

# Μυϊκός Πόνος: Το φαινόμενο των Μυοπεριτονιακών Σημείων Πυροδότησης (Myofascial Trigger Points)

**Dr Γεωργούδης Γεώργιος**, PhD, MSc, Φυσικοθεραπευτής, Γ.Π.Ν. «Τζάνειο»,  
Εργαστηριακός Συνεργάτης ΤΕΙ Αθήνας – Τμήμα Φυσικοθεραπείας  
**Τσατσάκος Γεώργιος**, Φυσικοθεραπευτής

*Επικοινωνία: Γεώργιος Γεωργούδης, Τμήμα Φυσικοθεραπείας, Τζάνειο Νοσοκομείο Πειραιά, e-mail: gg@hol.gr*

## ΜΕΡΟΣ 2<sup>ο</sup>:

### Παθοφυσιολογία – Κλινικά Ευρήματα – Εργαστηριακά Ευρήματα

Στο 1<sup>ο</sup> μέρος αυτής της ανασκόπησης παρουσιάστηκε το φαινόμενο των μυοπεριτονιακών σημείων πυροδότησης (myofascial trigger points - MTrPs) που αποτελεί το συχνότερο τύπο μυϊκού πόνου (Τσατσάκος και Γεωργούδης 2003). Λόγω της μεγάλης συχνότητας των μυοπεριτονιακών σημείων πυροδότησης στην καθημερινή πρακτική, τα MTrPs αποκτούν ιδιαίτερη κλινική σημασία και είναι απαραίτητο να κατανοηθεί ο μηχανισμός πρόκλησης, η φυσική

εξέλιξη, οι επιβαρυντικοί παράγοντες, η παθοφυσιολογία, τα κλινικά και εργαστηριακά τους ευρήματα. Έχοντας ήδη αναφερθεί στο 1<sup>ο</sup> μέρος στην κλινική σημασία, τη φυσική τους εξέλιξη και τους επιβαρυντικούς παράγοντες, το 2<sup>ο</sup> μέρος έρχεται να εξετάσει τα υπόλοιπα στοιχεία.

Για τους αναγνώστες που δεν είναι εξοικειωμένοι με την ύλη που διαπραγματεύεται το 1<sup>ο</sup> μέρος συστήνεται η ανάγνωση του πριν το 2<sup>ο</sup> μέρος.

#### ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ MTRPS

Η παθοφυσιολογία των MTrPs είναι ένα πολυσυζητημένο θέμα (Baldry, 1993; Simons, 1996; Nicollet, 1997; Donaldson et al, 1998; Davidoff, 1998; Simons et al, 1999; Baldry, 2001a; Mense & Simons, 2001c). Πολλές θεωρίες έχουν διατυπωθεί για να εξηγήσουν τα κλινικά ευρήματα που σχετίζονται με το φαινόμενο. Τρεις είναι οι επικρατέστερες: 1) η θεωρία της ενεργειακής κρίσης, 2) η θεωρία της μυϊκής ατράκτου και 3) η υπόθεση της τελικής κινητικής πλάκας. Το σύνολο των τριών αυτών θεωριών βασίζεται σε κλινικά, εργαστηριακά και ερευνητικά δεδομένα (Donaldson et al, 1998).

#### Θεωρία ενεργειακής “κρίσης” ή ενεργειακής ένδειας

Η υπόθεση της ενεργειακής κρί-

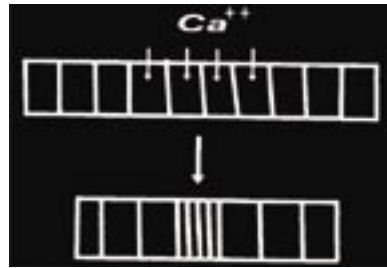
σης αναπτύχθηκε προκειμένου να εξηγήσει την “έν συσπάσει” δεσμίδα μυϊκών ινών (taut muscle band) με χαρακτηριστικά της την έλλειψη EMG δραστηριότητας κατά την ηρεμία και την άμεση θεραπευτική ανταπόκριση σε χειρισμούς που περιλαμβάνουν μυϊκές διατάσεις (Simons, 1996).

Η εμφάνιση ενός MTrP μπορεί να οφείλεται σε οξύ τραυματισμό ή σε επαναλαμβανόμενο χρόνιο μικροτραύμα (π.χ. υπέρχρηση - overuse) το οποίο είναι ικανό να προκαλέσει βλάβη στο σαρκοπλασματικό δίκτυο της μυϊκής ίνας. Η παρουσία τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP), σε ένα τέτοιο μικρο- ή μακρο-τραυματισμό είναι πιθανόν να οδηγήσει στην ενδοκυττάρια έκλυση ελεύθερων ιόντων ασβεστίου με συνέπεια τη σύσπαση. Το αποτέλεσμα της ενεργοποίησης του μηχανισμού σύ-

ζευξης της ακτινομουσίνης μπορεί να οδηγήσει στον σχηματισμό μιας “έν συσπάσει” ομάδας μυϊκών ινών (Εικόνα 1). Η δραστηριότητα αυτής της σύσπασης μπορεί περαιτέρω να επιτείνει τον μεταβολισμό, γεγονός που θα μπορούσε να οδηγήσει στη συσσώρευση ουσιών-μεταβολιτών, όπως σεροτονίνης, ισταμίνης, κινίνης, γαλακτικού οξέος και προσταγλανδίνης. Το PH μπορεί επίσης να αυξηθεί, προκαλώντας τον ερεθισμό των μυϊκών αλγούποδοχέων (ομάδες III και IV) και κατά συνέπεια τοπικό και αναφερόμενο πόνο (Mense & Simons, 2001a). Η ευαισθητοποίηση (peripheral sensitization) των νευρικών απολήξεων (ομάδες III και IV) θα μπορούσε να είναι κύρια υπεύθυνη για τα κλινικά χαρακτηριστικά της αυτόματης τοπικής αντανακλαστικής μυϊκής σύσπασης, της φωνη-

τικής (λεκτική) αντίδρασης και της σωματικής αντίδρασης (jump sign) εκ μέρους του ασθενή, όπως αυτά περιγράφονται στη συνέχεια (Mense & Simons, 2001a). Οι παρατεταμένες συσπάσεις του μυός μπορούν επίσης να επιφέρουν μείωση της ροής του αίματος (ισχαιμία) στην περιοχή που εδρεύουν τα MTrPs (Lindman et al, 1995), με αποτέλεσμα να ελαχιστοποιείται η αποτελεσματικότητα της αντλίας ασβεστίου. Έτσι, είναι δυνατόν να δημιουργηθεί ένας φαύλος κύκλος, με τα σαρκομέρια να βραχύνονται εξαιτίας της έλλειψης ATP και της αυξημένης παρουσίας ασβεστίου, το οποίο δεν μπορεί να αποθηκευτεί εξαιτίας της αναποτελεσματικής αντλίας του. Αυτό το σενάριο μπορεί να αλλάξει διατείνοντας το σαρκομέριο και επαναφέροντας τον μυ στο φυσιολογικό του μήκος. Έτσι, ο φαύλος κύκλος «σπάει» και μπορεί να εξηγηθεί η θεραπευτική επίδραση κάθε μορφής θεραπείας που περιλαμβάνει διάταση του μυός, παρόλο που αρχικά μια τέτοια διάταση μπορεί να είναι επώδυνη (Simons & Travell, 1981).

Η παραπάνω υπόθεση έχει υποστηριχθεί και από άλλες μελέτες που έδειξαν έλλειψη οξυγόνου σε περιοχές με MTrP (Lund et al, 1986) και σημαντική μείωση των υψηλής ενέργειας φωσφατασών (ATP) σε συνδυασμό με την αύξηση φωσφατασών χαμηλής ενέργειας (ADP, AMP) καθώς και έλλειψη κρεατινών στα σημεία πυροδότησης του μυός (Bengtsson et al, 1986b). Η παραπάνω θεωρία της έλλειψης ενέργειας παραμένει σήμερα εν ισχύ, παρότι στο παρελθόν υπήρξε ασθενής αντίλογος (Quintner & Cohen, 1994; Bohr, 1996; Aronoff, 1998).



**Εικόνα 1.** Η ελευθέρωση ιόντων ασβεστίου από το σαρκοπλασματικό δίκτυο αποτελεί βασικό στοιχείο στη δημιουργία της “εν συσπάσει” μυϊκής δεσμίδας (taut muscle band)

### Υπόθεση της μυϊκής ατράκτου

Το 1993, οι Hubbard και Berkoff, σε μελέτη τους κατέγραψαν μια παρατεταμένη αυτόματη ηλεκτρική δραστηριότητα εντοπιζόμενη σε ακτίνα 1-2 mm από την ενεργή περιοχή ενός MTrP. Βασισμένοι στο γεγονός ότι αυτή η EMG δραστηριότητα δεν εντοπιζόταν με ακρίβεια ούτε είχε την ανάλογη κυματομορφή για δραστηριότητα κινητικής πλάκας, θεώρησαν ότι αυτή η ηλεκτρική δραστηριότητα προέρχεται από τον ερεθισμό των εσωκαψικών μυϊκών ινών που ελέγχονται από το συμπαθητικό ΝΣ (Hubbard & Berkoff, 1993). Έτσι, μια επώδυνη μυϊκή σύσπαση μπορεί να εξελιχθεί σε παρατεταμένη και χρόνια σύσπαση, εξαιτίας της διάτασης, της παραμόρφωσης ή/και της χημικής ευαισθητοποίησης της μυϊκής ατράκτου (Hubbard & Berkoff, 1993). Κατ’ αυτόν τον τρόπο τα συμπτώματα του αυτόνομου ΝΣ εξηγούνται και συσχετίζονται με την παρουσία των MTrPs. Η ισχύς αυτού του μοντέλου υποστηρίζεται από το γεγονός ότι η EMG δραστηριότητα των MTrPs αναστέλλεται με την χορήγηση φεντολαμίνης, μιας ουσίας που μπλοκάρει τη δράση του συμπαθητικού ΝΣ (Chen et al, 1998),

υποδεικνύοντας πως η EMG δραστηριότητα δεν μπορεί να σχετίζεται με τους φυσιολογικούς άλφα-κινητικούς νευρώνες (Gerwin, 1994). Η συνεισφορά αυτού του μοντέλου στην παθοφυσιολογία των MTrPs έχει γίνει αποδεκτή από μεγάλη μερίδα της επιστημονικής κοινότητας, παρόλο που ένας αριθμός ερευνητών υποστηρίζει ότι η πρωταρχική πηγή δυσλειτουργίας είναι εξ’ ολοκλήρου η τελική κινητική πλάκα (εξωκαψικές ίνες) και όχι η μυϊκή άτρακτος (ενδοκαψικές ίνες) (Gerwin, 1994; Simons, 1996; Hong & Simons, 1998; Mense & Simons, 2001b).

### Η θεωρία της τελικής κινητικής πλάκας

Το 1955, ο Jones και οι συνεργάτες του μετρώντας την ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα της τελικής κινητικής πλάκας παρατήρησαν μια χαμηλού εύρους αποφόρτιση, παρόμοιας μορφής με αυτή, που κατέγραψαν αργότερα οι Hubbard και Berkoff (1993), η οποία εντοπιζόταν σε μια μικρή περιοχή εξωκαψικών μυϊκών ινών. Επίσης ανέφεραν ότι η απονεύρωση αυτών των ινών κατάργησε την EMG δραστηριότητα μέσα σε 24 ώρες, ενώ η εισαγωγή της βελόνας σε αυτή τη περιοχή σχετιζόταν με οξύ πόνο και αυτόματη τοπική αντανακλαστική μυϊκή σύσπαση (Jones et al, 1955). Κρίνοντας από τα παραπάνω, είναι εξαιρετικά πιθανό ότι ο Jones και οι συνεργάτες του εισήγαγαν τη βελόνα σε ένα MTrP. Ωστόσο δεν μπόρεσαν να εντοπίσουν μυϊκές ατράκτους κοντά στην άκρη της βελόνας. Έτσι προκύπτει το ερώτημα για το αν η EMG δραστηριότητα που περιγράφηκε προηγουμένως προ-

έρχεται από τις εσωκαψικές ίνες, ή απεικονίζει την αποφόρτιση εξωκαψικών ινών (δραστικότητα τελικής κινητικής πλάκας) (Gerwin, 1994).

Μια παρόμοια άποψη διατυπώθηκε από τον Simons (1996a), ο οποίος παρατήρησε την EMG δραστηριότητα της τελικής κινητικής πλάκας μετά την προσυναπτική απελευθέρωση ακετυλοχολίνης εξαιτίας μέτριας μηχανικής πίεσης. Υποστήριξε ότι η αυτόματη αυτή ηλεκτρική δραστηριότητα (Spontaneous Electrical Activity - SEA) από τα MTrP προέρχεται πιθανόν από τις εξωκαψικές ίνες (Simons, 1996). Για να υποστηρίξει αυτή την άποψη του στηρίχθηκε: 1. Στο ότι η EMG δραστηριότητα καταγράφεται κατ' ελάχιστο για 2.6 cm κατά μήκος της ψηλαφητής συσπασμένης ομάδας μυϊκών ινών, που είναι μια απόσταση κατά πολύ μεγαλύτερη από το μέγεθος μιας μυϊκής ατράκτου που το μέγιστο μήκος της μπορεί να φτάνει το 1 cm (Simons et al, 1995b), 2. Στην ομοιότητα της κυματομορφής της SEA στις τελικές κινητικές πλάκες, με την EMG που καταγράφεται με αύξηση της απελευθέρωσης της ακετυλοχολίνης (Liley, 1956), και 3. Στην κλινική αποτελεσματικότητα της έγχυσης αλλαντικής τοξίνης (botulinum toxin) στην τελική κινητική πλάκα στα MTrPs (Cheshire et al, 1994; Wheeler et al, 1998; Argoff, 2002; Kuan et al, 2002).

Η υπόθεση της προέλευσης της αυτόματης ηλεκτρικής δραστηριότητας (SEA) από τις εξωκαψικές ίνες (τελικές κινητικές πλάκες), έχει γίνει αποδεκτή από την επιστημονική κοινότητα και ενισχύεται από σύγχρονες μελέτες (Hong & Simons, 1998; Rivner, 2001; Borg-Stein & Simons, 2002; Simons et al, 2002).

Συμπερασματικά, κάθε μία από τις τρεις θεωρίες εξηγεί διαφορετικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τα MTrPs. Αυτό έχει οδηγήσει στο να θεωρούνται συμπληρωματικές ουσιαστικά οι τρεις θεωρίες μεταξύ τους για την συνολική εξήγηση του φαινομένου των MTrP (Donaldson et al, 1998; Ernberg, 2002).

### ΚΛΙΝΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ

Η διάγνωση των σημείων πυροδότησης (MTrPs) εξαρτάται ιδιαίτερα από το ιστορικό και από τη φυσική εξέταση. Τα εργαστηριακά ευρήματα μπορεί να συντελούν στη διάγνωση των MTrPs και κατ' επέκταση και στη θεραπεία τους. Ωστόσο η διαγνωστική χρησιμότητα των κλινικών χαρακτηριστικών ή του συνδυασμού τους παραμένει μέγιστη (Mense & Simons, 2001c). Παρακάτω θα αναλυθεί η φύση των κλινικών χαρακτηριστικών των MTrPs και αμέσως μετά θα εξεταστεί η διαγνωστική ικανότητά τους, ενώ θα εξεταστούν και οι μεταξύ τους σχέσεις.

Τα κλινικά χαρακτηριστικά των MTrPs περιλαμβάνουν συνδυασμό αισθητικών, κινητικών και αυτόνομων στοιχείων (Travell & Simons, 1983). Αναλυτική περιγραφή τους ακολουθεί:

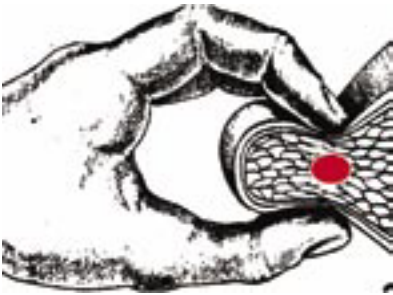
#### **Ιστορικό αυτόματου τοπικού πόνου σχετιζόμενο με οξεία καταπόνηση ή με χρόνια επαναλαμβανόμενη υπέρχρηση των μυών**

Οι ασθενείς συχνά αναφέρουν ιστορικό υπέρχρησης ή “καταπόνησης” ενός μυός, λόγω κάποιας συγκεκριμένης εργασίας, πριν την εγκατάσταση των συμπτωμάτων. Τα ήπια συμπτώματα σχετίζονται συνήθως με την ύπαρξη λανθανόντων

MTrPs, τα οποία δεν προκαλούν αυτόματο πόνο αλλά είναι δυνατό να προκαλέσουν λειτουργικούς περιορισμούς και αμβλύ πόνο μετά από μηχανικό ερεθισμό τους. Τα έντονα συμπτώματα σχετίζονται με τα ενεργά MTrPs, τα οποία παρουσιάζουν επιπλέον διακοπτόμενο ή και συνεχή πόνο ακόμα και κατά την ηρεμία (Kraus & Fischer, 1991; Vecchiet et al, 1991). Η ακριβής περιοχή αναφοράς του πόνου που περιγράφεται από τους ασθενείς είναι ένα από τα σημαντικά στοιχεία στην εντόπιση του πάσχοντος μυός. Η αναγνώριση μιας χαρακτηριστικής κατανομής του πόνου (muscle pain pattern), όπως αυτό περιγράφεται στη βιβλιογραφία, αποτελεί θεμελιώδες στοιχείο για τη διάγνωση και θεραπεία των σημείων πυροδότησης (Kellgren, 1938; Travell & Simons, 1983; Baldry, 1993).

#### **Ψηλαφητή “εν συσπάσει” ομάδα μυϊκών ινών (Taut muscle band)**

Ψηλαφώντας κατά μήκος της κατεύθυνσης των μυϊκών ινών των επιφανειακών μυών, ο εξεταστής μπορεί να αισθανθεί μία ομάδα ινών σαν “σχοινί” και ένα ιδιαίτερα ευαίσθητο σημείο σαν “κόμπο”, μέσα σε αυτή την ομάδα (Εικόνα 2). Η “σχοινοειδής” αυτή σκλήρυνση μπορεί να επεκτείνεται από τον “κόμπο” μέχρι την κατάφυση των μυϊκών ινών που εμπλέκονται. Η “εν συσπάσει” ομάδα ινών μπορεί να εντοπιστεί κατά τη ψηλάφηση ή να αναπαραχθεί με μηχανικό ερεθισμό (π.χ. βελονισμό) (Murphy, 1989; Baldry, 2001b). Μια αποτελεσματική θεραπευτική “απενεργοποίηση” ενός MTrPs καθιστά την “εν συσπάσει” περιοχή λιγότερο ευαίσθητη ή ακόμα και φυσιολογική (Hong, 1994a).



Εικόνα 2. Χαρακτηριστικός τύπος ψηλάφησης (pinch palpation) προκειμένου να εντοπισθούν κάποια MTTrPs

### Σημείο μέγιστης τοπικής ευαισθησίας – σωματική και φωνητική, λεκτική αντίδραση

Ο εξεταστής ψηλαφώντας κατά μήκος της “εν συσπάσει” ομάδα ινών εντοπίζει τα σαφή όριά της, την αυξημένη ευαισθησία στην πίεση και τη “σκληρότητα”, η οποία αποτελεί χαρακτηριστικό κλινικό εύρημα των MTTrP (Mense & Simons, 2001c) (Εικόνα 3). Αυτές οι “εν συσπάσει” δεσμίδες μυϊκών ινών υποδηλώνουν την ευαισθητοποίηση των υποδοχέων και τη δυσλειτουργία της τελικής κινητικής πλάκας· αποτελούν δε, την αιτία του μυοπεριτονιακού πόνου

τόσο σε ενεργό όσο και σε λανθάνον στάδιο (Simons, 1996; Simons et al, 1999; Baldry, 2001b). Πειραματικές μελέτες έχουν δείξει ότι ένα MTTrP αποτελείται ουσιαστικά από πολλές μικρότερες ενεργές περιοχές (myofascial trigger loci) (Roy et al, 1995; Simons, 1996). Όσο περισσότερες μικρές ενεργές περιοχές υπάρχουν σε ένα MTTrP τόσο πιο ενεργό-συμπτωματικό θεωρείται αυτό (Simons et al, 1999). Η μηχανική πίεση των ενεργών αυτών μικρών περιοχών προκαλεί στον ασθενή μια αντανακλαστική υποχώρηση ή αλλιώς μια αντίδραση αποφυγής (jump sign), ενώ άλλες φορές μπορεί να υπάρξει και φωνητική-λεκτική αντίδραση (κραυγή ή/και μορφασμοί) (Baldry, 2001b).



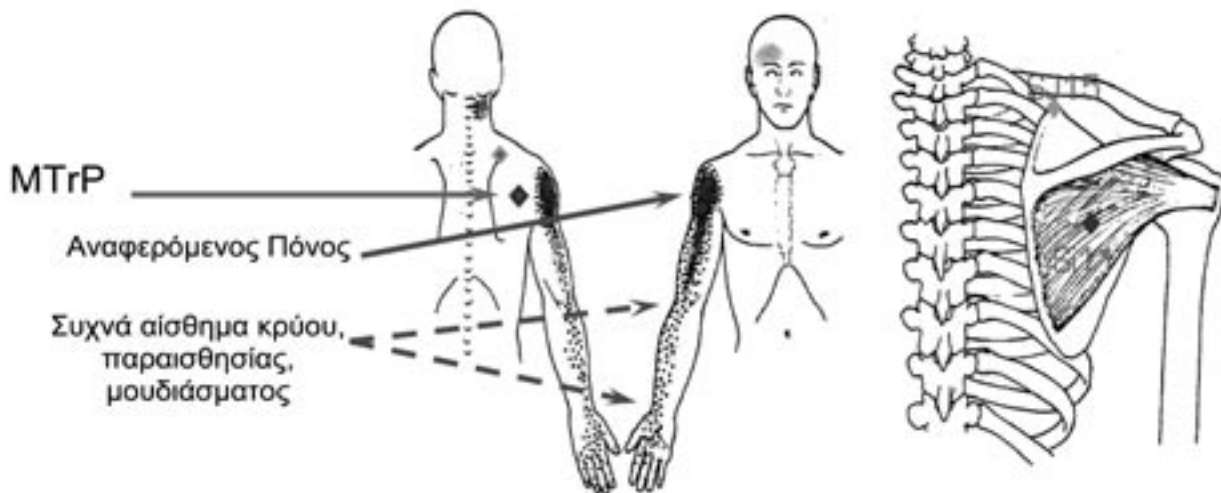
Εικόνα 3. Η άμεση πίεση ενός MTTrP προκαλεί τον πόνο του ασθενή συχνά με ακριβή περιγραφή του.

### Αναπαραγωγή του πόνου και αναγνώρισή του από τον ασθενή

Η δακτυλική πίεση ή ο ερεθισμός με βελόνα ενός ενεργού MTTrP, μπορεί να αναπαράγει μέρος ή όλο τον πόνο του ασθενή, όπως περιγράφηκε και προηγούμενα. Ο ασθενής αναγνωρίζει ότι ο πόνος που προκαλείται είναι ίδιος με αυτόν που τον ταλαιπωρεί. Αυτό το εύρημα αφορά εξ'ορισμού τα ενεργά MTTrPs.

### Αναφερόμενος πόνος

Κάθε σημείο πυροδότησης που βρίσκεται σε ενεργό ή σε λανθάνον στάδιο μπορεί να προκαλέσει αναφερόμενο πόνο χαρακτηριστικής μορφής (muscle pain pattern) (Kellgren, 1938; Baldry, 1993; Hong et al, 1996; Simons et al, 1999) (Εικόνα 4). Ένας μεγάλος αριθμός μελετών έχουν αποσαφηνίσει το μηχανισμό πρόκλησης αναφερόμενου πόνου από το μυϊκό σύστημα (Kellgren, 1938; Vecchiet et al, 1988; Graven-Nielsen et al, 1997; Arendt-Nielsen et al, 1997; Leffler et al, 2000). Ο κάθε μυς μετά από ερεθισμό του – ή αυτόματα στην περίπτωση των ενεργών σημείων πυροδότησης

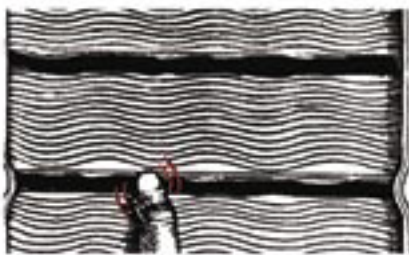


Εικόνα 4. Παράδειγμα ενός σημείου πυροδότησης με εκδήλωση συμπτωμάτων τόσο από το σωματικό όσο και το αυτόνομο ΝΣ

σης – ακτινοβολεί συγκεκριμένη και τοπογραφικά χαρακτηριστική μορφή αναφερόμενου πόνου. Μια πρώτη συστηματική συλλογή τέτοιων δεδομένων έγινε από τους Travell & Simons (1983). Αργότερα, άλλες μελέτες δημοσίευσαν παρόμοιο υλικό (Baldry, 1993; Rachlin, 1994; McCain, 1994; Baldry, 2001a). Μια εξαιρετική ανασκόπηση της νευροφυσιολογίας του αναφερόμενου μυϊκού πόνου έχει πρόσφατα δημοσιευθεί, αναθεωρώντας και εκσυγχρονίζοντας τις ήδη υπάρχουσες αντιλήψεις (Mense & Simons, 2001d).

### **Τοπική Αντανακλαστική Σύσπαση-Αντίδραση (ΤΑΣ)**

Έχει παρατηρηθεί ότι όταν ένα σημείο πυροδότησης ερεθιστεί μηχανικά (π.χ. ψηλάφηση ή ερεθισμός με βελόνα) μπορεί να προκαλέσει μια τοπική αντίδραση μυϊκής σύσπασης (ΤΑΣ) (Local Twitch Response – LTR) (Εικόνα 5). Η ΤΑΣ είναι μία στιγμιαία σύσπαση των μυϊκών ινών της περιοχής του ΜΤrP και θεωρείται ως ένα πολύτιμο χαρακτηριστικό στη διάγνωση των ΜΤrPs (Fricton et al, 1985; Chu, 1998). Απαιτείται δεξιότητα στην έκλυση της (Simons & Travell, 1983a; Baldry, 2001b). Οι ΤΑΣ τόσο στους ανθρώπους όσο και στα ζώα (Hong & Torigoe, 1994) σχετίζονται με στιγμιαία “έκρηξη” της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας (Dexter & Simons, 1981; Fricton et al, 1985), που είναι σαφώς διαφορετική από άλλες γνωστές δραστηριότητες, όπως π.χ. την έκλυση τενόντιων αντανακλαστικών (Travell & Simons, 1983). Περισσότερα ηλεκτρομυογραφικά στοιχεία της ΤΑΣ θα παρουσιασθούν στα Εργαστηριακά ευρήματα – EMG δραστηριότητα των ΜΤrPs.



**Εικόνα 5. Ο μηχανικός ερεθισμός μέσω ψηλάφησης ή και με τη χρήση βελόνας προκαλεί την τοπική αντανακλαστική σύσπαση (ΤΑΣ).**

### **Επώδυνος περιορισμός εύρους κίνησης**

Ένα άλλο χαρακτηριστικό τόσο των λανθανόντων όσο και των ενεργών ΜΤrP είναι ο περιορισμός του εύρους κίνησης μιας άρθρωσης, λόγω του πόνου που προκαλείται από οποιοδήποτε είδος διάτασης του προσβληθέντος από ΜΤrPs μύος (Macdonald, 1980). Η διάταση του μύος κατά τη διάρκεια μιας φυσιολογικής κίνησης μπορεί να προκαλέσει ιδιαίτερα οξύ πόνο πιθανώς γιατί κάποιες μυϊκές ίνες μπορεί να βρίσκονται ήδη σε αυξημένη τάση (Simons et al, 1999), είτε ο μύς να έχει βραχυνθεί (Diener, 1998), είτε λόγω της “ενθεσοπάθειας” (πόνος και φλεγμονή στη μυοτενόντια ένωση) στην τελική σύνδεση των “εν συσπάσει” μυϊκών ινών (Baldry, 2001b). Ο περιορισμός του εύρους κίνησης ποικίλει στη κλινική πράξη ανάλογα τον μυ. Για παράδειγμα, στον υποπλάτιο μυ σημειώνεται συχνότερα απ’ ότι στον πλατύ ραχιαίο (Simons & Travell, 1983b). Ωστόσο δεν έχουν γίνει συστηματικές μελέτες για να εκτιμηθεί επακριβώς ο βαθμός του περιορισμού του εύρους κίνησης (Simons, 2000).

### **Μυϊκές δυσλειτουργίες**

**Α. Μυϊκή αδυναμία – αναχαίτιση δράσης:** Ασθενείς με σημεία πυροδό-

τησης συχνά παραπονούνται ότι δυσκολεύονται να εκτελέσουν συγκεκριμένες κινήσεις εξαιτίας της δυσκολίας να ενεργοποιήσουν έντονα τον πάσχοντα μυ σε σχέση με τον αντίστοιχο υγίη μυ της άλλης πλευράς (Simons et al, 1999; Baldry, 2001a). Η αναφερόμενη από τον ασθενή μυϊκή αδυναμία ίσως είναι το έμμεσο αποτέλεσμα ενός κεντρικού φαινομένου αναχαίτισης της μυϊκής δράσης που οφείλεται στον επώδυνο μηχανισμό παθογένειας των ΜΤrPs (Mense & Simons, 2001b). Έχουν αναφερθεί παραδείγματα μυών όπου κατά τη διάρκεια ισομετρικής συστολής παράγαν φυσιολογική μυϊκή δύναμη, ενώ όταν η κίνηση γινόταν σε συγκεκριμένη τροχιά όπου ερεθιζόταν το ΜΤrP, ήταν σαφώς μειωμένη σε σχέση με τα αναμενόμενα (Macdonald, 1980; Headley, 1993).

**Β. Αυξημένη μυϊκή κόπωση-καθυστερημένη ανάκτηση δύναμης και χαλάρωση:** Έχει καταγραφεί ότι οι μύες που εμφανίζουν ΜΤrPs παρουσιάζουν αυξημένη EMG και μυϊκή κόπωση σε σύγκριση με τις αντίστοιχες μυϊκές ομάδες στην αντίθετη πλευρά του σώματος (Hagberg & Kvarnstrom, 1984). Κάποιοι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι υπάρχει μια γραμμική σχέση μεταξύ της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας των μυών που εκδηλώνουν ΜΤrPs και της αντοχής τους (Mannion & Dolan, 1996). Επιπλέον έχει αναφερθεί ότι οι μύες με ΜΤrPs εμφανίζουν καθυστερημένη ανάκτηση δύναμης και χαλάρωση μετά από εφαρμογή πρωτοκόλλων αντοχής (Headley, 1997). Συγκεκριμένα, οι μύες με ΜΤrPs χρειάζονται περίπου 7 λεπτά για την ελάχιστη ανάκτηση δύναμης, ενώ σε φυσιολογικούς μύς η ανάκτηση δύναμης έχει φτάσει στο



70-90% κατά το πρώτο κιάλας λεπτό (Headley, 1997). Περαιτέρω στοιχεία αναφέρονται στην προαναφερθείσα βιβλιογραφία.

*Γ. Επώδυνη μυϊκή σύσπαση:* Όταν ένας μυς με σημεία πυροδότησης καταβάλλει έντονη προσπάθεια, ειδικά από θέση βράχυνσης, είναι δυνατό να προκαλέσει πόνο στον ασθενή (Macdonald, 1980). Αυτό οφείλεται πιθανόν στη μέγιστη και βίαιη βράχυνση των σαρκομερίων της “εν συσπάσει” περιοχής (ενεργή περιοχή), έχοντας σαν αποτέλεσμα την σύνθλιψη των ΜΤrPs, εμφανίζοντας τοπικό ή αναφερόμενο μυϊκό πόνο (Simons et al, 1999; Mense & Simons, 2001a).

*Δ. Αυξημένη αντίδραση κατά την εκούσια σύσπαση:* Άλλο χαρακτηριστικό των μυών με ΜΤrPs είναι ότι παρόλο που δεν εμφανίζουν ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα κατά την ηρεμία τείνουν να “υπεραντιδρούν” κατά την κίνηση-δραστηριότητα (αυξημένη ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα) (Donaldson et al, 1994; 1998). Για παράδειγμα, η EMG δραστηριότητα κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης δραστηριότητας των μυών με ΜΤrPs καταγράφηκε αυξημένη κατά 20% σε σχέση με τους αντίστοιχους μυς της αντίθετης πλευράς (Donaldson et al, 1994).

### **Φαινόμενα από το Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα**

Οι διαταραχές στις λειτουργίες του αυτόνομου νευρικού συστήματος (ΑΝΣ) αποτελούν ένα τεκμηριωμένο φαινόμενο της παθολογίας των ΜΤrPs (Travell & Simons, 1983; Perry et al, 1989; Banks et al, 1998; Chen et al, 1998; Raphael et al, 2000; Delaney et al, 2002). Μεταξύ των εκδηλώσεων του αυτόνομου

ΝΣ που έχουν αναφερθεί είναι: οι μεταβολές στην αγγειοκινητική δραστηριότητα - ισχαιμία (Sola & Williams, 1956), η υποθερμία περιφερικά του ΜΤrP (Baldry, 2001b), η τοπική υπερθερμία στο υπερκείμενο δέρμα (Han & Harrison, 1997), η μειωμένη ηλεκτρική αγωγιμότητα του δέρματος πάνω από το ΜΤrP (Sola & Williams, 1956), αλλά και η παραγωγή δακρύων όταν το ΜΤrP εντοπίζεται σε κάποιους μυς της κεφαλής ή του προσώπου (Simons et al, 1999). Επιπλέον μεταβολές στον καρδιακό ρυθμό, στο μέγεθος της κόρης του ματιού και σε άλλες λειτουργίες του αυτόνομου μπορούν να εκδηλωθούν σε ασθενείς με μυοπεριτονιακό πόνο (Perry et al, 1989). Μια σκλήρυνση (“σκληρία”) του δέρματος και του υποδόριου ιστού (peau d'orange) έχει επίσης αναφερθεί (Chaitow, 1997) και επιβεβαιωθεί και από άλλους ερευνητές (Baldry, 2001b). Αυτή η κλινική εκδήλωση από το ΑΝΣ καλείται και «τροφοίδημα» (Gunn & Mildbrandt, 1978) ή όπως μετονομάστηκε πρόσφατα από τον Simons ως “υποδερματίτις” - «ranniculosis» (Simons, 1999).

### **Διαταραχές του ύπνου**

Αρκετές έρευνες σχετίζουν τις διαταραχές του ύπνου με τα σημεία πυροδότησης (Moldofsky, 1990; Riley et al, 2001; Baldry, 2001b; Mense & Simons, 2001c), ενώ υπήρξαν και αντίθετες απόψεις (Scudds et al, 1989). Σε μια έρευνα με πειραματικές συνθήκες στέρησης ύπνου που πραγματοποιήθηκε σε υγιείς άντρες, παρουσιάστηκε μυοπεριτονιακός πόνος, ο οποίος κατά την ανάπαυση εξαφανιζόταν (Mahan & Alling, 1991). Λόγω του ανεπαρκή αριθμού

μελετών σε αυτό το θέμα, υιοθετείται η άποψη ότι οι ασθενείς με ΜΤrPs πιθανόν να υποφέρουν από διαταραχές του ύπνου εξαιτίας της ακατάλληλης θέσης κατάκλισης και λόγω των επιβαρυντικών εμβιομηχανικών παραγόντων που προκύπτουν από αυτή τη συνθήκη (Simons et al, 1999).

### **ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ**

Είναι σημαντικό αρχικά να αναφερθεί ότι δεν υπάρχει σήμερα συγκεκριμένη εργαστηριακή ή απεικονιστική μέθοδος που να αποτελεί το “χρυσό” κανόνα στη διάγνωση των σημείων πυροδότησης. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην εν γένει έλλειψη τέτοιων μεμονωμένων εργαστηριακών δεδομένων. Αν και δεν υπάρχει εξειδικευμένη μέθοδος εντόπισης των ΜΤrPs, ο κατάλληλος συνδυασμός εργαστηριακών ευρημάτων (ιστοπαθολογικών, ηλεκτρομυογραφικών ή και απεικονιστικών) μπορεί να οδηγήσει σε παθολογική διάγνωση.

### **Ιστοπαθολογία**

Τα ιστολογικά ευρήματα προβληματίζουν λόγω των κοινών στοιχείων που παρουσιάζονται μεταξύ των σημείων πυροδότησης και άλλων παρεμφερών καταστάσεων όπως η χρόνια μυαλγία (chronic myalgia) και η ινομυαλγία (fibromyalgia). Ωστόσο, οι περισσότερες περιπτώσεις χρόνιας μυαλγίας και ινομυαλγίας περιλαμβάνουν ένα μεγάλο αριθμό ΜΤrPs (Baldry, 2001a), με αποτέλεσμα να είναι λογική η αποδοχή και δεδομένων που προέρχονται από μελέτες αυτών των καταστάσεων, προκειμένου να εξαχθούν κάποια συμπεράσματα. Η διαφορική διάγνωση μεταξύ του συνδρόμου του μυοπεριτονιακού πόνου και άλλων παρεμφερών καταστάσεων όπως είναι π.χ. η χρόνια μυαλγία,

δεν είναι πάντα εύκολη. Είναι όμως αποδεκτό ότι τα MTrPs απαντώνται και σε ασθενείς με χρόνια μυαλγία.

Μορφολογικές έρευνες σε μικροσκοπικό επίπεδο έχουν δείξει διαφορές στη σύνθεση της μυϊκής ίνας σε βιοψίες που πάρθηκαν από τον τραπεζοειδή μυ ασθενών με χρόνια μυαλγία και μιας ομάδας ελέγχου (Larsson et al, 1988; Lindman et al, 1991). Παρατηρήθηκε υψηλότερη συχνότητα εμφάνισης ινών τύπου I στους ασθενείς (Larsson et al, 1988) και μια μεγαλύτερη διάμετρος στο πάχος των ινών αυτών (Lindman et al, 1991). Παλαιότερες μελέτες δεν είχαν αναφέρει αντίστοιχες σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και μη μυών (Elert et al, 1989).

Τα πιο σημαντικά ευρήματα από τις βιοψίες σε τραπεζοειδείς μυς ασθενών με χρόνια μυαλγία είναι οι επονομαζόμενες “σκωροφαγωμένες” (moth-eaten) και “ρακοποιημένες” ίνες (ragged-red fibers) (Bengtsson et al, 1986a; Larsson et al, 1988; Lindman et al, 1991). Σε πειραματικές συνθήκες, οι “σκωροφαγωμένες” και “ρακοποιημένες” ίνες έχουν παρατηρηθεί σε ισχαιμικούς σκελετικούς μυς ποντικών (Heffner & Barron, 1978). Αυτό έχει ενδιαφέρον αφού οι διαταραχές της μικροκυκλοφορίας, η τοπική υποξία και ισχαιμία και οι διαταραχές του μεταβολισμού έχουν κατηγορηθεί ως οι κυριότεροι παράγοντες πρόκλησης μυϊκού πόνου (Bengtsson et al, 1986a; Larsson et al, 1988; Lindman et al, 1991). Ωστόσο θα πρέπει να σημειωθεί ότι “σκωροφαγωμένες” ίνες έχουν μεμονωμένα παρατηρηθεί και σε τμήματα φυσιολογικών τραπεζοειδών μυών (Lindman et al, 1990a; Lindman et al, 1990b; Jarvholm et al, 1991). Το σημείο

εντόπισής τους καθώς και το μέγεθός τους εξαρτώνται πιθανώς από το βαθμό υπέρχρησης και την υπερβολική επιβάρυνση του μυός, ακόμα και κάτω από κανονικές κατά τα άλλα συνθήκες (Bengtsson et al, 1986a; Lindman et al, 1990b; Lindman et al, 1991). Σε μια πρόσφατη έρευνα (Larsson et al, 1992), “ρακοποιημένες” ίνες βρέθηκαν σε βιοψίες τραπεζοειδών μυών σε ασθενείς με μυαλγία η οποία σχετιζόταν με στατική εργασία αλλά και σε υγιείς μυς με ή χωρίς αντίστοιχο φόρτο εργασίας.

Η μείωση της ροής του αίματος και η ισχαιμία προκαλούν αλλαγές στη δομή των μυών (Gidlof et al, 1987), με συνοδό αύξηση του αριθμού των μιτοχονδρίων (Angqvist & Sjostrom, 1980). Αυτά τα ευρήματα επιβεβαιώθηκαν από νεότερη μελέτη (Lindman et al, 1995), όπου ο αριθμός των μιτοχονδρίων ήταν υψηλότερος σε ασθενείς με μυαλγία του τραπεζοειδή απ’ ότι στην υγιή ομάδα ελέγχου. Πιστεύεται ότι ο αυξημένος αριθμός μιτοχονδρίων είναι αντισταθμιστικό αποτέλεσμα της ανεπαρκούς αιμάτωσης των μυϊκών ινών σε ασθενείς με μυϊκό πόνο (Lindman et al, 1995).

Σε μια άλλη έρευνα οι Pongratz & Spath (1994) πήραν δείγματα από τον ορθωτήρα μυ του κορμού στο επίπεδο της βλάβης κατά τη διάρκεια χειρουργείου για κήλη μεσοσπονδύλιου δίσκου, τα οποία έδειξαν τμηματικό εκφυλισμό λίγων μυϊκών ινών με τοπικό οίδημα και ιστολυτική κυτταρική αντίδραση. Τα ευρήματα αυτά αφορούσαν ένα μηχανικό τοπικό τραυματισμό προκαλούμενο από την τοπική σύσπαση των μυϊκών ινών (τοπικός μυϊκός σπασμός). Ο τραυ-

ματισμός κάποιων μυϊκών ινών μπορεί να εξελιχθεί σε τοπική ενδομυϊκή ίνωση (fibrositis), η οποία θα μπορούσε να οδηγήσει σε χρόνια, λανθάνοντα MTrPs. Τα ευρήματα αυτά είναι παρόμοια με αυτά που προκλήθηκαν σε μηχανικούς μικρο-τραυματισμούς λόγω υπέρχρησης των μυών (ενεργά σημεία πυροδότησης) (Pongratz & Spath, 1997).

Η παθολογικά μικρή ποσότητα οξυγόνου υποδορίως συνεπάγεται αύξηση του μεταβολισμού του οργανισμού (Lund et al, 1986). Η συσσώρευση νερού και λίπους καθώς και πολυσακχαριδών, αιμοπεταλίων και μαστοκυττάρων έχουν επίσης παρατηρηθεί στα MTrPs (Awad, 1973). Αυτά μπορεί να είναι σημαντικά ευρήματα αφού τα αιμοπετάλια και τα μαστοκύτταρα απελευθερώνουν σεροτονίνη και ισταμίνη, ουσίες που ερεθίζουν τις περιφερικές νευρικές απολήξεις και μπορεί να οδηγήσουν σε αυξημένη μυϊκή δραστηριότητα και ευαισθητοποίηση (Han & Harrison, 1997).

### **Ηλεκτροδιαγνωστικά χαρακτηριστικά**

Ένας αριθμός ηλεκτρομυογραφικών μελετών έχει εξετάσει τα ηλεκτροδιαγνωστικά χαρακτηριστικά των σημείων πυροδότησης. Δύο κυρίως ευρήματα έχουν συζητηθεί στην υπάρχουσα βιβλιογραφία. Η αυτόματη ηλεκτρική δραστηριότητα ενός ενεργού σημείου πυροδότησης (Spontaneous Electrical Activity – SEA), και η ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα (EMG) που σχετίζεται με την αυτόνομη τοπική αντανάκλαστική μυϊκή σύσπαση (ΤΑΣ) (Local Twitch Response – LTR).

### **Αυτόματη ηλεκτρική δραστηριότητα (ΑΗΔ) ενεργού περιοχής ενός σημείου πυροδότησης**

Οι Weeks και Travell (1957) ήταν οι πρώτοι που εξέτασαν την ηλεκτρική δραστηριότητα των MTrPs. Εισήγαγαν ένα ηλεκτρόδιο με βελόνα στην περιοχή ενός MTrP, σε ένα μυ σε ηρεμία και κατέγραψαν υψηλής συχνότητας επαναλαμβανόμενες κορυφώσεις (ηλεκτρικές απαγωγές) με ένα μέγιστο περίπου 1000  $\mu\text{V}$  και διάρκειας 1 με 3 msec (Weeks & Travell, 1957). Μεταγενέστερες μελέτες απέτυχαν στο να καταγράψουν EMG δραστηριότητα από ένα MTrP κατά την ηρεμία (Kraft et al, 1968; Brucini et al, 1981; Durette et al, 1991). Πιο πρόσφατα επιβεβαιώθηκε η παρουσία “αυτόματης EMG δραστηριότητας” (ΑΗΔ) στο MTrP χωρίς αντίστοιχη δραστηριότητα σε διπλανάς μη ευαίσθητες περιοχές (Hubbard & Berkoff, 1993). Τόσο οι κορυφώσεις όσο και τα συνεχή χαμηλού εύρους δυναμικά καταγράφηκαν σε μικροσκοπικές περιοχές μέσα στο MTrP που είναι γνωστές ως ενεργές περιοχές (active loci). Στα λανθάνοντα MTrPs δεν καταγράφονται κορυφώσεις αλλά μόνο τα χαμηλού εύρους δυναμικά (ΑΗΔ). Αρκετές έρευνες έχουν επιβεβαιώσει τα παραπάνω ευρήματα, καταγράφοντας παρόμοια αυτόματη και χαμηλού εύρους ηλεκτρική δραστηριότητα (10 με 50  $\mu\text{V}$  και περιστασιακά μέχρι 80  $\mu\text{V}$ ) σε ενεργά και λανθάνοντα MTrPs (Simons, 1995; Simons et al, 1995b; Ward, 1996).

Η μικροσκοπική περιοχή όπου η αυτόματη ηλεκτρική δραστηριότητα μπορεί να καταγραφεί, πρόσφατα χαρακτηρίστηκε ως η ενεργή περιοχή ενός MTrP (Simons, 1995; Si-

mons, 1996). Οι κυματομορφές της ΑΗΔ ανταποκρίνονται στις αναφορές για ομοιότητα με το σήμα από την τελική κινητική πλάκα (Wiederholt, 1970). Έτσι η ΑΗΔ είναι πιθανώς ένας τύπος ηλεκτρικού δυναμικού της τελικής κινητικής πλάκας, και οι ενεργές περιοχές ενός MTrP είναι άμεσα σχετιζόμενες με αυτές τις κινητικές πλάκες (Hong, 1996). Μελέτες σε πειραματόζωα έχουν επιβεβαιώσει τα παραπάνω ευρήματα (Hong et al, 1995; Simons et al, 1995a; Hong & Yu, 1998). Δυστυχώς όμως, η καταγραφή της ΑΗΔ δεν είναι εύκολο να χρησιμοποιηθεί στην καθημερινή κλινική πράξη λόγω κυρίως του χρόνου αλλά και του κόστους που απαιτεί, παρότι αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο μελέτης και έρευνας των MTrPs (Mense & Simons, 2001a).

### **EMG δραστηριότητα των MTrPs**

Ερεθίζοντας μέσω ψηλάφησης ή με άλλο μηχανικό τρόπο την ενεργή περιοχή ενός MTrP, καταγράφεται EMG δραστηριότητα από αυτό το σημείο αλλά όχι και από τις διπλανάς φυσιολογικές μυϊκές ίνες (Friction et al, 1985). Σε αντίστοιχη μελέτη, οι Simons και Dexter (1995) έδειξαν ότι τα επιφανειακά ηλεκτρόδια μπορούν να καταγράψουν λιγότερη ή καθόλου ηλεκτρική δραστηριότητα, σε αντίθεση με τα ηλεκτρόδια με βελόνες, τα οποία δείχνουν αξιοσημείωτη EMG δραστηριότητα όταν αυτά εισέρχονται μέσα στο MTrP. Στην ίδια μελέτη σημειώνεται ότι η “εν συσπάσει” ομάδα μυϊκών ινών ήταν ηλεκτρικά σιωπηλή κατά την απουσία μηχανικού ερεθισμού του MTrP ή όταν ο ασθενής ήταν σε ηρεμία. Φαίνεται λοιπόν ότι η καταγραφόμενη EMG είναι το αποτέλεσμα του ερεθισμού

της “εν συσπάσει” ομάδας μυϊκών ινών που αν στην κλινική πράξη ερεθιζόταν, θα εκλυόταν η χαρακτηριστική τοπική αντανακλαστική σύσπαση (ΤΑΣ) (Hong & Simons, 1998). Έχει επίσης πειραματικά αναγνωρισθεί ότι η EMG δραστηριότητα που σχετίζεται με μια ΤΑΣ, πρωταρχικά ελέγχεται μέσω του κεντρικού νευρικού συστήματος (Hong et al, 1986) και σε ένα μικρότερο βαθμό μέσω των μυϊκών ινών (Hong, 1994b).

### **Απεικόνιση μέσω υπερήχων**

Ο Simons και οι συνεργάτες του (1999) υποστηρίζουν ότι η απεικόνιση μέσω υπερήχων μπορεί να βοηθήσει στην εντόπιση της ΤΑΣ ενός MTrP όταν αυτό ερεθίζεται μηχανικά (Simons et al, 1999). Ωστόσο μόνο δύο δημοσιεύματα αφορούν την ανίχνευση των MTrPs μέσω υπερήχων (Gerwin & Duranleau, 1997; Lewis & Teham, 1999). Νωρίτερα, ο Gerwin και ο Duranleau (1997) πραγματοποίησαν μια μελέτη η οποία κατάφερε να απεικονίσει μια τοπική αντανακλαστική αντίδραση σύσπασης ενός MTrP μετά από μηχανική πρόκληση. Εξέτασαν τον υπακάνθιο και τον μεγάλο γλουτιαίο για MTrPs και αφού εντόπισαν μέσω ψηλάφησης τα MTrPs εισήγαγαν μια βελόνα στην ενεργή περιοχή και ειδικά μέσα στην “εν συσπάσει” ομάδα μυϊκών ινών. Κατέγραψαν με τη βοήθεια των υπερήχων τη στιγμιαία αυτόνομη αντανακλαστική σύσπαση των μυϊκών ινών (ΤΑΣ) αφού είχαν πρώτα επιβεβαιώσει την περιοχή του MTrP μέσω της αναπαγωγής του πόνου του ασθενή (Gerwin & Duranleau, 1997). Σε μια νεότερη μελέτη, των Lewis και Teham (1999) εξετάστηκαν 11 ασθενείς με κλινικά αναγνωρισμένα ενεργά MT-



rPs στη μία πλευρά του σώματος. Χρησιμοποιώντας υπερήχους και συγκρίνοντας τις δύο πλευρές του σώματος πήραν εικόνες τόσο από τις περιοχές όπου υπήρχαν MTrPs όσο και από τις περιοχές ελέγχου, χωρίς όμως μηχανικό ερεθισμό των MTrPs. Οι μετρήσεις έγιναν με τους ασθενείς να κάθονται αναπαυτικά, χωρίς πρόκληση του πόνου τους, αλλά απέτυχαν να δείξουν ότι υπήρχε κάποιο παθολογικό υπερηχογραφικό εύρημα (Lewis & Teham, 1999). Τα αποτελέσματα αυτής της προσπάθειας ήταν αναμενόμενα αφού δεν ερεθίστηκαν τα MTrPs, προκειμένου να προκληθεί μια τοπική αντανάκλαστική σύσπαση (ΤΑΣ), και ιδιαίτερα αφού αυτή η αντίδραση (ΤΑΣ) δεν παρατηρείται κατά την ηρεμία.

Αν και οι υπέρηχοι μπορούν να θεωρηθούν ένα χρήσιμο διαγνωστικό εργαλείο για τον εντοπισμό των MTrPs, η κλινική εφαρμογή τους παραμένει αναποτελεσματική. Αυτό συμβαίνει γιατί η χρήση εξοπλισμού υψηλής τεχνολογίας έχει υψηλό κόστος και απαιτεί εξειδίκευση στη λειτουργία του και επιπλέον δεν μπορεί να εφαρμοστεί ευρέως λόγω περιορισμένου χρόνου στην καθημερινή κλινική πράξη.

### Θερμογράφημα

Το θερμογράφημα είναι μια μη επεμβατική τεχνική απεικόνισης που ανιχνεύει τις διαταραχές της θερμοκρασίας στην επιφάνεια του σώματος και τις μετατρέπει σε οπτικά δεδομένα (Selzer & Spencer, 1969). Η θερμική εκπομπή του σώματος είναι συμμετρική σε φυσιολογικά υγιή άτομα και δεν πρέπει να διαφέρει παραπάνω από λίγα δέκατα του °C για το ίδιο σημείο στις δύο πλευρές του

σώματος (Silberstein et al, 1975; Feldman & Nickoloff, 1984).

Σε σχέση με το φαινόμενο των MTrPs, το θερμογράφημα έχει χρησιμοποιηθεί σε αρκετές περιπτώσεις με αμφιλεγόμενα όμως αποτελέσματα (Diakow, 1992; Christiansen, 1992; Kruse & Christiansen, 1992; Swerdlow & Dieter, 1992; Radhakrishna & Burnham, 2001). Προτάθηκε ότι τα καταγραφόμενα ως «θερμά σημεία» (0,5-1,0 °C περισσότερο μεταξύ αντίστοιχων σημείων στις δύο πλευρές του σώματος) ανταποκρίνονται στην περιοχή των ενεργών και των λανθανόντων MTrPs στο 61% των περιπτώσεων (Fischer & Chang, 1986). Κάτι τέτοιο όμως μπορεί να οφείλεται στη θερμική εκπομπή λόγω των αρτηριοφλεβικών αναστομώσεων οι οποίες μπορεί να είναι υπεύθυνες για τη δημιουργία κάποιων τέτοιων ασύμμετρων «θερμών περιοχών» που δεν έχουν όμως σχέση με μυϊκές δυσλειτουργίες (Fischer & Chang, 1986).

Οι Kruse και Christiansen (1992) πραγματοποίησαν μια θερμογραφική αξιολόγηση 11 ενήλικων εθελοντών με MTrPs και 11 υγιών ενήλικων (ομάδα ελέγχου). Κατά τη διάρκεια της πίεσης ενός σημείου πυροδότησης κατέγραψαν δυναμικές αλλαγές της θερμοκρασίας και μια σειρά από εικόνες που αντιστοιχούσαν στη χαρακτηριστική μορφή αναφερόμενου πόνου για κάθε MTrP. Ασύμμετρα θερμογραφήματα παρατηρήθηκαν για όλα τα MTrPs αλλά και την αναφερόμενη τους περιοχή σε σύγκριση με την υγιή πλευρά. Στις περιοχές αναφερόμενου πόνου για κάθε MTrP, παρατηρήθηκε μείωση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της δακτυλικής πίεσης. Όταν παρόμοιες

αλλά ασυμπτωματικές περιοχές πιέστηκαν, δεν εμφάνισαν καμία στατιστικά σημαντική διαφορά της θερμοκρασίας (Kruse & Christiansen, 1992).

Ο Diakow (1992) εξέτασε αν το θερμογράφημα μπορούσε να διαχωρίσει ενεργά και λανθάνοντα MTrPs. Σε δείγμα 65 ασθενών, οι οποίοι μετά τη φυσική εξέταση (ψηλάφηση) βρέθηκαν να έχουν ενεργά ή λανθάνοντα MTrPs διαπίστωσαν μέτριο βαθμό συσχέτισης μεταξύ ψηλάφησης και θερμογραφήματος (βαθμός συσχέτισης Kappa=0.44). Όταν οι περιπτώσεις ασθενών με παθολογία στις σπονδυλικές αρθρώσεις απομονώθηκαν τότε ο βαθμός συσχέτισης αυξήθηκε (Kappa=0.54). Ο συγγραφέας κατέληξε στο ότι το θερμογράφημα μπορεί να είναι ένα χρήσιμο εργαλείο στο διαχωρισμό ενεργών από τα λανθάνοντα MTrPs, αλλά η σπονδυλοαρθροπάθεια μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό παράγοντα επηρεασμού της τελικής εικόνας (Diakow, 1992).

Οι Swerdlow και Dieter (1992) αμφισβήτησαν τη διαγνωστική αξία του θερμογραφήματος στην εντόπιση MTrPs. Εξέτασαν 165 ασθενείς με τραυματισμό του αυχένα «δίκην μαστιγίου» (whiplash), χωρίς να μπορέσουν να επιδείξουν στατιστικά σημαντική διαφορά στη θερμοκρασία μεταξύ αντίστοιχων σημείων στις δύο πλευρές του σώματος σε ασθενείς με ή χωρίς MTrPs (Swerdlow & Dieter, 1992).

Οι Radhakrishna και Burnham (2001) προσπάθησαν να προσδιορίσουν τη σχέση μεταξύ της θερμοκρασίας της επιφάνειας του σώματος και του ουδού του πόνου σε ασθενείς με MTrPs. Δεκαέξι γυναίκες ασθενείς

(με μυοπεριτονιακό πόνο ή ινομυαλγία) εξετάστηκαν με ένα υπέρυθρο θερμόμετρο σε 36 προκαθορισμένα σημεία στον άνω και μέσο τραπέζοειδή και στη συνέχεια μετρήθηκε ο μηχανικός ουδός του πόνου αυτών των σημείων (αλγομέτρηση). Η περιοχή εξετάστηκε τυφλά από εξεταστή που σημείωσε τα MTrPs. Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά θερμοκρασίας δεν παρατηρήθηκε μεταξύ των πιο ευαίσθητων και φυσιολογικών σημείων της ίδιας πλευράς, αλλά ούτε και μεταξύ των δύο πλευρών. Ακόμη δεν παρατηρήθηκε συσχέτιση μεταξύ του ουδού του πόνου και της θερμοκρασίας. Οι συγγραφείς συμπέραναν ότι η θερμοκρασία της επιφάνειας του σώματος δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διάγνωση και την εξέλιξη της θεραπείας των MTrPs (Radhakrishna & Burnham, 2001).

Συνολικά, φαίνεται ότι το θερμογράφημα, όπως εφαρμόζεται με τις σημερινές τεχνικές, δεν έχει σαφή και αξιόπιστο διαγνωστικό ρόλο να παίξει στην εντόπιση των MTrPs. Ωστόσο, περισσότερες συστηματικές μελέτες με ξεκάθαρο προσδιορισμό της παθολογίας των MTrPs, με σωστή μεθοδολογία και με κατάλληλο υψηλής τεχνολογίας θερμογραφικό εξοπλισμό χρειάζονται πριν ξεκαθαρίσει ο διαγνωστικός ρόλος του θερμογραφήματος.

*Καταγραφή του μηχανικού ουδού του πόνου μέσω ελεγχόμενης μηχανικής πίεσης – αλγομέτρηση (Pressure algometry).*

Ένας σημαντικός αριθμός εργασιών τα τελευταία χρόνια περιγράφει τη δυνατότητα αναγνώρισης των MTrPs μέσω καταγραφής του μηχανικού οδού του πόνου τους μετά από

ελεγχόμενη μηχανική πίεση. Αυτή η μέθοδος είναι ευρύτερα γνωστή ως αλγομετρία (pressure algometry).

Ο Reeves και οι συνεργάτες του (1986) διερεύνησαν την αξιοπιστία του αλγομέτρου σαν ένα αντικειμενικό εργαλείο στην αξιολόγηση της ευαισθησίας των MTrPs. Η εργασία τους αφορούσε τρεις επιμέρους μελέτες. Στην πρώτη μελέτη μετρήθηκαν από τον ίδιο εξεταστή σε διαφορετικές στιγμές (test-retest reliability) και από διαφορετικούς εξεταστές (inter-rater reliability), 13 ασθενείς με πονοκέφαλο τύπου τάσης όπου είχαν αναγνωρισθεί 5 προεπιλεγμένα MTrPs. Οι βαθμοί συσχέτισης μεταξύ εξεταστών αλλά και για τον ίδιο εξεταστή έδειξαν σημαντικού βαθμού αξιοπιστία (από  $r=0.68$  έως  $0.86$ ,  $p<0.05$ ). Στη δεύτερη μελέτη επιδείχθηκε η αξιοπιστία μεταξύ εξεταστών να εντοπίζουν και να καταγράφουν την ευαισθησία στο ίδιο μη-προεπιλεγμένο MTrP, ενώ στην τρίτη μελέτη τους οι ερευνητές έδειξαν ότι τα MTrPs είναι μεμονωμένα σημεία ιδιαίτερης ευαισθησίας μέσα σε ένα μυ (Reeves et al, 1986). Λίγο αργότερα ο Fischer (1988) επιβεβαίωσε τα παραπάνω αποτελέσματα και πρότεινε όταν μια διαφορά μεταξύ των δύο πλευρών του σώματος ξεπερνά τα 2 kg σε σύγκριση με τις φυσιολογικές τιμές της περιοχής να θεωρείται ως παθολογική. Ο Fischer επιβεβαίωσε τις απόψεις του σε μετέπειτα εργασίες (Fischer, 1994; Fischer, 1998). Σε προηγούμενη του εργασία ο εν λόγω συγγραφέας είχε παρουσιάσει ένα σημαντικό βαθμό συσχέτισης μεταξύ θερμογραφήματος και αλγομέτρησης (Fischer, 1990).

Άλλοι συγγραφείς επιβεβαίωσαν

με τις δικές τους εργασίες την αξιοπιστία του αλγομέτρου ως κλινικού εργαλείου για τη διάγνωση των MTrPs (Tunks et al, 1988; Georgoudis, 2003), αλλά και ως ενός εργαλείου που θα μπορούσε να καταγράψει την εξέλιξη της θεραπείας και την παρακολούθηση των MTrPs (Delaney & McKee, 1993). Ακόμη πιο ενδιαφέροντα ευρήματα δημοσίευσε πρώτη η ομάδα του Vecchiet που έδειξε ότι το αλγομετρο μπορεί να διαφοροποιήσει τα ενεργά από τα λανθάνοντα MTrPs (Vecchiet et al, 1990). Σύγχρονες μελέτες επιβεβαιώνουν αυτούς τους ισχυρισμούς (Hong, 1998; Sciotti et al, 2001; Georgoudis, 2003).

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το φαινόμενο του μυϊκού πόνου (σημεία πυροδότησης) αποτελεί μια σαφώς διακριτή κλινική και επιστημονικά τεκμηριωμένη οντότητα, η οποία δυστυχώς δεν έχει ληφθεί υπόψη στο βαθμό που πρέπει από το σύνολο της θεραπευτικής κοινότητας. Η παρουσίαση των κλινικών και εργαστηριακών χαρακτηριστικών των σημείων πυροδότησης και η τεκμηρίωσή τους σε σχέση με τα στοιχεία παθοφυσιολογίας που τα διέπουν αποτελεί ένα ερέθισμα προς τον κλινικό να τα αναζητήσει κατά την καθημερινή του πράξη, αλλά και για τον ερευνητή προκειμένου να διερευνήσει τα αναπάντητα ερωτήματα που προκύπτουν για τα σημεία πυροδότησης.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Τσατσάκος Γεώργιος, Γεωργούδης Γεώργιος (2003) Μυϊκός Πόνος: Το φαινόμενο των μυοπεριτονιακών σημείων πυροδότησης (1<sup>ο</sup> Μέρος). Θέματα Φυσικοθεραπείας 6(2)6-11.

Angqvist, K. A. & Sjostrom, M. (1980)

- Intermittent claudication and muscle fiber fine structure: morphometric data and mitochondrial volumes. *Ultrastruct Pathol* 1, 461-470.
- Arendt-Nielsen, L., Graven-Nielsen, T., Svensson, P., & Jensen, T. S. (1997) Temporal summation in muscles and referred pain areas: an experimental human study. *Muscle & Nerve* 20, (10): 1311-1313.
- Argoff, C. E. (2002) A focused review on the use of botulinum toxins for neuropathic pain. *Clinical Journal of Pain* 18, (6 Suppl): S177-S181.
- Aronoff, G. M. (1998) Myofascial pain syndrome and fibromyalgia: a critical assessment and alternate view. *CLIN.J.PAIN* 14, (1): 74-85.
- Awad, E. (1973) Interstitial myofibrosis: hypothesis of mechanism. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 54, 449-453.
- Baldry, P. E. (1993) Acupuncture, trigger points and musculoskeletal pain, 2nd edn. Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Baldry, P. E. (2001a) Myofascial pain and fibromyalgia syndromes. Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Baldry, P. E. (2001b) Myofascial trigger point pain. In: Myofascial pain and fibromyalgia syndromes: a clinical guide to diagnosis and management, Edinburgh: Churchill Livingstone, pp. 57-79.
- Banks, S. L., Jacobs, D. W., Gevirtz, R. N., & Hubbard, D. R. (1998) Effects of autogenic relaxation training on electromyographic activity in active myofascial trigger points. *J.MUSCULOSKELET.PAIN* 6, (4): 23-32.
- Bengtsson, A., Henriksson, K. G., & Larsson, J. (1986a) Muscle biopsy in primary fibromyalgia: light microscopical and histochemical findings. *Scandinavian Journal of Rheumatology* 15, 1-6.
- Bengtsson, A., Henriksson, K. G., & Larsson, J. (1986b) Reduced high-energy phosphate levels in painful muscle in patients with primary fibromyalgia. *Arthritis & Rheumatism* 29, 817-821.
- Bohr, T. (1996) Problems with myofascial pain syndrome and fibromyalgia syndrome. *Neurology* 46, 593-597.
- Borg-Stein, J. & Simons, D. G. (2002) Focused review: myofascial pain. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 83, (3 Suppl 1): S40-S49.
- Brucini, M., Duranti, R., Iletti, R., ntaleo, T., u, & hi, P. L. (1981) Pain thresholds and electromyographic features of periarticular muscles in patients with osteoarthritis of the knee. *Pain* 10, 57-66.
- Chaitow, L. (1997) Palpation skills. Assessment and diagnosis through touch, 1st edn. New York: Churchill Livingstone.
- Chen, J. T., Chen, S. M., Kuan, T. S., Chung, K. C., & Hong, C. Z. (1998) Phentolamine effect on the spontaneous electrical activity of active loci in a myofascial trigger spot of rabbit skeletal muscle. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 79, (7): 790-794.
- Cheshire, W. P., Abashian, S. W., & Mann, D. J. (1994) Botulinum toxin in the treatment of myofascial pain syndrome. *PAIN* 59, 65-69.
- Christiansen, J. A. (1992) Comments on "An evaluation of the sensitivity and specificity of medical thermography for the documentation of myofascial trigger points". *PAIN* 51, (1): 125-126.
- Chu, J. (1998) Twitch response in myofascial trigger points. *J.MUSCULOSKELET.PAIN* 6, (4): 99-110.
- Davidoff, R. A. (1998) Trigger points and myofascial pain: toward understanding how they affect headaches. *Cephalalgia* 18, (7): 436-448.
- Delaney, G. A. & McKee, A. C. (1993) Inter- and intra-rater reliability of the pressure threshold meter in measurement of myofascial trigger point sensitivity. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* 72, (3): 136-139.
- Delaney, J. P., Leong, K. S., Watkins, A., & Brodie, D. (2002) The short-term effects of myofascial trigger point massage therapy on cardiac autonomic tone in healthy subjects. *Journal of Advanced Nursing* 37, (4): 364-371.
- Dexter, J. R. & Simons, D. S. (1981) Local twitch response in human muscle evoked by palpation and needle penetration of a trigger point. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 62, (10): 521-522.
- Diakow, P. P. (1992) Differentiation of active and latent trigger points by thermography. *J.MANIP.PHYSIOL.THER.* 15, (7): 439-441.
- Diener, I. (1998) The effect of levator scapula tightness on the cervical spine: proposal of another length test. *J.Manip.Ther.* 6, (2): 78-86.
- Donaldson, C. C., Nelson, D. V., & Schulz, R. (1998) Disinhibition in the gamma motoneuron circuitry: a neglected mechanism for understanding myofascial pain syndromes? *Applied Psychophysiology and Biofeedback* 23, (1): 43-57.
- Donaldson, C. C., Skubick, D. L., Clasby, R. G., & Cram, J. R. (1994) The evaluation of trigger point activity using dynamic EMG techniques. *American Journal of Pain Management* 4, (3): 118-122.
- Durette, M. R., Rodriquez, A. A., Agre, J. C., & Silverman, J. L. (1991) Needle electromyographic evaluation of patients with myofascial or fibromyalgic pain. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* 70, (3): 154-156.
- Elert, J., Rantapaa-Dahlqvist, S. B., Henriksson-Larsen, K., Lorentzon, R., & Gerdle, B. (1989) Muscle performance, electromyography and fibre type composition in fibromyalgia and work-related myalgia. *Scandinavian Journal of Rheumatology* 18, 321-323.
- Ernberg, M. (2002) The physiopathological mechanisms behind chronic myofascial pain. *Lakartidningen* 99, (32-33): 3206-3210.
- Feldman, F. & Nickoloff, E. L. (1984) Normal thermographic standards for the cervical spine and upper extremities. *Skeletal Radiol* 12, 235-249.

- Fischer, A. A. & Chang, C. H. (1986) Temperature and pressure threshold measurements in trigger points. *Thermology* 1, 212-215.
- Fischer, A. A. (1988) Documentation of myofascial trigger points. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 69, (4): 286-291.
- Fischer, A. A. (1990) Application of pressure algometry in manual medicine. *Journal of Manual Medicine* 5, 145-150.
- Fischer, A. A. (1994) Pressure algometry (dolorimetry) in the differential diagnosis of myofascial pain. In: *Myofascial pain and fibromyalgia*, 1st edn., E. S. Rachlin (Ed), St. Louis: Mosby, pp. 121-142.
- Fischer, A. A. (1998) Algometry in diagnosis of musculoskeletal pain and evaluation of treatment outcome: An update. *Journal of Musculoskeletal Pain* 6, (1): 5-32.
- Fricton, J. R., Auvinen, M. D., Dykstra, D., & Schiffman, E. (1985) Myofascial pain syndrome: Electromyographic changes associated with local twitch response. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 66, (5): 314-317.
- Georgoudis, G. Factors contributing to the reliability and diagnostic ability of pressure and subcutaneous pressure pain threshold in myofascial trigger point assessment. PhD dissertation, University of Manchester, UK, 2003; p1-312.
- Gerwin, R. D. (1994) Neurobiology of the myofascial trigger point. *Baillieres Clin.Rheumatol.* 8, (4): 747-762.
- Gerwin, R. D. & Duranleau, D. (1997) Ultrasound identification of the myofascial trigger point. *Muscle & Nerve* (June): 767-768.
- Gidlof, A., Lewis, D. H., & Hammarsen, F. (1987) The effect of prolonged ischemia of human skeletal muscle capillaries: a morphometric analysis. *Int J Microcirc: Clin Exp* 7, 67-86.
- Graven-Nielsen, T., Arendt-Nielsen, L., Svensson, P., & Jensen, T. S. (1997) Experimental muscle pain: A quantitative study of local and referred pain in humans following injection of hypertonic saline. *J.MUSCULOSKELET.PAIN* 5, (1): 49-69.
- Gunn, C. C. & Mildbrandt, W. E. (1978) Early and subtle signs in low back sprain. *Spine* 3, 267-281.
- Hagberg, M. & Kvarnstrom, S. (1984) Muscular endurance and electromyographic fatigue in myofascial shoulder pain. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 65, (9): 522-525.
- Han, S. C. & Harrison, P. (1997) Myofascial pain syndrome and trigger-point management. *Regional Anesthesia* 22, (1): 89-101.
- Headley, B. J. (1993) The use of biofeedback in pain management. *Phys Ther Pract* 2, (2): 29-40.
- Headley, B. J. (1997) Physiologic risk factors. In: *Management of cumulative trauma disorders*, M. Sanders (Ed), London: Butterworth-Heinemann, pp. 107-127.
- Heffner, R. R. & Barron, S. A. (1978) The early effect of ischemia upon skeletal muscle mitochondria. *J Neurol Sci* 38, 81-97.
- Hong, C. Z. (1994a) Lidocaine injection versus dry needling to myofascial trigger point: the importance of local twitch response. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* 73, 256-263.
- Hong, C. Z. (1994b) Persistence of local twitch response with loss of conduction to and from the spinal cord. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 75, (1): 12-16.
- Hong, C. Z. (1996) Pathophysiology of myofascial trigger point. *J.FORMOS.MED.ASSOC.* 95, (2): 93-104.
- Hong, C. Z., Chen, Y., Twehous, D., & Hong, D. H. (1996) Pressure threshold for referred pain by compression on the trigger point and adjacent areas. *J.MUSCULOSKELET.PAIN* 4, (3): 61-79.
- Hong, C. Z. (1998) Algometry in evaluation of trigger points and referred pain. *Journal of Musculoskeletal Pain* 6, (1): 47-59.
- Hong, C. Z. & Simons, D. G. (1998) Pathophysiologic and electrophysiologic mechanisms of myofascial trigger points. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 79, (7): 863-872.
- Hong, C. Z., Simons, D. G., & Statham, L. (1986) Electromyographic analysis of local twitch responses of human extensor digitorum communis muscle during ischemic compression over the arm. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 67, (9): 680.
- Hong, C. Z. & Torigoe, Y. (1994) Electrophysiological characteristics of localised twitch responses in responsive taut bands of rabbit skeletal muscle fibers. *J.MUSCULOSKELET.PAIN* 2, (2): 73.
- Hong, C. Z., Torigoe, Y., & Yu, J. (1995) The localized twitch responses in responsive taut bands of rabbit skeletal muscle fibers are related to the reflexes at spinal cord level. *J.MUSCULOSKELET.PAIN* 3, (1): 15-33.
- Hong, C. Z. & Yu, J. (1998) Spontaneous electrical activity of rabbit trigger spot after transection of spinal cord and peripheral nerve. *J.MUSCULOSKELET.PAIN* 6, (4): 45-58.
- Hubbard, D. R. & Berkoff, G. M. (1993) Myofascial trigger points show spontaneous needle EMG activity. *SPINE* 18, (13): 1803-1807.
- Jarvholm, U., Palmerud, G., Karlsson, D., Herberts, P., & Kadefors, R. (1991) Intramuscular pressure and electromyography in four shoulder muscles. *Journal of Orthopedic Research* 9, 609-619.
- Jones, R. V., Lambert, E. H., & yre, G. P. (1955) Source of a type of 'insertion activity' in electromyography with evaluation of a histologic method of localisation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 35, 301-310.
- Kellgren, J. H. (1938) Observations on referred pain arising from muscle. *Clinical Sciences* 3, 175-190.
- Kraft, G. H., Johnson, E. W., & LeBan,

- M. M. (1968) The fibrositis syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 49, 155-162.
- Kraus, H. & Fischer, A. A. (1991) Diagnosis and treatment of myofascial pain. *Mount Sinai J. Medicine* 58, (3): 235-239.
- Kruse, R. A. & Christiansen, J. A. (1992) Thermographic imaging of myofascial trigger points: a follow-up study. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 73, (9): 819-823.
- Kuan, T. S., Chen, J. T., Chen, S. M., Chien, C. H., & Hong, C. Z. (2002) Effect of botulinum toxin on endplate noise in myofascial trigger spots of rabbit skeletal muscle. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* 81, (7): 512-520.
- Larsson, B., Libelius, R., & Ohlsson, K. (1992) Trapezius muscle changes unrelated to static work load: chemical and morphological controlled studies of 22 women with and without neck pain. *Acta Orthop Scand* 63, 203-206.
- Larsson, S. E., Bengtsson, A., de gard, L., nriksson, K. G., r, & on, J. (1988) Muscle changes in work-related chronic myalgia. *Acta Orthop Scand* 59, 552-556.
- Leffler, A. S., Kosek, E., & Hansson, P. (2000) Injection of hypertonic saline into musculus infraspinatus resulted in referred pain and sensory disturbances in the ipsilateral upper arm. *European Journal of Pain* 4, 73-82.
- Lewis, J. & Teham, P. (1999) A blinded pilot study investigating the use of diagnostic ultrasound for detecting active myofascial trigger points. *PAIN* 79, 39-44.
- Liley, A. W. (1956) An investigation of spontaneous activity at the neuromuscular junction of the rat. *J. Physiol.* 132, 650-666.
- Lindman, R., Eriksson, A., & Thornell, L. E. (1990a) Fiber type composition of the human female trapezius muscle: enzyme histochemical characteristics. *American Journal of Anatomy* 190, 385-392.
- Lindman, R., Eriksson, A., & Thornell, L. E. (1990b) Fiber type composition of the human male trapezius muscle: enzyme histochemical characteristics. *American Journal of Anatomy* 189, 236-244.
- Lindman, R., Hagberg, M., Angqvist, K. A., Soderlund, K., Hultman, E., & Thornell, L. E. (1991) Changes in muscle morphology in chronic trapezius myalgia. *Scand J Work Environ Health* 17, 347-355.
- Lindman, R., Hagberg, M., Bengtsson, A., Henriksson, K. G., & Thornell, L.-E. (1995) Capillary structure and mitochondrial volume density in the trapezius muscle of chronic trapezius myalgia, fibromyalgia and healthy controls. *J. MUSCULOSKELET. PAIN* 3, (3): 5-22.
- Lund, N., Bengtsson, A., & Thorborg, P. (1986) Muscle tissue oxygen pressure in primary fibromyalgia. *Scandinavian Journal of Rheumatology* 15, 165-173.
- Macdonald, A. J. R. (1980) Abnormally tender muscle regions and associated painful movements. *PAIN* 8, (2): 197-205.
- Mahan, P. E. & Alling, C. C. (1991) Facial pain, Third edn. Lea & Fabiger.
- Mannion, A. F. & Dolan, P. (1996) Relationship between mechanical and electromyographic manifestations of fatigue in the quadriceps femoris muscle of humans. *Muscle & Nerve* 4, ((Suppl)): S46.
- McCain, G. A. (1994) Fibromyalgia and myofascial pain syndromes. In: Textbook of Pain, 3rd edn., P. D. Wall & R. Melzack (Eds), Edinburgh: Churchill Livingstone, pp. 475-493.
- Mense, S. & Simons, D. G. (2001a) Local pain in muscle. In: Muscle pain: understanding its nature, diagnosis and treatment, S. Mense & D. G. Simons (Eds), Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, pp. 20-61.
- Mense, S. & Simons, D. G. (2001b) Muscle pain: understanding its nature, diagnosis and treatment Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Mense, S. & Simons, D. G. (2001c) Myofascial pain caused by trigger points. In: Muscle pain: understanding its nature, diagnosis and treatment, S. Mense & D. G. Simons (Eds), Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, pp. 205-288.
- Mense, S. & Simons, D. G. (2001d) Pain referred from and to muscles. In: Muscle pain: understanding its nature, diagnosis, and treatment, S. Mense & D. G. Simons (Eds), Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, pp. 84-98.
- Moldofsky, H. (1990) The contribution of sleep-wake physiology to fibromyalgia. In: Advances in pain research and therapy, Volume 17: Myofascial pain and fibromyalgia, J. R. Friction & E. Awad (Eds), New York: Raven Press, pp. 227-240.
- Murphy, G. J. (1989) Myofascial trigger points. *J. CLIN. ORTHOD.* 23, (9): 627-631.
- Nicollet, M. (1997) Les syndromes douloureux myofasciaux. *Lyon Mediterranee Medical - Medecine du Sud-Est* 33, (5): 2336-2350.
- Perry, F., Heller, P. H., Kamiya, J., & Levine, J. D. (1989) Altered autonomic function in patients with arthritis or with chronic myofascial pain. *Pain* 39, 77-84.
- Pongratz, D. E. & Spath, M. (1997) Morphological aspects of muscle pain syndromes: a critical review. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America* 8, 55-68.
- Quintner, J. L. & Cohen, M. L. (1994) Referred pain of peripheral nerve origin: an alternative to the "myofascial pain" construct. *CLIN. J. PAIN* 10, (3): 243-251.
- Rachlin, E. S. (1994) Myofascial pain and fibromyalgia, 1st edn. St. Louis: Mosby.
- Radhakrishna, M. & Burnham, R. (2001) Infrared skin temperature measurement cannot be used to detect myofascial tender spots. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 82, 902-905.

- Raphael, K. G., Marbach, J. J., & Gallagher, R. M. (2000) Somatosensory amplification and affective inhibition are elevated in myofascial face pain. *Pain Medicine* 1, (3): 247-253.
- Reeves, J. L., Jaeger, B., & Graff-Radford, S. B. (1986) Reliability of the pressure algometer as a measure of myofascial trigger point sensitivity. *Pain* 24, (3): 313-321.
- Riley, J. L. 3., Benson, M. B., Gremillion, H. A., Myers, C. D., Robinson, M. E., Smith, C. L. J., & Waxenberg, L. B. (2001) Sleep disturbance in orofacial pain patients: pain-related or emotional distress? *Cranio* 19, (2): 106-113.
- Rivner, M. H. (2001) The neurophysiology of myofascial pain syndrome. *Curr Pain Headache Rep* 5, (5): 432-440.
- Roy, R. R., Garfinkel, A., & Ounjian, M. (1995) Three-dimensional structure of cat tibialis anterior motor units. *Muscle & Nerve* 18, 1187-1195.
- Sciotti, V. M., Mittak, V. L., DiMarco, L., Ford, L. M., Plezbert, J., Santipardi, E., Wigglesworth, J., & Ball, K. (2001) Clinical precision of myofascial trigger point location in the trapezius muscle. *Pain* 93, 259-266.
- Scudds, R. A., Trachsel, L. C. E., & Luckhurst, B. J. (1989) A comparative study of pain, sleep quality and pain responsiveness in fibrositis and myofascial pain syndrome. *J.Rheumatol.* 16 (suppl 19), (supplement 19): 120-126.
- Selzer, M. & Spencer, W. A. (1969) Convergence of visceral and cutaneous afferent pathways in the lumbar spinal cord. *Brain Research* 14, 331-348.
- Silberstein, E. B., Bahr, G. K., & Kattan, J. (1975) Thermographically measured normal skin temperature asymmetry in the human male. *Cancer* 36, 1506-1510.
- Simons, D. G. (1995) The nature of myofascial trigger points. *CLIN.J.PAIN* 11, (1): 83-84.
- Simons, D. G. (1996) Clinical and etiological update of myofascial pain from trigger points. *J.MUSCULOSKELET.PAIN* 4, (1-2): 93-121.
- Simons, D. G. (1999) Diagnostic criteria of myofascial pain caused by trigger points. *Journal of Musculoskeletal Pain* 7, (1-2): 111-120.
- Simons, D. G. (2000) Trigger points and limited motion. *Journal of Orthopedic & Sports Physical Therapy* 30, (11): 706-708.
- Simons, D. G., Hong, C. Z., & Simons, L. S. (1995a) Prevalence of spontaneous electrical activity at trigger spots and at control sites in rabbit skeletal muscle. *J.MUSCULOSKELET.PAIN* 3, (1): 35-48.
- Simons, D. G., Hong, C. Z., & Simons, L. S. (2002) Endplate potentials are common to midfiber myofascial trigger points. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* 81, (3): 212-222.
- Simons, D. G. & Travell, J. G. (1981) Myofascial trigger points, a possible explanation. *PAIN* 10, (1): 106-109.
- Simons, D. G. & Travell, J. G. (1983a) Myofascial origins of low back pain. 1. Principles of diagnosis and treatment. *Postgraduate Medicine* 73, (2): 66-77.
- Simons, D. G. & Travell, J. G. (1983b) Myofascial origins of low back pain. 2. Torso muscles. *Postgraduate Medicine* 73, (2): 81-92.
- Simons, D. G., Travell, J. G., & Simons, L. (1999) Myofascial pain and dysfunction. The trigger point manual. Volume 1. Upper half of body, 2nd edn. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Simons, D., Hong, C., & Simons, L. (1995b) Spike like activity in trigger points. *J.Musculoskel.Pain* 3, (Suppl 1): 125.
- Sola, A. E. & Williams, R. L. (1956) Myofascial pain syndromes. *Neurology* 6, 91-95.
- Swerdlow, B. & Dieter, J. N. I. (1992) An evaluation of the sensitivity and specificity of medical thermography for the documentation of myofascial trigger points. *PAIN* 48, 205-213.
- Travell, J. G. & Simons, D. G. (1983) Myofascial pain and dysfunction. The trigger point manual, 1st edn. Baltimore: William & Wilkins.
- Tunks, E., Crook, J., Norman, G., & Kalaher, S. (1988) Tender points in fibromyalgia. *Pain* 34, 101-110.
- Vecchiet, L., Galletti, R., Giamberardino, M. A., Dragani, L., & Marini, F. (1988) Modifications of cutaneous, subcutaneous, and muscular sensory and pain thresholds after the induction of an experimental algogenic focus in the skeletal muscle. *CLIN. J.PAIN* 4, (1): 55-59.
- Vecchiet, L., Giamberardino, M. A., Dragani, L., De Bigontina, P., & Fessard, A. D. (1990) Latent myofascial trigger points: Changes in muscular and subcutaneous pain thresholds at trigger point and target level. *Journal of Manual Medicine* 5, (4): 151-
- Vecchiet, L., Giamberardino, M. A., & Saggini, R. (1991) Myofascial pain syndromes: clinical and pathophysiological aspects. *CLIN.J.PAIN* 7, (1 Suppl): S16-S22.
- Ward, A. A. (1996) Spontaneous electrical activity at combined acupuncture and myofascial trigger point sites. *Acupuncture in Medicine* 14, (2): 75-79.
- Weeks, V. D. & Travell, J. (1957) How to give painless injections. In: AMA Scientific Exhibits, New York: Grune & Stratton, pp. 318-322.
- Wheeler, A. H., Goolkasian, P., & Gretz, S. S. (1998) A randomized, double-blind, prospective pilot study of botulinum toxin injection for refractory, unilateral, cervicothoracic, paraspinal, myofascial pain syndrome. *SPI-NE* 23, (15): 1662-1667.
- Wiederholt, W. C. (1970) "End-plate noise" in electromyography. *Neurology* 20, (3): 214-224.