'θεραπευτικά επίπεδα' μετά το τέλος της εφαρμογής εντωβάθει μέσω θερμοθεραπείας.



βρέθηκαν σχετικά ερευνητικά στοιχεία, θεωρείται πως τα αντίστοιχα χρονικά περιθώρια είναι ίδια, ή και -πιθανότατα- ακόμα μικρότερα σε περιπτώσεις όπου η θέρμανση των ιστών επιτυγχάνεται με την εφαρμογή επιπολής μέσω θερμοθεραπείας.

Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητό πως αν η διάταση των συρρικνωμένων μαλακών μοριών πραγματοποιηθεί μόλις 10 λεπτά μετά την εφαρμογή της θερμότητας, η ευκαμψία του ιστού που εξασφαλίζεται μέσω της προθέρμανσης θα έχει ήδη χαθεί και η προσπάθεια επιμήκυνσης θα γίνει σε ένα ιστό εξίσου σκληρό και άκαμπτο, όσο και πριν την μεσολάβηση της θερμοθεραπείας. Για παράδειγμα, αν την εφαρμογή υπερήχων ή διαθερμίας ακολουθήσουν άλλα θεραπευτικά μέσα (Laser, Tens, διαδυναμικά, κ.α.), όπως συνήθως συμβαίνει κλινικά, τότε σπαταλώνται τα οφέλη της προθέρμανσης και περιορίζεται δραματικά η αποδοτικότητα της παρέμβασής μας στην κινητικότητα της δύσκαμπτης άρθρωσης.

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, λοιπόν, η αποτελεσματική δράση της τεχνικής HS εξασφαλίζεται μόνο όταν η **διάταση των βραχυμένων ιστών πραγματοποιείται ταυτόχρονα ή αμέσως μετά την προθέρμανσή τους.**

Επομένως, κλινικά, οι διαθέσιμες επιλογές για την εφαρμογή της τεχνικής HS είναι οι δύο παρακάτω:

1. Εφαρμογή διάτασης αμέσως μετά το τέλος της θερμοθεραπείας (πλέον σύνηθες) και
2. Παράλληλη εφαρμογή θερμοθεραπείας και διάτασης

1. Στην περίπτωση που η διάταση εφαρμόζεται αμέσως μετά το τέλος της προθέρμανσης του βραχυμένου ιστού, θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη τα περιορισμένα χρονικά περιθώρια διατήρησης της θέρμανσης, σε σχέση με τη διάρκεια της επερχόμενης διάτασης. Καθώς, λοιπόν, η συνιστώμενη διάρκεια της θεραπευτικής διάτασης είναι τουλάχιστον δεκάλεπτη και η θερμοκρασία των ιστών υποχωρεί κάτω από τους 39°C το πολύ, επίσης, 10 λεπτά μετά το τέλος της θερμοθεραπείας, τότε τα μέγιστα οφέλη από την τεχνική HS επιτυγχάνονται μόνο όταν έχει προηγηθεί διαθερμία βραχέων κυμάτων. Και αυτό διότι μόνο η διαθερμία εξασφαλίζει την διατήρηση της θερμοκρασίας των ιστών για περίπου 10 λεπτά μετά το τέλος της εφαρμογής της, με αποτέλεσμα οι συρρικνωμένοι ιστοί να παραμένουν ελαστικοί σχεδόν καθόλη την διάρκεια της διάτασης.

Αντίθετα, σε περίπτωση που έχουν εφαρμοσθεί υπέρηχοι, ένα μεγάλο μέρος της δεκάλεπτης

διάτασης (από 5 έως και 7 λεπτά ανάλογα με την συχνότητα των υπερήχων που προηγήθηκαν) θα πραγματοποιηθεί πάνω σε ένα ιστό, του οποίου η θερμοκρασία θα έχει υποχωρήσει κάτω από τους 38-39°C, ή -ακόμα περισσότερο- θα έχει πλήρως αναστραφεί. Επομένως, σε ένα ιστό εξίσου σφιχτό και ανελαστικό όσο και πριν την εφαρμογή των υπερήχων. Κάτι ανάλογο αναμένεται να συμβεί και μετά από εφαρμογή διαθερμίας βραχέων, όταν η διάρκεια της εφαρμοζόμενης διάτασης υπερβαίνει τα 10 λεπτά.

Συμπερασματικά, λοιπόν, ακόμα και αν η διάταση εφαρμοσθεί **αμέσως** μετά το τέλος της θερμοθεραπείας, ένα μεγάλο μέρος της θα 'σπαταληθεί' σε έναν ιστό, ο οποίος θα έχει ήδη απωλέσει τα οφέλη της προθέρμανσής του. Αυτό, με τη σειρά του, αναμένεται να περιορίσει δραματικά και την αποτελεσματικότητα της τεχνικής HS. Επιδίωξη του θεραπευτή, λοιπόν, στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να είναι η **καθυστέρωση** της πτώσης της θερμοκρασίας του συρρικνωμένου ιστού, έτσι ώστε η προσπάθεια επιμήκυνσης να τον βρεί όσο το δυνατόν πιο εύκαμπτο και ελαστικό.

Όπως είναι γνωστό, η θερμοκρασία των ιστών ελλατώνεται προοδευτικά λόγω της μεταφοράς θερμότητας προς γειτονικούς πιο ψυχρούς ιστούς, μέσω διάχυσης και της αιματικής ροής. Είναι λογικό, επομένως, να υποθεθεί πως η **συμπληρωματική εφαρμογή ενός θερμού επιθέματος** στην δύσκαμπτη άρθρωση μετά το τέλος της εν τω βάθει θερμοθεραπείας, μπορεί να επιβραδύνει

Εικόνα 8. Εφαρμογή θερμού επιθέματος στο γόνατο μετά το τέλος της εντωβάθειας θερμοθεραπείας για διατήρηση της θερμοκρασίας των υπό διάταση μαλακών μορίων σε υψηλά επίπεδα.



την δράση των φυσιολογικών ψυκτικών μηχανισμών. Κατ' αυτόν τον τρόπο, είναι πιθανόν να διατηρηθεί η θερμοκρασία και ελαστικότητα του υπό διάταση ιστού σε υψηλά επίπεδα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (**Εικόνα 8**).

Μία σχετική μελέτη των Draper et al. (1998a) έδειξε ότι ο συνδυασμός ΘΕ και υπερήχων μπορεί να έχει αρθραιοιστική δράση. Συγκεκριμένα, στην μία ομάδα εθελοντών εφαρμόζονταν ΘΕ στην γαστροκνημία για 15 λεπτά και στη συνέχεια υπέρηχοι (1 MHz, 1.5 W/cm²) για άλλα 10 λεπτά, ενώ στην άλλη ερευνητική ομάδα γίνονταν μόνο εφαρμογή των υπερήχων. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η ενδομυϊκή θερμοκρασία του γαστροκνημίου, σε βάθος τόσο ενός όσο και τριών εκατοστών, αυξήθηκε ελαφρά περισσότερο (περίπου 0.7°C) μετά την συνδυασμένη εφαρμογή ΘΕ και υπερήχων (Draper et al. 1998a). Αν και τα παραπάνω ευρήματα δεν ενισχύουν άμεσα την άποψη ότι η χρήση ΘΕ μετά την εν τω βάθει θερμοθεραπεία μπορεί όντως να επιβραδύνει την απώλεια θερμότητας, αποτελούν μία ένδειξη προς αυτή την κατεύθυνση.

Εικόνα 9. Παράλληλη εφαρμογή υπερήχων στον επιγονατιδικό τένοντα και παρατεταμένης διάτασης για αύξηση του εύρους κίνησης στην κάμψη του γόνατος.



Συνοψίζοντας, λοιπόν, όταν η διάταση των συρρικνωμένων μαλακών μορίων εφαρμόζεται αμέσως μετά το τέλος της θερμοθεραπείας είναι απαραίτητη η προσπάθεια διατήρησης της θερμοκρασίας τους σε 'θεραπευτικά επίπεδα' για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Επειδή, δυστυχώς, η επιτευχθείσα αύξηση, όσο μεγάλη και να είναι, υποχωρεί ραγδαία κάτω από τους 38-39°C, η συμπληρωματική χρήση ΘΕ μπορεί πιθανόν να καθυστερήσει την ψύξη της δύσκαμπτης άρθρωσης και την σκλήρυνση των υπό διάταση μαλακών μορίων. Παρά το γεγονός ότι κάτι τέτοιο δεν έχει επιβεβαιωθεί ερευνητικά, η κλινική χρήση ενός τέτοιου μοντέλου μόνο όφελος –έστω και μικρό– μπορεί να έχει.

2. Στην περίπτωση που η εφαρμογή θερμοθεραπείας και διάτασης γίνονται ταυτόχρονα (**Εικόνα 9**) υπάρχουν, επίσης, σημεία που ο θεραπευτής πρέπει να γνωρίζει προκειμένου να εξασφαλίσει την αποδοτικότερη εφαρμογή της τεχνικής HS.

Συγκεκριμένα, το 'πρόβλημα' στην περίπτωση της παράλληλης εφαρμογής συνίσταται στο ότι **η διάταση του βραχυμένου ιστού ξεκινά προτού ακόμα η θερμοκρασία του αυξηθεί στα επίπεδα εκείνα που εξασφαλίζουν το 'μαλάκωμα' του**. Οφείλει, λοιπόν, ο θεραπευτής να υπολογίσει ότι κατά την αρχική φάση εφαρμογής της τεχνικής HS η αποτελεσματικότητά της θα είναι περιορισμένη, καθώς η διάταση θα εφαρμόζεται σε ένα μη επαρκώς προθερμασμένο και, επομένως, ανελαστικό ιστό.

Η χρονική διάρκεια αυτής της φάσης εξαρτάται, κυρίως, από το μέσο θερμοθεραπείας που έχει προηγηθεί. Έτσι, λοιπόν, ο χρόνος που απαιτείται για να επιτευχθεί αύξηση της θερμοκρασίας κατά 3-4°C μπορεί να κυμαίνεται από **1 με 2 λεπτά** σε περίπτωση εφαρμογής υπερήχων συχνότητας 3MHz, έως τουλάχιστον **8-10 λεπτά** στην πλειονότητα των άλλων μέσων (υπέρηχοι 1MHz, διαθερμία βραχέων, επιπολής μέσα θερμοθεραπείας) (Minton 1993, Draper et al. 1995a, 1998a, 1999, Garrett et al. 2000).

Έτσι, για παράδειγμα, εάν γίνεται παράλληλη εφαρμογή διαθερμίας βραχέων κυμάτων (ή υπερήχων 1 MHz) και διάτασης επί 10 λεπτά, μόνο –ίσως– τα δύο τελευταία λεπτά της διάτασης πραγματοποιούνται επί ενός επαρκούς προθερμασμένου και ελαστικοποιημένου ιστού. Σε περίπτωση, μάλιστα, εφαρμογής μέσων επιπολής θερμοθεραπείας, τα οποία απαιτούν περίπου 15 λεπτά προκειμένου να εξασφαλίσουν επαρκή αύξηση της θερμοκρασίας των ιστών, η

παράλληλη εφαρμογή τους με δεκάλεπτη διάταση θα είναι σαφώς αναποτελεσματική.

Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό, ότι σε περίπτωση ταυτόχρονης εφαρμογής θερμοθότητας και διάτασης στα συρρικνωμένα μαλακά μόρια, η αποτελεσματικότητα της τεχνικής HS επηρεάζεται αρνητικά από το γεγονός ότι ένα μεγάλο μέρος της διάτασης εφαρμόζεται σε ιστούς, οι οποίοι δεν έχουν προλάβει να θερμανθούν ικανοποιητικά. Σε μία τέτοια περίπτωση, ο θεραπευτής θα πρέπει αφενός να γνωρίζει, έστω αδρά, τον χρόνο που χρειάζεται κάθε θερμοθεραπευτικό μέσο για να αυξήσει επαρκώς την θερμοκρασία των ιστών-στόχων. Αφετέρου, να υπολογίζει το χρονικό διάστημα που 'χάνεται' στο αρχικό στάδιο εφαρμογής της τεχνικής και να παρατείνει την εφαρμογή της διάτασης και μετά το τέλος της θερμοθεραπείας. Ο τελικός στόχος θα πρέπει να είναι **η συμπλήρωση περίπου 10 λεπτών 'οφέλιμης' διάτασης** από την στιγμή, δηλαδή, που υπολογίζεται ότι επιτυγχάνεται αύξηση της θερμοκρασίας του βραχυμένου ιστού κατά 3-4°C.

Εφαρμογή ή όχι Πάγου μετά την Διάταση;

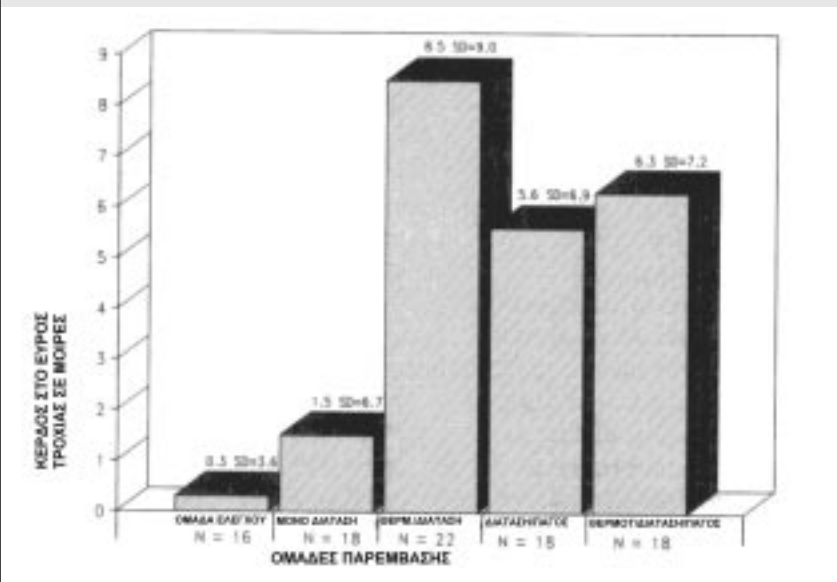
Μία ακόμα δημοφιλής ιδέα, η οποία είχε προκύψει από τις πρώιμες εργαστηριακές έρευνες σε τενόντια παρασκευάσματα, ανέφερε πως η εφαρμογή πάγου αμέσως μετά την προθέρμανση και διάτασή τους έχει σαν αποτέλεσμα την μεγαλύτερη διατήρηση των κερδών σε επιμήκυνση.

Μάλιστα, οι ίδιες έρευνες είχαν καταλήξει πως όταν οι τένοντες ψύχονται ενώ ακόμα διατείνονται, τα κέρδη σε επιμήκυνση και η διατήρησή τους ήταν μεγαλύτερα, σε σχέση με όταν η κρυοθεραπεία εφαρμόζονταν αμέσως μετά την αφαίρεση του διατατικού φορτίου (Lehmann et al. 1970, Warren et al. 1971,1976). Παρά τον σημαντικό πλέον αριθμό διαθέσιμων in vivo ερευνών σχετικά με την αποτελεσματικότητα της τεχνικής HS, το θέμα της αλληλεπίδρασής της με την κρυοθεραπεία ως τελικό της συμπλήρωμα έχει τύχει μικρής προσοχής έως σήμερα.

Έτσι λοιπόν, στην έρευνα των Peres et al (2002), όπου εφαρμόστηκε η τεχνική HS με τον πλέον ενδεδειγμένο κλινικά τρόπο, η εφαρμογή πάγου στην γαστροκνημία των εθελοντών για 5 λεπτά μετά το τέλος της διάτασης δεν μετέβαλε το μέγεθος, ή την διάρκεια διατήρησης των κερδών σε ελαστικότητα των πελματιαίων καμπτήρων. Αντίθετα, τα άτομα στην ομάδα 'Διαθερμία-διάταση-πάγος' εμφάνισαν τόσο μικρότερου μεγέθους κέρδη σε ελαστικότητα αμέσως μετά την ολοκλήρωση του διατατικού προγράμματος, όσο και σημαντικά μικρότερη διατήρησή τους 6 ημέρες μετά, σε σχέση με τα άτομα της ομάδας 'Διαθερμία-διάταση'.

Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν και οι Lentell et al. (1992) στην μελέτη που παρουσιάστηκε αναλυτικά προηγούμενα. Στην έρευνα αυτή, το ψυχρό επίθεμα εφαρμόζονταν στην άρθρωση του ώμου για 15 λεπτά, εκ των οποίων τα πρώτα 5 κατά

ΣΧΗΜΑ 3. Διατήρηση των κερδών σε εύρος κίνησης στην έξω στροφή του ώμου (σε μοίρες \pm SD) τρεις ημέρες μετά την εφαρμογή του διατατικού προγράμματος. Η ομάδα 'θερμό επίθεμα-διάταση' (heat and stretch) παρουσίασε σημαντικά μεγαλύτερη διατήρηση των κερδών, τόσο από την ομάδα 'Διάταση μόνο', όσο και από αυτές που εφαρμόζαν πάγο στο τέλος της διάτασης (Τροποποιημένο από Lentell et al 1992).



την τελική φάση της δεκαπεντάλεπτης διάτασης, και τα υπόλοιπα 10 μετά το τέλος της. Αντίθετα με τα αναμενόμενα, τα άτομα της ομάδας 'ΘΕ - διάταση - πάγος' εμφάνισαν σημαντικά μικρότερη διατήρηση των άμεσων κερδών στην έξω στροφή του ώμου 3 ημέρες μετά, σε σχέση με άτομα που είχαν υποβληθεί μόνο σε θερμοθεραπεία και διάταση. Από την άλλη μεριά, πάλι, από την ίδια μελέτη προέκυψε πως και μόνο η εφαρμογή πάγου μετά την διάταση (ομάδα 'Διάταση-πάγος') εξασφάλισε μεγαλύτερη διατήρηση των άμεσων κερδών σε εύρος κίνησης, από την εφαρμογή της διάτασης μόνο (Σχήμα 3).

Τέλος, στην κλινική μελέτη του Lin (2003), σε 71 ασθενείς με χρόνιο περιορισμό του εύρους κίνησης στο γόνατο, διαπιστώθηκε πως ο θεραπευτικός συνδυασμός θερμού επιθέματος (20

λεπτά) – παρατεταμένης στατικής διάτασης (10 λεπτά) – πάγου (10 λεπτά) παρήγαγε ελαφρώς καλύτερα αποτελέσματα στο εύρος τροχιάς κάμψης του γόνατος, σε σχέση με την εφαρμογή επιθέματος και διάτασης μόνο. Δυστυχώς, η έλλειψη επανεξέτασης μετά το τέλος της διατατικής συνεδρίας, δεν επέτρεψε την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την επίδραση της κρυοθεραπείας στην διατήρηση των άμεσων κερδών σε εύρος κίνησης.

Ανακεφαλαιώνοντας, οι παραπάνω έρευνες δεν αναδεικνύουν κάποια ξεκάθαρη συμβολή της κρυοθεραπείας στην μεγαλύτερη διατήρηση των άμεσων διατατικών κερδών. Παρόλα αυτά, απαιτούνται σαφώς περισσότερες κλινικές έρευνες πάνω στο θέμα πριν από την ασφαλή διατύπωση οποιουδήποτε οριστικού συμπεράσματος. Ακόμα και αν τα

οφέλη της κρυοθεραπείας μετά το τέλος της διάτασης δεν είναι τόσο σίγουρα ή/και θεαματικά σε κλινικό επίπεδο, η χρήση της θα πρέπει να θεωρείται οφέλιμο συμπλήρωμα της τεχνικής HS, τουλάχιστον μέχρι την εμφάνιση νεότερων ερευνητικών δεδομένων.

Αντίθετα, μπορεί κατηγορηματικά να αναφερθεί είναι πως, αν για οποιοδήποτε λόγο (αναλγησία), εφαρμοσθεί πάγος σε μία δύσκαμπτη άρθρωση *πριν από την τεχνική HS*, τα οφέλη της θερμοθεραπείας εξανεμίζονται.

Ενδεικτικά, οι Draper et al. (1995b) συνέκριναν την ενδομυϊκή θερμοκρασία του γαστροκνημίου σε βάθος 5 εκατοστών μετά από δεκάλεπτη εφαρμογή υπερήχων (1MHz, 1.5W/cm²), σε σχέση με άλλη ερευνητική ομάδα όπου εφαρμόζονταν ψυχρό επίθεμα στην γαστροκνημία για 5 λεπτά πριν την πραγματοποίηση των υπερήχων. Οι εθελοντές στους οποίους εφαρμόστηκαν μόνο οι υπέρηχοι κατέγραψαν αύξηση της ενδομυϊκής θερμοκρασίας κατά 4°C, δηλαδή απολύτως ικανοποιητική για να αυξήσει την ελαστικότητα του γαστροκνημίου. Αντίθετα, οι εθελοντές της άλλης ομάδας μετά την εφαρμογή του ψυχρού επιθέματος παρουσίασαν μείωση της ενδομυϊκής θερμοκρασίας κατά 0.5°C, ενώ στη συνέχεια οι υπέρηχοι κατάφεραν να αυξήσουν την θερμοκρασία μόνο κατά 2,3°C (1,8°C καθαρή αύξηση). Μία τέτοια αύξηση είναι, προφανώς, αρκετά χαμηλότερα από το επίπεδο που θα προκαλούσε βελτίωση των ελαστικών ιδιοτήτων του γαστροκνημίου.

Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν και οι Rimington et al. (1994), οι οποίοι κατέγραφαν την θερμοκρασία του γαστροκνημίου σε βάθος 3 εκατοστών, μετά από δεκαπεντάλεπτη εφαρμογή ψυχρού επιθέματος και στην συνέχεια υπερήχων (1MHz, 1.5 W/cm²) για 10 λεπτά. Οι ερευνητές διαπίστωσαν πως, αρχικά, η εφαρμογή του πάγου μείωσε δραματικά την ενδομυϊκή θερμοκρασία (-6°C). Η εφαρμογή των υπερήχων αμέσως μετά απλώς ανέστρεψε την μείωση της θερμοκρασίας του μυός, παρουσιάζοντας και μία υποτυπώδη αύξηση σε σχέση με την αρχική του θερμοκρασία (+1°C). Και στην περίπτωση αυτή, λοιπόν, η εφαρμογή πάγου κατέστησε στην συνέχεια αδύνατη την επαρκή αύξηση της ενδομυϊκής θερμοκρασίας μέσω των υπερήχων.

Όπως προαναφέρθηκε, η μακροχρόνια δύσκαμπτη άρθρωση είναι κατά κανόνα μία 'ψυχρή' άρθρωση χωρίς έντονα σημεία φλεγμονής, όπως θερμότητα, ερυθρότητα, οίδημα και πόνο σε ηρεμία. Ακόμα όμως και στην περίπτωση μιας περισσότερο επώδυνης άρθρωσης, η εφαρμογή ψυχρών επιθέματων με σκοπό την αναλγησία πριν την εκτέλεση της τεχνικής HS, ουσιαστικά εξουδετερώνει την αποτελεσματικότητα της τελευταίας. Και αυτό, διότι στη συνέχεια καθίσταται πρακτικά ανέφικτη η αύξηση της θερμοκρασίας του υπό διάταση ιστού, σε επίπεδα τέτοια που θα βελτιώσουν τις ελαστικές του ιδιότητες. Όταν λοιπόν απαιτείται μείωση της ευαισθησίας στον πόνο, η κρυοθεραπεία επιβάλλεται να υποκα-

τασταθεί από κάποιο από τα διαθέσιμα είδη αναλγητικών ρευμάτων, χωρίς έτσι η δύσκαμπτη άρθρωση και οι γύρω ιστοί να υποστούν μία επιβλαβή μείωση της θερμοκρασίας τους.

Συμπερασματικά, λοιπόν, η κρυοθεραπεία πριν την εφαρμογή του θεραπευτικού σχήματος 'προθέρμανσης-διάτασης', αφενός δεν παρουσιάζει κάποια σημαντική κλινική σκοπιμότητα και αφετέρου εξουδετερώνει τα οφέλη της θερμοθεραπείας στην ελαστικότητα των βραχυμένων ιστών, περιορίζοντας δραματικά την αποδοτικότητα της επερχόμενης διάτασης. Συνεπώς, αν κάπου υπάρχει χώρος για την κρυοθεραπεία στην θεραπευτική αντιμετώπιση μιας δύσκαμπτης άρθρωσης, αυτός βρίσκεται αμέσως μετά το τέλος της διάτασης, όπου οι έστω ισχνές *in vivo* ενδείξεις συγκλίνουν στο ότι πιθανόν να συμβάλλει στην διατήρηση των διατατικών κερδών για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην προσπάθεια για την όσο το δυνατόν καλύτερη θεραπευτική αντιμετώπιση μιας μακροχρόνια δύσκαμπτης άρθρωσης, τα ευρήματα των *in vivo* ερευνών της τελευταίας 15ετίας που παρουσιάστηκαν στην παρούσα ανασκόπηση αποτελούν πολύτιμο οδηγό. Φυσικά, ο δρόμος για περαιτέρω έρευνα είναι μακρύς, καθώς πάντα υπάρχουν ερωτήματα προς απάντηση και σημεία αμφισβήτησης που χρίζουν διαλεύκανσης.

Για παράδειγμα, δεν πρέπει να διαφεύγει της προσοχής μας το γεγονός ότι το σύνολο σχεδόν

των διαθέσιμων ερευνών αφορά *υγιείς εθελοντές* και όχι *ασθενείς* με εγκατεστημένη αρθρική δυσκαμψία, κάτι που ερευνητικά παρουσιάζει τόσο πλεονεκτήματα, όσο και μειονεκτήματα.

Στα *πλεονεκτήματα* προσμετράται το γεγονός πως σε υγιή άτομα απουσιάζουν ο πόνος και ο μυϊκός σπασμός και, επομένως, τα αναφερόμενα κέρδη σε εύρος κίνησης μετά την εφαρμογή της τεχνικής HS αποδίδονται αποκλειστικά και μόνο στην επιτευχθείσα επιμήκυνση των υπό διάταση μαλακών μοριών και όχι σε τυχόν νευροφυσιολογικές προσαρμογές.

Από την άλλη μεριά, ένα βασικό *μειονέκτημα* των ερευνών αυτών αποτελεί το γεγονός ότι ο κολλαγόνος (όσο και ο μυϊκός) ιστός, σε όλα τα ένδο- και περιαρθρικά στοιχεία μιας άρθρωσης με περιορισμό στην κίνησή της, έχει πολύ διαφορετική μορφολογία, όσο και μηχανικές ιδιότητες απ'ότι σε υγιή άτομα. Σε μία δύσκαμπτη άρθρωση, επομένως, το σύνολο των περιαρθρικών μαλακών μοριών εμφανίζουν σημαντικά μειωμένες ελαστικές ιδιότητες. Έτσι, λοιπόν, σε περίπτωση εφαρμογής παρόμοιων διατατικών φορτίων, αναμένεται να προκληθούν τόσο μικρότερα κέρδη σε εύρος κίνησης, όσο και πιθανός τραυματισμός των ιστών σε περίπτωση πιο έντονης κινητοποίησης. Τέλος, οι ασθενείς αυτοί αναμένεται να εμφανίσουν πόνο και προστατευτικό μυϊκό σπασμό στην προσπάθεια κινητοποίησης της άρθρωσης.

Για όλους τους παραπάνω λόγους, ασθενείς με χρόνιο περιο-

ρισμό στην αρθρική κινητικότητα είναι αναμενόμενο να αντιδράσουν και να ανταποκριθούν πολύ διαφορετικά στην εφαρμογή της τεχνικής HS, σε σχέση με τους υγιείς εθελοντές. Επομένως, η διαπιστωμένη αποτελεσματικότητα του θεραπευτικού σχήματος 'προθέρμανσης-διάτασης', όπως προκύπτει από μελέτες σε υγιείς εθελοντές, δεν μπορεί και δεν πρέπει να γενικεύεται με ευκολία, χωρίς προηγούμενα να αξιολογηθεί και να επιβεβαιωθεί μέσα από κλινικές μελέτες σε ασθενείς με εγκατεστημένη αρθρική δυσκαμψία.

Έχοντας τους παραπάνω περιορισμούς υπόψη, το τελικό συμπέρασμα αυτής της ανασκόπησης είναι ότι η τεχνική HS αποτελεί την πλέον ενδεδειγμένη θεραπευτική επιλογή για την αντιμετώπιση αρθρώσεων που παρουσιάζουν μακροχρόνιο περιορισμό της κινητικότητάς τους. Η εφαρμογή θερμότητας στους συρρικνωμένους ιστούς πριν ή κατά την διάρκεια της διάτασής τους αυξάνει σημαντικά τόσο το μέγεθος, όσο -κυρίως- την πλαστικότητα των κερδών σε εύρος κίνησης σε σχέση με την πραγματοποίηση της διάτασης μόνο. Για την εξασφάλιση της μέγιστης αποδοτικότητας, όμως, είναι απαραίτητο να τηρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις :

Α) **Σωστή επιλογή** του θεραπευτικού μέσου που θα εφαρμοσθεί ανάλογα με την *εντόπιση* (επιπολής ή εντωβάθει) και το *μέγεθος* των ιστών που επιθυμούμε να θερμάνουμε. Για παράδειγμα, μπορεί να εφαρμοσθεί ΘΕ για επιφανειακούς ιστούς, υπέρηχοι για εντωβάθει

Εικόνα 10. Η ύπαρξη μεταλλικών εμφυτευμάτων στην δύσκαμπτη άρθρωση επιβάλλει προσεκτική επιλογή του θερμοθεραπευτικού μέσου που θα εφαρμοσθεί.



εντοπισμένους ιστούς και διαθερμία για εντωβάθει ιστούς μεγαλύτερου μεγέθους.

Εξίσου σημαντικό είναι να λαμβάνονται υπόψη και τυχόν άλλοι περιορισμοί, όπως η ύπαρξη μεταλλικών υλικών οστεοσύνθεσης σε περιπτώσεις μετεγχειρητικής δυσκαμψίας (**Εικόνα 10**). Σε μία τέτοια περίπτωση καθίσταται απαγορευτική η χρήση διαθερμίας βραχέων κυμάτων, η οποία είναι πιθανόν να προκαλέσει ανεξέλεγκτη και υπερβολική θέρμανση των υλικών, με επακόλουθο τον σοβαρό τραυματισμό των γειτονικών μαλακών μοριών. Εξίσου δύσκολη είναι στην πλειονότητα αυτών των περιπτώσεων και η χρήση υπερήχων 1 MHz, οι

οποίοι παρά την εντοπισμένη δράση τους εμφανίζουν εξίσου μεγάλο βάθος διείσδυσης με την διαθερμία βραχέων. Έτσι, λοιπόν, σε τέτοιες περιπτώσεις η εναλλακτική χρήση επιπολής θερμότητας, ή υπερήχων συχνότητας 3MHz αποτελούν την λύση εκλογής, η οποία θα επιφέρει επιλεκτική και ασφαλή θέρμανση των επιφανειακότερων ιστών.

Κατ' αυτόν τον τρόπο, είναι πιθανόν να μην επιτυγχάνεται πάντα το βέλτιστο δυνατό αποτέλεσμα, όσον αφορά στην θέρμανση και 'ελαστικοποίηση' μαλακών μορίων που γειτνιάζουν με τα υλικά οστεοσύνθεσης. Σε κάθε περίπτωση, πάντως, σκοπός του θεραπευτή θα πρέπει να είναι η επιλογή εκείνου του μέσου θερμοθεραπείας, το οποίο θα εξασφαλίσει πρωτίστως ασφαλή και στη συνέχεια ικανοποιητική θέρμανση των ιστών. Ακόμα και αν αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει κάποιες φορές να επικεντρωθεί στην θέρμανση περιφερικότερων ή επιφανειακότερων ιστών, που, επίσης, επηρεάζουν την κινητικότητα της δύσκα-

μπτης άρθρωσης.

Β) Σωστή εφαρμογή και δοσολογία (παράμετροι-ένταση-διάρκεια) του θεραπευτικού μέσου που έχει επιλεγεί, έτσι ώστε να επιτευχθεί όσο το δυνατόν γρηγορότερα αύξηση της θερμοκρασίας του ιστού-στόχου μεγαλύτερη των 3-4°C.

Γ) Το πρόγραμμα διάτασης-κινητοποίησης των βραχυμένων ιστών πρέπει να εφαρμόζεται **παράλληλα, ή αμέσως μετά** το τέλος της θερμοθεραπείας, ώστε να εκμεταλλεύεται στο μέγιστο τα οφέλη της τελευταίας. Υπολογίζεται ότι περίπου δέκα λεπτά μετά το τέλος της θερμοθεραπείας η θερμοκρασία των ιστών υποχωρεί κάτω από τους 39°C, οπότε και η ελαστικότητα και ικανότητά τους για επιμήκυνση επανέρχεται στα προηγούμενα χαμηλά τους επίπεδα.

Δ) Το διατατικό πρόγραμμα να περιλαμβάνει **ήπιες διατάσεις παρατεταμένης διάρκειας (τουλάχιστον 10 λεπτών)**, ώστε να εξασφαλισθεί όχι μόνο η μέγιστη δυνατή, αλλά και η μονιμότερη επιμήκυνση των συρρικνωμένων

μαλακών μορίων. Κατ' αυτόν τον τρόπο, τα κέρδη σε εύρος κίνησης της δύσκαμπτης άρθρωσης ανά συνεδρία, θα διατηρούνται και θα αρθροίζονται μέχρι την πλήρη -εί δυνατόν- αποκατάσταση της κινητικότητάς της.

Οι παραπάνω γενικές αρχές αποτελούν τον 'οδηγό', ο οποίος σύμφωνα με τα διαθέσιμα ερευνητικά και κλινικά δεδομένα οδηγεί στο βέλτιστο θεραπευτικό αποτέλεσμα. Πάνω σε αυτές τις βάσεις καλείται ο κάθε θεραπευτής να 'κτίσει' το δικό του πρόγραμμα, προσθέτοντας ή τροποποιώντας κάποια σημεία. Έχοντας ως δεδομένο ότι δεν υπάρχουν ασθένειες αλλά ασθενείς, οι οποίοι αντιδρούν διαφορετικά στην προσέγγισή μας, το τελικό αποτέλεσμα δεν εξαρτάται τόσο από την πιστή εφαρμογή και αναπαραγωγή έτοιμων θεραπευτικών συνταγών, όσο από την εξατομικευμένη και προσαρμοσμένη χρήση επιστημονικά τεκμηριωμένων αρχών στο πρόβλημα του εκάστοτε ασθενούς.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Bohannon RW (1984). Effect of repeated eight-minute loading on the angle of straight-leg-raising. *Physical Therapy* Vol.64 : 491-497.
2. Bonutti PM, Windau JE, Ables BA, Miller BG (1994). Static progressive stretch to re-establish elbow range of motion. *Clinical Orthopaedics and Related Research* No.303 : 128-134.
3. Brooks VB (1986). *The neural basis of motor control*. Oxford University Press, New York.
4. Burke DG, Holt LE, Rasmussen R, Pelham JW (2001). Effects of hot or cold water immersion and modified proprioceptive neuromuscular facilitation flexibility exercise on hamstring length. *Journal of Athletic Training* Vol.36, No.1:16-19.
5. Condon SM, Hutton RS (1987). Soleus muscle electromyographic activity and ankle dorsiflexion range of motion during four stretching procedures. *Physical Therapy* Vol.67, No.1 : 24-30.
6. Cosgray NA, Mestrich JD, Martin SE, Whalen RL (2004). Effect of heat modalities on hamstring length: a comparison of pneumatherm, moist heat pack and a control. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* Vol.34, No.7 : 377-384.
7. Draper DO, Ricard MD (1995). Rate of temperature decay in human muscle following 3MHz ultrasound: the stretching window revealed. *Journal of Athletic Training* Vol.30: 417-421.
8. Draper DO, Castel C, Castel D (1995a). Rate of temperature increase in human muscle during 1 MHz and 3 MHz continuous ultrasound. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* Vol.22, No.4: 142-150.
9. Draper DO, Schulthies S, Sorvisto P, Hautala A (1995b). Temperature changes in deep muscles of humans during ice and ultrasound therapies: An in vivo study. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* Vol.21, No.3: 153-157.
10. Draper DO, Harris ST, Durrant E, Knight KL, Ricard M (1998a). Hot-pack and 1 MHz ultrasound treatments have an additive effect on muscle temperature

- increase. *Journal of Athletic Training* Vol.33:21-24.
11. Draper DO, Anderson C, Schulthies SS, Ricard MD (1998b). Immediate and residual changes in dorsiflexion range of motion using an ultrasound heat and stretch routine. *Journal of Athletic Training* Vol.33, No.2 : 141-144.
 12. Draper DO, Knight K, Fujiwara T, Castel JC (1999). Temperature change in human muscle during and after pulsed short-wave diathermy. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* Vol.29, No.1: 13-22.
 13. Draper DO, Miner L, Knight KL, Ricard MD (2002). The carry-over effects of diathermy and stretching in developing hamstring flexibility. *Journal of Athletic Training* Vol.37, No.1 : 37-42.
 14. Draper DO, Castro JF, Feland B, Schulthies S, Eggett D (2004). Shortwave diathermy and prolonged stretching increase hamstring flexibility more than prolonged stretching alone. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* Vol.34, No.1 : 13-20.
 15. Fischer E, Solomon S (1965). Physiological responses to heat and cold. In: Licht S. *Therapeutic heat and cold*, 2nd Edition. Waverly Press, Baltimore.
 16. Garrett CL, Draper DO, Knight KL (2000). Heat distribution in the lower leg from pulsed short-wave diathermy and ultrasound treatments. *Journal of Athletic Training* Vol.35: 50-55.
 17. Henricson AS, Fredriksson K, Persson I, Pereira R, Westlin N (1984). The effect of heat and stretching on the range of hip motion. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* Vol.6, No.2 : 110-115.
 18. Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM (1991). *Principles of Neural Science*. 3rd Edition , Elsevier, New York.
 19. Knight CA, Rutledge CR, Cox ME, Acosta M, Hall SJ (2001). Effect of superficial heat, deep heat and active exercise warm-up on the extensibility of the plantar flexors. *Physical Therapy* Vol.81, No.6 : 1206-1214.
 20. Kubo K, Kanehisa H, Fukunaga T (2005). Effects of cold and hot water immersion on the mechanical properties of human muscle and tendon in vivo. *Clinical Biomechanics* Vol.20, No.3 : 291-300.
 21. Lehmann JF, Masock AJ, Warren CJ, Koblanski JN (1970). Effect on therapeutic temperatures on tendon extensibility. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. Vol.51:481-487.
 22. Lehmann JF, DeLateur BJ (1990). *Therapeutic heat*. In: Lehmann JF. *Therapeutic heat and cold*, 4th Edition, Williams and Wilkins, Baltimore.
 23. Lentell G, Hetherington T, Eagan J, Morgan M (1992). The use of thermal agents to influence the effectiveness of a low-load prolonged stretch. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* Vol.16:200-207.
 24. Liebesman JL, Cafarelli E (1994). Physiology of range of motion in human joints: A critical review. *Critical Reviews in Physical and Rehabilitation Medicine*. Vol.6, No.2: 131-160.
 25. Light KE, Nuzik S, Personius W, Bastrom A (1984). Low-load prolonged stretch versus high-load brief stretch in treating knee contractures. *Physical Therapy* Vol.64, No.3 : 330-333.
 26. Lin YH (2003). Effects of thermal therapy in improving the passive range of knee motion: comparison of cold and superficial heat applications. *Clinical Rehabilitation* Vol.17 : 618-623.
 27. Melzack R, Wall PD (1965). Pain mechanisms: A new theory. *Science* Vol.150:971-979.
 28. Minton J (1993). A comparison of thermotherapy and cryotherapy in enhancing supine extended-leg hip flexion. *Journal of Athletic Training* Vol.28 : 172-176.
 29. Moore MA, Hutton RS (1980). Electromyographic investigation of muscle stretching techniques. *Medicine and Science in Sports and Exercise* Vol.12 : 322-329.
 30. Osternig LR, Robertson R, Troxel R, Hansen P (1987). Muscle activation during proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques. *American Journal of Physical Medicine* Vol.66, No.5 : 298-307.
 31. Osternig LR, Robertson R, Troxel R, Hansen P (1990). Differential responses to proprioceptive neuromuscular facilitation stretch techniques. *Medicine and Science in Sports and Exercise* Vol.22, No.1 : 106-111.
 32. Peres SE, Draper DO, Knight KL, Ricard MD (2002). Pulsed shortwave diathermy and prolonged long-duration stretching increase dorsiflexion range of motion more than identical stretching without diathermy. *Journal of Athletic Training* Vol.37, No.1: 43-50.
 33. Reed B, Ashikaga T (1997). The effects of heating with ultrasound on knee joint displacement. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* Vol.26:131-137.
 34. Reed BV, Ashikaga T, Fleming BC, Zimny NJ (2000). Effects of ultrasound and stretch on knee ligament extensibility. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* Vol.30, No.6: 341-347.
 35. Rimington SJ, Draper DO, Durrant E, Fellingham G (1994). Temperature changes during ultrasound in the precooled human gastrocnemius muscle. *Journal of Athletic Training* Vol. 29 : 325-327.
 36. Robertson VJ, Ward AR, Jung P (2005). The effect of heat on tissue extensibility: a comparison of deep and superficial heating. *Archives in Physical Medicine and Rehabilitation* Vol.86 : 819-825.
 37. Rose S, Draper DO, Schulthies SS, Durant E (1996). The stretching window part two: rate of thermal decay in deep muscle following 1 MHz ultrasound. *Journal of Athletic Training* Vol.31 : 139-143.
 38. Sapega AA, Quendenfeld TC, Moyer RA, Buttler RA (1981). Biophysical factors in range-of-motion exercise. *The Physician and Sportsmedicine*. Vol.9, No.12: 57-65.
 39. Sawyer PC, Uhl TL, Mattacola CG, Johnson DL, Yates JW (2003). Effects of moist heat on hamstring flexibility and muscle temperature. *Journal of Strength and Conditioning Research* Vol.17, No.2: 285-290.
 40. Sullivan MK, DeJulia JJ, Worell TW (1992). Effect of pelvic position and stretching method on hamstring muscle flexibility. *Medicine and Science in Sports and Exercise* Vol.24, No.12 : 1383-1389.
 41. Taylor DC, Dalton JD, Seaber AV, Garrett WE (1990). Viscoelastic properties of muscle-tendon units. The biomechanical effects of stretching. *American Journal of Sports Medicine* Vol.18, No.3: 300-309.
 42. Taylor BF, Waring CA, Brashear TA (1995). The effects of therapeutic application of heat or cold followed by static stretch on hamstring muscle length. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* Vol.21, No.5 : 283-286.
 43. Turner DA, Bandy WD (1986). Utilization of the Autorange to increase range of motion: a pilot study. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* Vol.7, No.5 : 240-243.
 44. Turner DA, Gossman MR, Nicholson GG, Lemons J (1988). Comparison of cyclic and sustained passive stretching using a mechanical device to increase resting length of hamstring muscles. *Physical Therapy* Vol.68, No.3 : 314-320.
 45. Warren CG, Lehmann JF, Koblanski JN (1971). Elongation of rat tail tendon: effect of load and temperature. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* Vol.52:465-474.
 46. Warren CG (1976). Heat and stretch procedures: An evaluation using rat tail tendon. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* Vol.57: 122-126.
 47. Wessling KC, DeVane DA, Hylton CR (1987). Effects of static stretch versus static stretch and ultrasound combined on triceps surae muscle extensibility in healthy women. *Physical Therapy* Vol.67, No.5 : 674-679.
 48. Wilkinson A (1992). Stretching the truth. A review of the literature on muscle stretching. *Australian Journal of Physiotherapy* Vol.38, No.4 : 283-287.