



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΨΥΧΙΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΨΥΧΙΑΤΡΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ-ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ: ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Β. ΜΑΥΡΕΑΣ**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑΣ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ: Δ. ΔΑΜΙΓΟΣ ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΓΕΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΒΑΣΙΚΩΝ ΙΑΤΡΙΚΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ Τ.Ε.Ι ΑΘΗΝΑΣ

ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ: ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Α. ΠΕΤΡΙΔΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

“ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΠΟΝΟΥ”

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Η αποτελεσματικότητα της Ισοδέτριας Νευρομυϊκής διευκόλυνσης
στην αντιμετώπιση του χρόνιου οσφυϊκού πόνου»**

ΜΙΑΜΗ ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Αδαμίδης Σακης

Ιωάννινα, 2016

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή:

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να αξιολογηθεί κατά πόσο είναι αποτελεσματική η εφαρμογή της ιδιοδέτριας νευρομυϊκής διευκόλυνσης (PNF) στους ασθενείς με χρόνια οσφυϊκό πόνο. Κατά πόσο συμβάλλει και με ποιο τρόπο στη μείωση του πόνου και στην ανικανότητα των ασθενών και ποια άλλα οφέλη μπορεί να παρέχει στην ποιότητα της ζωής.

Μέθοδοι:

Η ανασκόπηση βασίστηκε στη συλλογή ερευνητικών μελετών που είχαν δημοσιευθεί έως τον Ιανουάριο του 2016 μέσω της βάσης δεδομένων Medline, Scopus, Cochrane Library και Google scholar. Οι έρευνες έπρεπε να συγκρίνουν τη μέθοδο PNF με κάποια άλλη μέθοδο παρέμβασης ή να συγκρίνουν τα αποτελέσματα των βασικών αρχών και τεχνικών της PNF μεταξύ τους για να συμπεριληφθούν στη συγκεκριμένη μελέτη.

Αποτελέσματα:

Στη παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν τελικά 12 έρευνες. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι ασκήσεις PNF είναι αρκετά αποτελεσματικές όσον αφορά τη μείωση του πόνου της οσφύς. Παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της δύναμης και της ελαστικότητας των μυών του κορμού και μείωση της ανικανότητας των ασθενών.

Συμπεράσματα:

Η Ιδιοδέτρια νευρομυϊκή διευκόλυνση δρα αποτελεσματικά στη μείωση του χρόνιου οσφυϊκού πόνου διεγείροντας τους μηχανοποδοχείς της οσφυϊκής περιοχής (η διαταραχή των οποίων έχει συνδεθεί με την πρόκληση πόνου) μέσω της εφαρμογής διαφόρων ιδιοδεκτικών και εξωδεκτικών ερεθισμάτων και μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την ενδυνάμωση των μυών του κορμού. Όμως απαιτείται περαιτέρω έρευνα μιας και η βιβλιογραφία σχετικά με το θέμα είναι εξαιρετικά περιορισμένη.

ABSTRACT

The Effectiveness of Trunk Proprioceptive Neuromuscular Facilitation on Patients with Chronic Low Back Pain

Introduction:

Studies examining the effects of exercise therapy in the treatment of chronic non specific low pack pain (CLBP). The aim of this review is to evaluate the effectiveness (pain and disability) of trunk proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) training on patients with CLBP.

Method:

A search of electronic databases was performed for PNF trials for CLBP published up to January 2016 including Medline, Scopus, Cochrane Library and Google Scholar database. Studies had to compare the PNF training with another approach or PNF basic principles and techniques each other.

Results:

At baseline, we used only 12 studies which met the inclusion criteria. PNF training has a positive effect in improving pain, back pain related disability, endurance and flexibility of trunk muscles.

Conclusion:

PNF training stimulate the proprioceptors of lumbar spine with in the muscles and tendons. This systematic review showed that PNF approach is appropriate for improving low back pain, trunk mobility, trunk muscle endurance and functional ability in patients with low back pain. The effectiveness of trunk PNF has to be further investigated in the future.

Keywords:

Trunk Proprioceptive neuromuscular facilitation, Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF), chronic low back pain

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	12
ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΟΣΦΥΙΚΟΥ ΠΟΝΟΥ	12
1.1 ΟΣΦΥΙΚΟΣ ΠΟΝΟΣ	13
1.2 ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΟΝΟΥ ΚΑΙ ΟΣΦΥΙΚΟΣ ΠΟΝΟΣ	16
1.3 ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΠΟΝΟΥ.....	18
1.3.1 Περιφερική ευαισθητοποίηση των πρωταρχικών προσαγωγών οδών	20
1.3.2 Κεντρική ευαισθητοποίηση των νευρώνων των οπίσθιων κεράτων του νωτιαίου μυελού	21
1.3.3 Μόνιμες μεταβολές στο κεντρικό νευρικό σύστημα	22
1.3.4 Παθολογικές ιδιότητες κεντρικών κυκλωμάτων	23
1.4 ΝΕΥΡΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΠΟΝΟΥ	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	28
ΙΔΙΟΔΕΚΤΡΙΑ ΝΕΥΡΟΜΥΙΚΗ ΔΙΕΥΚΟΛΥΝΣΗ	28
2.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΚΑΙ ΝΕΥΡΟΜΥΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΙΔΙΟΔΕΚΤΡΙΑΣ ΝΕΥΡΟΜΥΙΚΗΣ ΔΙΕΥΚΟΛΥΝΣΗΣ (PNF) ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΣΣ	29
2.2 ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ	30
2.3 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΤΗΣ PNF.....	31
2.3.1 Ιδιοδεκτικά ερεθίσματα.....	31
2.4 ΤΕΧΝΙΚΕΣ PNF	34
2.4.1 Συνδυασμός των αγωνιστών.....	34
2.4.2 Δυναμική αντιστροφή	35
2.4.3 Ρυθμική σταθεροποίηση	35
2.4.4 Σταθεροποίηση των ανταγωνιστών	35
2.4.5 Σύσπασε – χαλάρωσε.....	36
2.4.6 Κράτα - χαλάρωσε	36

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	38
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	39
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	41
Επιλογή μελετών.....	41
Συλλογή δεδομένων και ανάλυση.....	42
Χαρακτηριστικά δεδομένων	42
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	43
Επιλογή μελετών.....	43
Κλίμακες αξιολόγησης πόνου.....	43
Συσχετισμός μεταξύ του πόνου και της λειτουργικής ικανότητας των ασθενών με οσφυϊκό πόνο.....	52
Συσχετισμός μεταξύ των αλλαγών σε επίπεδο πόνου και αλλαγές στη δύναμη των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών του κορμού.	54
ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	55
Περιορισμοί.....	58
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	59
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	60

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Περισσότερο από το 80% του γενικού πληθυσμού κάποια στιγμή κατά τη διάρκεια της ζωής του παρουσιάζει χαμηλό οσφυϊκό πόνο (Kumar 2011; Dugan, 2005; Liddle et al., 2004; Timothy, 2002). Ένα μεγάλο ποσοστό αναρρώνει μέσα σε 2 μήνες, όταν όμως ο πόνος ξεπερνά τις 12 εβδομάδες τότε μεταπίπτει σε χρόνια κατάσταση (Franca et al., 2010). Ο χρόνιος οσφυϊκός πόνος οδηγεί σε ανικανότητα, μυϊκή ατροφία, σε περαιτέρω αύξηση του πόνου, προκαλεί μείωση της κινητικότητας της ΣΣ και έχει σοβαρό αντίκτυπο στην ψυχολογία του ασθενούς (Yoshihara et al., 2001).

Ο χρόνιος οσφυϊκός πόνος είναι ένα φαινόμενο με πολλές αιτιολογίες και πιθανούς ορισμούς. Οι παράγοντες κινδύνου είναι πολλοί αλλά κανένας από αυτούς δεν θεωρείται αρκετά πειστικός. Στους παράγοντες κινδύνου πιθανόν περιλαμβάνονται οι γενετικοί παράγοντες, το ιστορικό πόνων χαμηλά στη πλάτη, η κακή χρήση του σώματος κατά τη διάρκεια της εργασίας, η άρση βαριών αντικειμένων, η κακή στάση του σώματος, οι δονήσεις ακόμη η ηλικία, το κάπνισμα, η παχυσαρκία, η εγκυμοσύνη και οι ψυχολογικοί παράγοντες (Cohen et al., 2009; Britt et al., 2004; Park et al., 2003; Manchikanti et al., 2001).

Η αιτία του πόνου συνήθως βρίσκεται στην σπονδυλική στήλη ή στις παρακείμενες δομές εξαιτίας της εφαρμογής μη φυσιολογικών ή παρατεταμένων φορτίσεων, οι οποίες είναι υπεύθυνες για την πρόκληση προβλημάτων στην οσφύ και στην πυελική περιοχή. Οι κύριες αιτίες για την εμφάνιση του οσφυϊκού πόνου είναι συνήθως άγνωστες, ωστόσο υπάρχουν αρκετοί ενοχοποιητικοί παράγοντες. Σε αυτούς συμπεριλαμβάνονται οι συνδεσμικές κακώσεις ή μυϊκές θλάσεις, διαφορές παθήσεις των αρθρώσεων, οι εκφυλιστικοί δίσκοι, σπονδυλικά κατάγματα, η σπονδυλόλυση και η σπονδυλολίση αλλά και η αστάθεια στην περιοχή της οσφύς (Kumar et al., 2011; Dankaerts et al., 2006).

Η εφαρμογή θεραπευτικών ασκήσεων, που ενισχύουν την ιδιοδεκτικότητα, προκαλεί περισσότερες μεταβολές σε επίπεδο εγκεφάλου (κεντρικό νευρικό σύστημα) παρά στο μυοσκελετικό σύστημα. Διάφορες νευροφυσιολογικές μελέτες έχουν συνδέσει τον πόνο στην οσφυϊκή περιοχή με διαταραχές των μηχανοποδοχέων και δυσλειτουργία στα ανώτερα κέντρα ιδιοδεκτικότητας (Cakir et al., 2006; O'Sullivan et al., 2003). Πιο συγκεκριμένα, οι θεραπευτικές αυτές ασκήσεις συμβάλουν στη μείωση του πόνου και της

ανικανότητας και πραγματοποιούν αλλαγές στη φλοιϊκή οργάνωση (Kofotolis and Kellis, 2006).

Η ιδιοδέκτρια νευρομυϊκή διευκόλυνση (proprioceptive neuromuscular facilitation- PNF) αποτελεί ένα είδος θεραπευτικής άσκησης ιδιαίτερα αποτελεσματικό στη βελτίωση του πόνου και της λειτουργικής ικανότητας αλλά και στη αύξηση της ελαστικότητας της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης των ασθενών με οσφυϊκό πόνο. Η PNF έχει σχεδιαστεί για την ενίσχυση του νευρομυϊκού μηχανισμού μέσω της χρήσης των ιδιοδεκτικών υποδοχέων. Οι μελέτες δείχνουν πως τα σχήματα και οι τεχνικές της PNF βελτιώνουν την δύναμη των μυών του κορμού, τη μυϊκή αντοχή, την ελαστικότητα και την κινητικότητα της οσφύς, την λειτουργική ικανότητα των ασθενών και συμβάλουν στην μείωση του πόνου (Amael et al., 2013; Franklin et al., 2013; Kumar et al., 2011; Kleon et al., 2009; Kofotolis et al., 2008; Kofotolis & Kellis, 2006; Larry et al., 2003).

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ
ΟΣΦΥΙΚΟΥ ΠΟΝΟΥ

1.1 ΟΣΦΥΙΚΟΣ ΠΟΝΟΣ

Ο οσφυϊκός πόνος αποτελεί ίσως το πιο συχνό φαινόμενο δυσλειτουργίας στον πληθυσμό του Δυτικού κόσμου και πιθανολογείται ότι είναι η κυριότερη αιτία ανικανότητας. Αναφέρεται συχνά σαν αίσθημα δυσφορίας, πόνου ή ακόμη και δυσκαμψίας στην περιοχή της οσφύς στην σπονδυλική στήλη (ΣΣ) στις ιερολαγόνιες αρθρώσεις και στη περιοχή των γλουτιαίων. Ο οσφυϊκός πόνος είναι ένα σύνθετο πρόβλημα που εμπλέκει συνήθως πολλές δομές και χρήζει αποκατάστασης (De Palma et al., 2011).

Διακρίνεται σε οξύ, υποξύ και χρόνια στάδιο (>12 εβδομάδες) και αυτό προκύπτει από το χρονικό διάστημα που απαντώνται τα συμπτώματα. Συχνά η ακριβής αιτία του οσφυϊκού πόνου είναι δύσκολο να διευκρινιστεί μιας και η παθοφυσιολογία και ανατομία του πόνου μπορεί να είναι άγνωστη ενώ ενοχοποιούνται παραπάνω από μία δομές. Ωστόσο, η γρήγορη και σαφής διάγνωση είναι σημαντική για να αντιμετωπισθούν τα συμπτώματα προτού η κατάσταση μετατραπεί σε χρόνια.

Πίσω από τον οσφυϊκό πόνο κατά 80% πάντα υπάρχει ένα μηχανικό αίτιο το οποίο είναι υπεύθυνο για την πρόκληση των συμπτωμάτων (Amal et al., 2013). Στην περίπτωση αυτή πραγματοποιείται αυτόματη ίαση μέσα σε διάστημα 2 -8 εβδομάδων ενώ πρωταρχικός στόχος είναι να τεθεί η σωστή διάγνωση και να ξεκινήσει η αποκατάσταση ώστε να περιοριστεί η ανικανότητα όσο το δυνατό πιο γρήγορα και η κατάσταση να μην μετατραπεί σε χρόνια πρόβλημα.

Οι αιτίες του οσφυϊκού πόνου είναι πολλές και διάφορες. Ο πόνος μπορεί να οφείλεται σε μια ιδιοπαθή κατάσταση, να προκληθεί εξαιτίας ενός κατάγματος ή μιας θλάσης στην περιοχή, να είναι αποτέλεσμα σπονδυλικής στένωσης, σπονδυλόλυσης ή σπονδυλολίστεσης. Οι νεοπλασματικές ασθένειες (πρωτοπαθής και δευτεροπαθής όγκος οστών), οι φλεγμονώδεις αρθρίτιδες (αγκυλοποιητική σπονδυλίτιδα, ψωριασική αρθρίτιδα, σύνδρομο Reiter's και εντεροπαθητική αρθρίτιδα), η οστεοπόρωση, η οστεομυελίτιδα αλλά και οι αιματολογικές διαταραχές μπορεί να είναι υπεύθυνες για τον οσφυϊκό πόνο (Dennis & Herta 2006) .

Η δισκοκήλη είναι ένας από τους πιο κοινούς παράγοντες οσφυϊκού πόνου. Συμβαίνει με την προβολή του πηκτοειδή πυρήνα μέσα από τον ινώδη δακτύλιο προκαλώντας πίεση στις ρίζες του νεύρου που προβάλλει από τον εκάστοτε σπόνδυλο. Αυτό συχνά συμβαίνει

μεταξύ των οσφυϊκών σπονδύλων O₄-O₅ και μεταξύ O₅-I₁. Υπάρχουν νευροδυναμικά τεστ για να τεθεί η διάγνωση με το πιο συνηθισμένο να είναι αυτό της άρσης του τεντωμένου σκέλους (straight leg raise- SLR) ή αλλιώς σημείο Laseque κατά την εκτέλεση του οποίου αντανακλάται ο πόνος στο δερμοτόμιο του σπονδύλου που υπάρχει το πρόβλημα (Nielsen et al., 2006; Dickey et al., 2002)..

Όταν ο οσφυϊκός πόνος συνοδεύεται με θετικό SLR τότε παρατηρείται περιορισμός της κίνησης τόσο στην οσφύ όσο και στο εύρος κίνησης του ισχίου. Αυτό πιθανά προκύπτει εξαιτίας των οπίσθιων μηριαίων οι οποίοι συνδέονται με τη μη φυσιολογική τάση του ισχιακού νεύρου ή την πίεση των ριζών του στο σημείο εξόδου τους από τους σπονδύλους (Dennis & Herta, 2006).

Ακόμη, διάφορα νευρολογικά σύνδρομα καθώς και ψυχογενείς παράγοντες ενοχοποιούνται για τον πόνο στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης (ΟΜΣΣ). Οι ασθενείς με ψυχολογικές διαταραχές συνήθως έχουν χειρότερη πρόγνωση, δεν είναι σε θέση να δώσουν ακριβής απαντήσεις σχετικά με τον πόνο που νιώθουν και παρατηρείτε μειωμένη απάντηση στην φαρμακευτική αγωγή και αποκατάσταση. Άλλες αιτίες που έχουν αντίκτυπο στη ψυχολογία είναι το άγχος και η σωματοποίηση του, η κατάθλιψη, ο χρόνιος πόνος και το γεγονός ότι δεν είναι ικανοποιημένοι από την δουλειά τους (Cohen et al., 2009).

Μέσα στους ενοχοποιητικούς παράγοντες πρέπει να συμπεριληφθούν οι δομές και οι ιστοί της ΣΣ καθώς η διάταση, η υπερφόρτωση, η δυσκαμψία και η μειωμένη δύναμη τους προκαλούν την εμφάνιση πόνου. Οι πιο συχνές από αυτές είναι οι ακανθώδεις αποφύσεις της ΟΜΣΣ, οι εγκάρσιες αποφύσεις (τα facets), οι μύες (κυρίως οι σταθεροποιητικοί), οι σύνδεσμοι και οι τένοντες. Ο τρόπος εκτέλεσης των κινήσεων άλλα και οι ίδιες οι κινήσεις από μόνες τους κάποιες φορές προκαλούν προβλήματα. Η πιο συνηθισμένη είναι ο συνδυασμός της κάμψης του κορμού προς τα εμπρός με στροφή όπου σε αυτή τη θέση η οσφυϊκή μοίρα δέχεται την μεγαλύτερη φόρτιση.

Ακόμη, η ηλικία σε συνδυασμό με τους διάφορους γενετικούς παράγοντες παίζει σημαντικό ρόλο. Συνήθως τα πρώτα επεισόδια οσφυϊκού πόνου μπορεί να εμφανισθούν στην εφηβική ηλικία να διατηρηθούν για λίγο και να εμφανισθούν ξανά αργότερα στην ενήλικη ζωή. Όπως είναι φυσικό με το πέρασμα της ηλικίας πραγματοποιούνται διάφορες

εκφυλιστικές αλλοιώσεις και κακώσεις ειδικά στην οσφυϊκή περιοχή, μειώνεται η οστική παραγωγή και ελαττώνεται η δύναμη και η ελαστικότητα των μυών και των συνδέσμων που δρουν σταθεροποιητικά μεταξύ των σπονδύλων της περιοχής και έτσι αυξάνεται η κινητικότητα στην οσφύ (Amal et al., 2013; Dankaerts et al., 2006).

Ο τρόπος ζωής είναι ακόμη ένας παράγοντας κινδύνου. Το κάπνισμα, η υιοθέτηση ενός καθιστικού τρόπου ζωής, η έλλειψη άσκησης και η πραγματοποίηση διαφόρων δραστηριοτήτων με εσφαλμένο τρόπο εκτέλεσης τείνουν να οδηγήσουν σε προβλήματα στην ΟΜΣΣ. Η εργασία και οι συνθήκες κάτω από τις οποίες κάποιος εργάζεται, η άρση και η μεταφορά βαριών αντικειμένων, οι κραδασμοί και οι δονήσεις στην ΣΣ αποτελούν ακόμη ένα ακόμη ενοχοποιητικό παράγοντα (Amal et al., 2013; Dankaerts et al., 2006).

Η παχυσαρκία, ένας τοκετός, το ιστορικό του ασθενούς (το οποίο περιλαμβάνει παλαιότερα επεισόδια μικρότερης ή μεγαλύτερης έντασης) καθώς και άλλοι ψυχογενείς παράγοντες έχουν σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση πόνου στην περιοχή σε συνδυασμό με μειωμένη δύναμη, ελαστικότητα και αντοχή των μυών και των συνδέσμων, την αυξημένη κινητικότητα της οσφύς και την μειωμένη λειτουργικότητα (Tanvi et al., 2013; Britt et al., 2004; Park et al., 2003).

1.2 ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΟΝΟΥ ΚΑΙ ΟΣΦΥΙΚΟΣ ΠΟΝΟΣ

Ο πόνος είναι μια δυσάρεστη υποκειμενική αισθητική και συναισθηματική εμπειρία η οποία συνδέεται από μια πραγματική ή δυνητική βλάβη ή βιώνεται με αυτό τον τρόπο (IASP) και έχει αντίκτυπο στην καθημερινότητα του ασθενούς. Αποτελεί φυσιολογική διεργασία, που προειδοποιεί τον οργανισμό και τον προστατεύει από περαιτέρω βλάβη. Προκαλείται από την ενεργοποίηση ειδικών υποδοχέων άλγους που αντιδρούν σε θερμικά, χημικά, μηχανικά και φλεγμονώδη ερεθίσματα (Johnson 2012; Dieen et al., 2003).

Συνήθως ο πόνος, αποτελεί τον θεραπευτικό στόχο σε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης μιας και ο εντοπισμός της πηγής προέλευσης του μπορεί να είναι και η θεραπεία. Στην περίπτωση όμως των ασθενών με οσφυϊκό πόνο, ο εντοπισμός του αιτίου αποτελεί ένα δύσκολο και περίπλοκο φαινόμενο. Από την στιγμή που εμφανιστεί ο οσφυϊκός πόνος, θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη και να δοθεί ιδιαίτερη σημασία ώστε να αποφευχθεί το γεγονός να μετατραπεί σε χρόνια κατάσταση (Johnson 2012; Dieen et al., 2003) .

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορούν να ενοχοποιηθούν για την εμφάνιση του πόνου στην οσφυϊκή περιοχή της ΣΣ και οι οποίοι έχουν αναφερθεί στην παραπάνω ενότητα. Ωστόσο, η αυξημένη κινητικότητα της ΟΜΣΣ και η αστάθεια που προκύπτει από αυτή στην περιοχή του κορμού τείνουν να αποτελούν την κύρια αιτία εμφάνισης του πόνου κάτι το οποίο βέβαια δεν ισχύει σε όλες τις περιπτώσεις. Σχετικά με τον οσφυϊκό πόνο, υπάρχουν δύο μοντέλα που μπορούν να αποδώσουν τα πιθανά γεγονότα που συμβαίνουν όταν βιώνεται ο πόνος όπως υποστηρίζεται από τους Johnson (2012), Dieen et al. (2003) και Lund et al. (1991).

Ο πρώτος τύπος είναι ένα κυκλικό μοντέλο πόνου-σπασμού-πόνου το οποίο είναι υπεύθυνο για την ανικανότητα και την δυσλειτουργία στην περιοχή εξαιτίας των διαφόρων μυοσκελετικών καταστάσεων. Ο πόνος στο συγκεκριμένο μοντέλο τείνει να προκαλεί αυξημένη μυϊκή δραστηριοποίηση η οποία με τη σειρά της οδηγεί στην πρόκληση περαιτέρω πόνου. Όταν, δηλαδή, συμβαίνει ένα ατύχημα, οι μύες που βρίσκονται γύρω από την τραυματισμένη δομή γίνονται υπερτονικοί στην προσπάθεια τους να αποτρέψουν έναν μεγαλύτερο τραυματισμό. Αυτό το φαινόμενο δρα σαν μηχανισμός προστασίας. Στην περίπτωση, που η υπερτονία διατηρείται για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα, έχει σαν

αποτέλεσμα την εμφάνιση του συγκεκριμένου προτύπου (Johnson 2012; Dieen et al., 2003).

Το συγκεκριμένο μοντέλο καταγράφηκε για πρώτη φορά το 1942 στη μελέτη του Travel, ωστόσο η έρευνα είναι αρκετά περιορισμένη και δεν είναι αποδεκτό από όλους τους συγγραφείς εξαιτίας της λιγοστής βιβλιογραφίας γύρω από το συγκεκριμένο θέμα.

Ο δεύτερος τύπος, η προσαρμογή του πόνου, όπως περιγράφεται από τους Lund et al. (1991) και έχει να κάνει με την υπερδραστηριοποίηση των μυών στις διάφορες μυοσκελετικές παθήσεις. Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, υποστηρίζεται πως ο πόνος μειώνει την δραστηριοποίηση των μυών όταν αυτοί συμπεριφέρονται ως αγωνιστές και αυξάνει την δραστηριοποίηση των μυών όταν δρουν σαν ανταγωνιστές. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση του εύρους τροχιάς (range of motion-ROM) και συνεπώς την περεταίρω καταστροφή των ιστών που είναι υπεύθυνοι για την εμφάνιση του πόνου (Johnson, 2012; Dieen et al.,2003; Lund et al., 1991).

1.3 ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΠΟΝΟΥ

Η αντίληψη του πόνου προϋποθέτει την ακεραιότητα του εγκεφαλικού φλοιού, στον οποίο οφείλεται η εκτίμηση της προέλευσης, της ποιότητας, της έντασης και της διάρκειας του πόνου. Η αντίληψη του επώδυνου ερεθίσματος είναι δυνατόν να μεταβληθεί από τα φάρμακα ενώ η καταστροφή του νωτιαίου μυελού μπορεί να καταστήσει το άτομο ικανό να μην αντιλαμβάνεται τον πόνο αλλά να μην είναι ικανό να καθορίσει ποια είναι η αιτία του.

Η απάντηση στο αλγεινό ερέθισμα εκφράζεται μέσω του κινητικού συστήματος και πιο συγκεκριμένα μέσω των απαγωγών νευρών όπως είναι η κίνηση και η ομιλία καθώς και του αυτόνομου συστήματος όπως είναι η καρδιά, τα σπλάχνα και τα αγγεία. Όταν η απάντηση στο πόνο συνοδεύεται με εκούσια κίνηση αυτό οφείλεται στον εγκεφαλικό φλοιό ενώ όταν η ακούσια κίνηση οφείλεται σε κατώτερα κέντρα (Price & Pierre, 2006).

Ο πόνος δημιουργείται όταν διάφορα δυνητικά ερεθίσματα ενεργοποιούν αυτούς τους υποδοχείς των αισθητικών νευρών δηλαδή τους αλγοϋποδοχείς που βρίσκονται στο δέρμα ή στα εσωτερικά όργανα. Υπάρχουν διάφορα είδη αλγοϋποδοχέων και είναι ευαίσθητοι σε διάφορα είδη ερεθισμάτων. Οι θερμικοί αλγοϋποδοχείς ενεργοποιούνται μετά από έκθεση σε έντονο ψύχος ή σε αυξημένη θερμότητα, οι μηχανικοί αλγοϋποδοχείς μετά από υπερβολική πίεση και οι χημικοί αλγοϋποδοχείς οι οποίοι ενεργοποιούνται μετά από έκθεση σε χημικές ουσίες.

Η αντίληψη του πόνου, οφείλεται επίσης στην ενεργοποίηση των αλγοϋποδοχέων οι οποίοι μεταδίδουν ερεθίσματα μέσω των αισθητικών νευρώνων προς τον νωτιαίο μυελό. Στον υποθάλαμο πραγματοποιείται η ταξινόμηση και η ολοκλήρωση της αντίληψης του πόνου ενώ από εκεί το αλγεινό ερέθισμα μεταφέρεται σε άλλα σημεία του εγκεφάλου και το άτομο είναι σε θέση να αντιληφθεί πλήρως τον πόνο (Dennis & Herta, 2006; Price & Pierre, 2006).

Στην πραγματικότητα δεν υπάρχει ένας μόνο παθοφυσιολογικός μηχανισμός που να είναι υπεύθυνος για την εμφάνιση του άλγους. Η ενεργοποίηση των υψηλών ουδού ερεθίσματος υποδοχέων οι οποίοι ανευρίσκονται στην περιφέρεια είναι υπεύθυνοι για την πρόκληση φυσιολογικού πόνου. Το ερέθισμα μεταφέρεται μέσω ορισμένων ανιουσών οδών από τον νωτιαίο μυελό προς στον εγκέφαλο. Ο παθολογικός πόνος από την άλλη προκαλείται

εξαιτίας κάποιας διαταραχής στο σωματοαισθητικό σύστημα, κάτι που μπορεί να προκύψει από διάφορες καταστάσεις.

Δεν υπάρχει απόλυτη διάκριση μεταξύ των διαφόρων τύπου πόνου μιας και πολλές φορές οι τύποι αυτοί μπορεί να συσχετίζονται. Ο φυσιολογικός πόνος για παράδειγμα μπορεί να μεταβληθεί σε φλεγμονώδη ή σε νευρολογικό πόνο. Το νευρικό σύστημα διακρίνεται σε τέσσερις κατηγορίες μεταβολών οι οποίες μπορεί να θεωρηθούν υπεύθυνες για την πρόκληση πόνου:

- η περιφερική ευαισθητοποίηση των πρωταρχικών προσαγωγών οδών
- η κεντρική ευαισθητοποίηση των νευρώνων των οπίσθιων κεράτων του νωτιαίου μυελού
- οι μόνιμες μεταβολές στο κεντρικό νευρικό σύστημα
- οι παθολογικές ιδιότητες κεντρικών κυκλωμάτων (Dennis & Herta, 2006).

1.3.1 Περιφερική ευαισθητοποίηση των πρωταρχικών προσαγωγών οδών

Όταν συμβαίνει ένα τραυματισμός, η ουδός του πόνου στην περιοχή του τραύματος αλλά και στην παρακείμενη περιοχή ελαττώνεται. Στην τραυματισμένη περιοχή παρατηρείται αυξημένη ευαισθησία σε θερμικά και μηχανικά ερεθίσματα ενώ στην παρακείμενη μόνο στα μηχανικά. Οι αισθητικές ίνες Ad και C είναι αυτές οι ίνες που μεταφέρουν τα αλγεινά ερεθίσματα από την περιφέρεια και χαρακτηρίζονται από αυξημένη ευαισθησία στα έντονα ερεθίσματα.

Μια τοπική ιστική βλάβη έχει σαν αποτέλεσμα την απελευθέρωση διαφόρων φλεγμονώδων μεσολαβητών όπως η ακετυλοχολίνη, η ισταμίνη, η βραδυκινίνη, η σεροτονίνη, ιόντα K^+ και ιόντα H^+ , η ουσία P, οι προσταγλαδίνες, και διάφοροι άλλοι μεταβολίτες αραχιδονικού οξέος. Οι ουσίες αυτές έχουν την ικανότητα να διεγείρουν τους αλγοϋποδοχείς αλλά και να αυξάνουν την ευαισθησία τους. Το αποτέλεσμα είναι η αύξηση του ρυθμού πυροδότησης δηλαδή μείωση του ουδού διέγερσης και η εμφάνιση αυτόματης δραστηριότητας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα αυξημένη παραγωγή ώσεων και μεταβίβαση αυτών προς το νωτιαίο μυελό και ονομάζεται περιφερική ευαισθητοποίηση η οποία οδηγεί συνήθως σε πρωτοπαθή υπεραλγησία. (Guyton & Hall, 2013; Iatrou, 2003; Tunks & Marskey 2001; Petersen 2000).

Ακόμη είναι γνωστό ότι τα μαστοκύτταρα παίζουν σημαντικό ρόλο στις μεταβολές της ευαισθησία των υποδοχέων πόνου καθώς και οι μεταγαγγλιακές συμπαθητικές νευρικές απολήξεις συμμετέχουν στην ευαισθητοποίηση των αλγοϋποδοχέων με ελευθέρωση νευροπεπτιδίων ή ATP κάτι που οδηγεί σε φωσφορυλίωση του υποδοχέα της κυτταρικής μεμβράνης, στην διέγερση του ή στην αύξηση της ευαισθησίας του. Ωστόσο, οι ακριβείς μοριακοί μηχανισμοί για τις μεταβολές της ευαισθησίας των υποδοχέων του άλγους, δεν είναι γνωστοί (Guyton & Hall, 2013; Iatrou, 2003; Tunks & Marskey 2001).

1.3.2 Κεντρική ευαισθητοποίηση των νευρώνων των οπίσθιων κεράτων του νωτιαίου μυελού

Οι περιφερικές νευρικές απολήξεις των προσαγωγών νευρικών ινών είναι εξειδικευμένες στη αναγνώριση των ερεθισμάτων που γίνονται αισθητά στην επιφάνεια του δέρματος. Η εξειδίκευση διατηρείται με κατανομή των κεντρικών απολήξεων των προσαγωγών ινών στα οπίσθια κέρατα του νωτιαίου μυελού. Ενδοκυττάριας μελέτες που αφορούν τους νευρώνες των οπίσθιων κεράτων του νωτιαίου μυελού αναφέρουν την ύπαρξη δύο περιοχών όπου πραγματοποιούνται διαφορετικοί ουδοί διέγερσης και περιγράφουν τον τρόπο αντίληψης του αλγεινού ερεθίσματος (Tunks & Marskey, 2001).

Η πρώτη περιοχή ονομάζεται < impulse firing zone > και αναφέρεται στα ερεθίσματα υψηλού ουδού. Στη δεύτερη περιοχή < subliminal zone > γίνονται αντιληπτά μικρότερου ουδού ερεθίσματα. Η περιοχή αυτή όμως ενεργοποιείται κάτω από ορισμένες μόνο συνθήκες και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να δέχεται τα χαμηλού ουδού ερεθίσματα σαν ερεθίσματα υψηλού και να αυξάνει την αντίληψη τους. Σε φυσιολογικές συνθήκες, τα μετασυναπτικά δυναμικά τα οποία προκαλούνται από διέγερση των προσαγωγών απολήξεων, προκαλούν για ελάχιστο διάστημα διεγερσιμότητα στους νευρώνες, και η οποία αναστέλλεται μέσω μηχανισμών από τον εγκέφαλο ή και το νωτιαίο μυελό (Dennis & Herta, 2006).

Όταν όμως η περιφερική ιστική βλάβη διεγείρει τις προσαγωγές οδούς υψηλού ουδού, ενεργοποιείται στο επίπεδο του νωτιαίου μυελού το φαινόμενο της κεντρικής ευαισθητοποίησης, το οποίο προκαλεί την ενεργοποίηση και των δύο περιοχών αντίληψης, με αποτέλεσμα να έχουμε τροποποίηση του ερεθίσματος τόσο σε επίπεδο νωτιαίου μυελού όσο και σε ανώτερα κέντρα (Dennis & Herta, 2006).

1.3.3 Μόνιμες μεταβολές στο κεντρικό νευρικό σύστημα

Σε ολόκληρη σχεδόν την επιφάνεια του σώματος μας υπάρχουν ελεύθερες νευρικές απολήξεις, υποδοχείς πόνου, που όταν ενεργοποιηθούν μέσω του κατάλληλου ερεθίσματος να δώσουν μία πρώτη πυροδότηση σε μία νευρική οδό η οποία θα καταλήξει στον εγκέφαλο. Στην περιοχή του φλοιού, θα γίνει η αναγνώριση και θα διαμορφωθούν οι συνειδητές επιλογές αντίδρασης για την αποφυγή του πόνου αλλά θα καθοριστεί και ο τρόπος αντιμετώπισης του.

Ο πόνος όμως πέρα από τις συνειδητή αξιολόγηση και συμπεριφορά προκαλεί και αυτόματες, ασυνείδητες αντιδράσεις στη λειτουργία του σώματος αλλά και αυτόματες ακούσιες κινητικές αντιδράσεις φυγής, πέρα από το συνειδητό σχέδιο που θα επεξεργαστεί και ολοκληρωθεί στον εγκεφαλικό φλοιό (Eccleston, 2001).

Ο πόνος αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο για τον άνθρωπο μιας και είναι αυτός που μας προειδοποιεί ότι κάτι δεν πάει καλά και ότι πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στην αναγνώριση του βλαπτικού ερεθίσματος που προκαλεί είτε οξύ είτε χρόνιο πόνο, την αξιολόγηση και την αντιμετώπιση του. Ένα ερέθισμα για να γίνει αντιληπτό από τους υποδοχείς του πόνου, θα πρέπει να προκαλέσει ένα δυναμικό ενέργειας ικανό να διαβεί την ουδό πόνου του συγκεκριμένου υποδοχέα. Έτσι γίνεται κατανοητό ότι ερεθίσματα τα οποία δεν έχουν βλαπτικό χαρακτήρα δεν γίνονται αντιληπτά.

Ακόμη πρέπει να σημειωθεί πως μέσω των ίδιων υποδοχέων μπορεί να γίνεται μετάδοση και άλλων αισθήσεων, αν αυτοί διεγερθούν με διαφορετικής ποιότητας ερέθισμα. Η ουδός του πόνου αποτελεί ένα νευροφυσιολογικό μέγεθος αντικειμενικά μετρήσιμο ανεξάρτητο από υποκειμενικές παραμέτρους. Είναι κατανοητό πως δεν είναι ο ίδιος για όλους τους ανθρώπους και υπάρχουν γενετικές διαφορές που δίνουν ένα διαφορετικό υποκειμενικό νευροφυσιολογικό προφίλ στη πρόσληψη του πόνου (Dennis & Herta, 2006; Eccleston, 2001).

1.3.4 Παθολογικές ιδιότητες κεντρικών κυκλωμάτων

Παρατηρούνται παρατεταμένες μεταβολές στα οπίσθια κέρατα του νωτιαίου μυελού εξαιτίας των προσαγωγών νευρικών ιών C. Αναφέρονται τρεις διαφορετικές δραστηριότητες στα οπίσθια κέρατα.

Ένας ταχείας δράσης μεταβιβαστής, ελευθερώνεται στις ελεύθερες απολήξεις κατά την εφαρμογή ενός ερεθίσματος και μεταφέρεται το ερέθισμα μέσω του μεταβιβαστή μόνο σε αυτά τα κύτταρα που συνδέονται μονοσυναπτικά οι απολήξεις που έχουν ενεργοποιηθεί. Οι πληροφορίες που προκύπτουν με αυτό τον τρόπο αφορούν την έναρξη, την διάρκεια, την προέλευση και την ένταση του ερεθίσματος.

Ταυτόχρονα από τις ίδιες απολήξεις, ελευθερώνονται και άλλοι νευρορρυθμιστές και παράγουν ένα αργό δυναμικό, το οποίο επιτρέπει στις προσαγωγές ίνες να απαντούν προοδευτικά όταν διεγείρονται επαναλαμβανόμενα. Από αυτό φαίνεται πως ένα ερέθισμα μπορεί να προκαλεί όλο και μεγαλύτερη απάντηση, μιας και γίνεται άθροιση των χαμηλών δυναμικών με τις επαναλαμβανόμενες διεγέρσεις.

Τα μικρής διάρκειας ερεθίσματα που μεταφέρονται μέσω των ιών C, προκαλούν μεταβολές παρατεταμένες στα οπίσθια κέρατα. Οι μεταβολές αυτές έχουν μεγαλύτερη διάρκεια από αυτή του ερεθίσματος.

Το γλουταμινικό οξύ αποτελεί ένα ταχύ μεταβιβαστή. Η απελευθέρωση πεπτιδίων αυξάνουν την διάρκεια της δημιουργίας δυναμικού και δρουν στους διαύλους Ca^{++}/Na^{+} και ελαττώνουν την έξοδο K^{+} από τα κύτταρα (Guyton & Hall, 2013)

1.4 ΝΕΥΡΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΠΟΝΟΥ

Αυτό που μας επιτρέπει να διαχωρίσουμε ένα τύπο αίσθησης από έναν άλλον είναι η ειδική τοποθεσία στο νευρικό σύστημα όπου η κάθε νευρική ίνα οδηγεί η καταλήγει. Κάθε ίνα ή ομάδα νευρικών ινών οι οποίες συνδέονται με τις αντίστοιχες αισθητικές ίνες αναφέρονται σαν “σημασμένη οδός” (αισθητικοί υποδοχείς πολύ ευαίσθητοι σε έναν ειδικό τύπο ερεθίσματος). Ο πόνος γίνεται αντιληπτός μέσα από τα δυναμικά ενέργειας που πορεύονται μέσα από ίνες και νευρώνες του προσθιοπλάγιου συστήματος δηλαδή της νωτιοθλαμικής οδού (Guyton & Hall, 2013).

Οι υποδοχείς πόνου αποτελούν ελεύθερες νευρικές απολήξεις οι οποίες συγκεντρώνονται σε μεγάλο βαθμό στο δέρμα, στο περίστωο, στις αρθρικές επιφάνειες και στη σκληρά μήνιγγα. Ενεργοποιούνται μέσω μηχανικών και θερμικών ερεθισμάτων τα οποία παράγουν ταχύ πόνο και μέσω των χημικών ερεθισμάτων (βραδυκινίνη, ισταμίνη, ακετυλοχολίνη, σεροτονίνη, οξέα και ιόντα καλίου) που είναι υπεύθυνα για την παραγωγή βραδέως πόνου. Ακόμη, οι προσταγλαδίνες και η ουσία P αν και αυξάνουν την ευαισθησία των υποδοχέων, δεν προκαλούν όμως άμεση διέγερση. Η προσαρμογή των υποδοχέων του πόνου είναι πολύ αργή και πολλές φορές δεν υπάρχει και καθόλου (Guyton & Hall, 2013).

Η αντίληψη και η μετάδοση των αλγεϊκών ερεθισμάτων εξαρτάται από δύο κυρίως τύπους νευρικών ινών (αν και είναι πολύ πιθανόν να συμβάλουν και άλλοι τύποι ινών στην αντίληψη του πόνου). Κάποιες νευρικές ίνες είναι υπεύθυνες για την μετάδοση των τραυματικών ερεθισμάτων και κάποιες για την αντίληψη του πόνου. Οι Αδ εμύελες ίνες και οι C αμύελες ίνες είναι οι δύο διακεκριμένες οδοί μετάδοσης του πόνου, ο τραυματισμός των οποίων έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση έντονου πόνου.

Τα σήματα του ταχέως πόνου εκλύονται με μηχανικά και θερμικά ερεθίσματα και μεταδίδονται με ίνες τύπου Αδ (ταχύτητα 6-30 m/sec). Ο πόνος αυτός περιγράφεται σαν οξύς, διαπεραστικός πόνος. Τα σήματα του χρόνιου πόνου (βραδέος) μεταδίδονται μέσω των αμύελων ινών τύπου C (ταχύτητα 0,5-2 m/sec) και ο πόνος χαρακτηρίζεται ως αμβλύς, επίμονος πόνος. Καθώς οι ίνες αυτών των δύο τύπων εισέρχονται στη ΣΣ, διαχωρίζονται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε οι Αδ ίνες διεγείρουν νευρώνες του οπίσθιου κέρατος, ενώ οι ίνες C σχηματίζουν συνάψεις με νευρώνες της πηκτωματώδους ουσίας (Guyton & Hall, 2013).

Οι νευρώνες, που δέχονται ώσεις από τις προσαγωγές Αδ νευρικές ίνες, σχηματίζουν της νεονωτιαιοθαλαμική οδό, η οποία και χρησιμοποιείται για τον ακριβή εντοπισμό του πόνου. Από την άλλη, οι νευρώνες που δέχονται ερεθίσματα από τις ίνες C, αποτελούν την παλαιονωτιαίοθαλαμική οδό. Η παλαιονωτιαιοθαλαμική οδός σχετίζεται με την δυσάρεστη αίσθηση που βιώνεται ως πόνος.

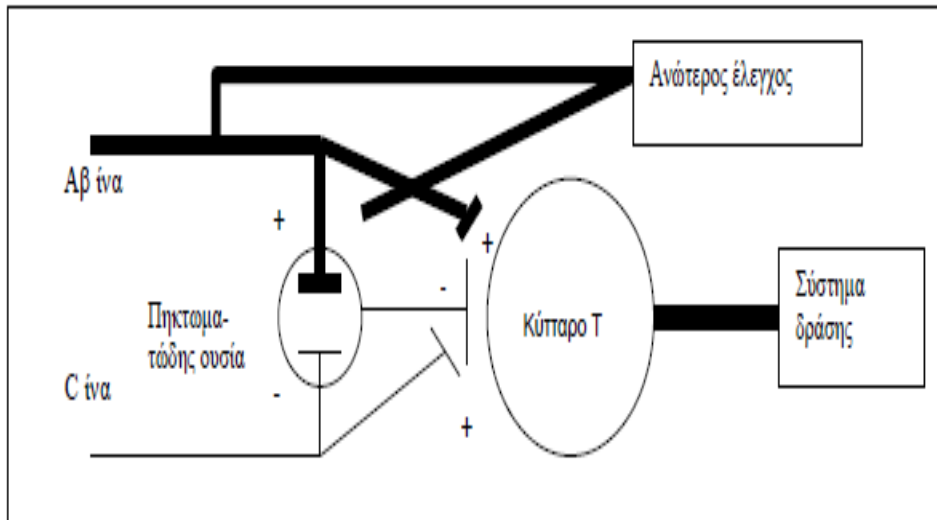
Επίσης, ένας ακόμη τύπος νευρικών ινών, που φαίνεται ότι συμμετέχει αρκετά στη μετάδοση του πόνου είναι Αβ νευρικές ίνες. Αυτές οι ίνες είναι αισθητικές, εμμύελες, μεγάλης διαμέτρου ίνες, ευαίσθητες στην ελάχιστη πίεση και αδρή αφή με την διέγερση τους να οδηγεί σε καταστάσεις ασυνήθιστης αντίδρασης στην αφή και την πίεση. Μπορεί, δηλαδή, κάποιο δερματικό ερέθισμα να προκαλεί εντονότερη ευαισθησία από ότι μπορεί να υφίσταται στην πραγματικότητα. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται υπερπάθεια (Guyton & Hall, 2013).

Η πιο διαδεδομένη θεωρία για τον πόνο είναι αυτή της “πύλης”, η οποία αναφέρθηκε για πρώτη φορά από τους Melzack και Wall το 1965 (Gate control theory) στην προσπάθειά τους να καταφέρουν να ερμηνεύσουν τους μηχανισμούς για τον έλεγχο του πόνου. Η υπόθεση ήταν ότι το αλγινό ερέθισμα για να φτάσει στον εγκέφαλο πρέπει να περάσει από μία ειδική “πύλη”. Η συγκεκριμένη πύλη βρίσκεται στην πηκτωματώδη ουσία του οπίσθιου κέρατος του νωτιαίου μυελού. Οι μέχρι τότε θεωρίες, θεωρία της εξειδίκευσης και θεωρία ειδικής μορφής, δέχθηκαν ιδιαίτερη κριτική διότι δεν λάμβαναν υπόψη την σύνδεση του πόνου με την ψυχολογική εμπειρία των ασθενών (Dennis & Herta, 2006).

Η θεωρία της πύλης αναφέρει πως οι ώσεις που φθάνουν στον νωτιαίο μυελό αναστέλλονται στα οπίσθια κέρατα του νωτιαίου μυελού και εμποδίζεται η περαιτέρω μετάδοση των ερεθισμάτων. Η ενεργοποίηση των μεγάλης διαμέτρου αισθητικών ινών αφής φαίνεται πως αναστέλλει την μετάδοση του πόνου στα οπίσθια κέρατα κλείνοντας την πύλη, ενώ οι νευρικές ίνες μικρής διαμέτρου συμβάλουν στο να ανοίγουν την πύλη του πόνου. Ο μηχανισμός των κατερχόμενων ώσεων από τον εγκεφαλικό φλοιό τείνει να επηρεάζει το φαινόμενο της “πύλης”.

Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τη θεωρία της “πύλης” στα οπίσθια κέρατα υπάρχουν οι διαβιβαστικοί νευρώνες T οι οποίοι δέχονται ερεθίσματα από αλγαισθητικές ίνες αλλά και από τις Αβ εμμύελες ίνες που μεταφέρουν ανώδυνα απτικά ερεθίσματα. Οι Αβ ίνες διεγείρουν διάμεσους ανασταλτικούς νευρώνες και αναστέλλουν τους T νευρώνες μαζί με

τις Αδ και C ίνες. Η θεωρία της πύλης ελέγχου αν και αποτελεί την πιο λειτουργική θεωρία για τον πόνο υφίσταται αρνητική κριτική λόγω έλλειψης στοιχείων μιας και δεν μπορεί να εξηγήσει κάποια φαινόμενα πόνου μετά από απώλεια ερεθισμάτων στη περιφέρεια (εικ.1).



Εικόνα 1. Η <Θεωρία της Πύλης> των Melzack & Wall, 1965

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΙΔΙΟΔΕΚΤΡΙΑ ΝΕΥΡΟΜΥΙΚΗ
ΔΙΕΥΚΟΛΥΝΣΗ

2.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΚΑΙ ΝΕΥΡΟΜΥΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΙΔΙΟΔΕΚΤΡΙΑΣ ΝΕΥΡΟΜΥΙΚΗΣ ΔΙΕΥΚΟΛΥΝΣΗΣ (PNF) ΣΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΣΣ

Ένας από τους κύριους στόχους της PNF είναι να δημιουργήσει ένα άρτια δομικό και νευρομυϊκό σύστημα. Χρησιμοποιεί νευροφυσιολογικές αρχές του αισθητικοκινητικού συστήματος τόσο για αξιολόγηση αλλά και την αποκατάσταση των νευρομυοσκελετικών δυσλειτουργιών. Τα δομικά προβλήματα όπως μυοπεριτονιακά προβλήματα και προβλήματα υπερκινητικότητας και υποκινητικότητας των αρθρώσεων, επηρεάζουν την ικανότητα του σώματος να πραγματοποιήσει σωστή στάση και κίνηση. Οι νευρομυϊκές δυσλειτουργίες προκαλούν επαναλαμβανόμενη μη φυσιολογική χρήση του μυοσκελετικού συστήματος (Adler et al., 2008).

Η εφαρμογή της ιδιοδέκτριας νευρομυϊκής διευκόλυνσης στοχεύει στη μείωση των συμπτωμάτων, στη βελτίωση της κατανομής των δυνάμεων στη συμπτωματική περιοχή και στη μείωση των δυσλειτουργιών που προκαλούνται εξαιτίας του φτωχού νευρομυϊκού ελέγχου (Adler et al., 2008; Johnson & Johnson, 2002; Knott & Voss, 1968). Η PNF συνδυάζει την κινητοποίηση των μαλακών ιστών και την κινητοποίηση των αρθρώσεων μαζί με την νευρομυϊκή επανεκπαίδευση και τις μετατρέπει σε μία δυναμική θεραπευτική προσέγγιση.

2.2 ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ

Η ιδιοδέκτρια νευρομυϊκή διευκόλυνση (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation) αποτελεί μία θεραπευτική προσέγγιση η οποία στοχεύει στην βελτίωση του νευρομυϊκού μηχανισμού και της ισορροπίας μέσω της διέγερσης των ιδιο και εξω-υποδοχέων. Η εφαρμογή της PNF βασίζεται στις αρχές του κινητικού ελέγχου, σε αρχές της νευροφυσιολογίας και νευροαναπτυξιακής ακολουθίας, στην κινησιολογία και την ανάλυση των καθημερινών λειτουργικών δραστηριοτήτων.

Σύμφωνα με την φιλοσοφία της PNF ο κάθε άνθρωπος διαθέτει διάφορα ενεργειακά αποθέματα που πρέπει να ενισχυθούν σε φυσικό, κοινωνικό, πνευματικό και ψυχολογικό επίπεδο. Η θεραπεία πρέπει να ξεκινάει με θετική προσέγγιση, βλέπουμε τι είναι σε θέση να κάνει ο ασθενής, ξεκινάμε από τα δυνατά τμήματα του σώματος του, θέτουμε θεραπευτικό στόχο και του δίνουμε κίνητρο, στοχεύουμε στην αύξηση της λειτουργικότητας και της κινητικής μάθησης (αισθητική πληροφόρηση, κίνητρο, πολυμορφία άσκησης) και μένουμε μακριά από τον πόνο.

Η αποφυγή της κόπωσης είναι σημαντική και επιτυγχάνεται με την χρήση της αντανάκλασης (δουλεύουμε το πιο δυνατό τμήμα με στόχο να ενεργοποιήσουμε το πιο αδύναμο), την εναλλαγή τεχνικών οι οποίες είναι πάντα εντοπισμένες στο στόχο, την αλλαγή θέσεων, δραστηριοτήτων, μυών και μυϊκών ομάδων. Η θεραπεία γίνεται ακόμη πιο λειτουργική με την προσομοίωση του περιβάλλοντος της άσκησης με αυτό του ασθενούς και με το τι πραγματικά χρειάζεται να δουλευθεί ώστε ο ασθενής να είναι ανεξάρτητος.

2.3 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΤΗΣ PNF

2.3.1 Ιδιοδεκτικά ερεθίσματα

Στα ιδιοδεκτικά ερεθίσματα συγκαταλέγονται διάφοροι νευροφυσιολογικοί μηχανισμοί όπως η αντίσταση, η ενίσχυση, η αντανάκλαση, η τάση (ερέθισμα τάσης και αντανάκλαστικό τάσης), η προσέγγιση, η έλξη, ο συγχρονισμός, τα σχήματα και η μηχανική του σώματος.

Η αντίσταση αποτελεί ερέθισμα για σύσπαση και προκαλεί αύξηση της στρατολόγησης των κινητικών μονάδων. Οποιαδήποτε και να είναι η μορφή της δύναμης που ασκείται (ισομετρική, πλειομετρική, μειομετρική κλπ) υπάρχει μια θετική σχέση μεταξύ της εφαρμοζόμενης αντίστασης και της ενεργοποίησης των μυών ώστε να πραγματοποιηθεί μια συντονισμένη και αρμονική κίνηση ή για να αυξηθεί η σταθερότητα. Η εφαρμογή της αντίστασης προκαλεί μια αυξημένη εισροή ηλεκτρικής δραστηριότητας από την μυϊκή άτρακτο στους αγωνιστές ενώ διευκολύνει στην αναστολή των κινητικών νευρώνων των ανταγωνιστών (Kabat, 1956; Burke et al., 2000).

Η ενίσχυση πραγματοποιείται όταν ένα ερέθισμα αυξάνεται εξαιτίας της αυξημένης δραστηριότητας άλλων σημείων του σώματος και χωρίζεται σε δύο τύπους, αυτόν της χωρικής άθροισης και αυτόν της χρονικής άθροισης. Η τάση αποτελεί μυϊκό ερεθισμό που εφαρμόζεται είτε σε ένα μυ που βρίσκεται σε θέση επιμήκυνσης είτε σε θέση σύσπασης.

Η αντανάκλαση αποτελεί την απάντηση ενός ερεθίσματος αυξημένο σε δύναμη και συχνότητα από ένα δυνατό σημείο του σώματος σε ένα άλλο αδύναμο ώστε αυτό να διευκολυνθεί. Αυτή η ικανότητα ονομάζεται υπερχειλίση και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διευκόλυνση ή αναχαίτιση. Οι στόχοι της εφαρμογής της αντανάκλασης είναι η μείωση του πόνου μέσω αμοιβαίας αναχαίτισης, η διευκόλυνση μιας κίνησης, η λειτουργία των αδύναμων μυών, η αύξηση του συντονισμού, η αύξηση της ιδιοδεκτικότητας και της αντίληψης, η έμμεση θεραπεία, η κινητική μάθηση και η λειτουργική εκπαίδευση.

Η προσέγγιση είναι η βασική αρχή για τη σταθεροποίηση, αυξάνει τη σταθερότητα και διεγείρει τους αισθητικούς υποδοχείς της άρθρωσης. Η έλξη διεγείρει και αυτή τους αισθητικούς υποδοχείς, κάνει την πραγματοποίηση μιας κίνησης ευκολότερη και μειώνει

τον πόνο. Στην προσέγγιση έχουμε συμπίεση των επιφανειών της άρθρωσης ενώ στην έλξη απομάκρυνση. Ο συγχρονισμός είναι η αλληλουχία των κινήσεων σε ένα σχήμα.

Τα σχήματα της PNF είναι διαγώνια ελικοειδή σχήματα και προσομοιάζουν κινήσεις που πραγματοποιούνται στην καθημερινή ζωή ή στα διάφορα αθλήματα. Η κίνηση μέσω των σχημάτων σημαίνει παραγωγή περισσότερης δύναμης. Η μηχανική του σώματος του θεραπευτή είναι σημαντική διότι κατευθύνει τον ασθενή να πραγματοποιήσει ένα σχήμα μέσα στη διαγώνιο όπως και επίσης να εφαρμοσθεί η κατάλληλη αντίσταση διαμέσου του βάρους του σώματος του.

2.3.2 Εξωδεκτικά ερεθίσματα

Στα εξωδεκτικά ερεθίσματα ανήκουν το λεκτικό παράγγελμα, το οπτικό ερέθισμα και το απτικό ερέθισμα. Το ακουστικό ερέθισμα είναι πολύ βοηθητικό στην πραγματοποίηση μιας κίνησης. Ο θεραπευτής χρησιμοποιεί τα κατάλληλα παραγγέλματα για να προετοιμάσει τον ασθενή να πραγματοποιήσει μια κίνηση καθώς και να τον διορθώσει, του εξηγεί τι να κάνει και πότε να το κάνει. Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στον τόνο και την ένταση της φωνής του θεραπευτή. Οι εντολές πρέπει να είναι σαφείς, ξεκάθαρες και προσαρμοσμένες στον στόχο.

Το οπτικό ερέθισμα είναι ένα από τα κυρίαρχα ερεθίσματα διευκόλυνσης. Ο ασθενής ακολουθεί την κίνηση του μέλους του, την ελέγχει και πραγματοποιεί διορθώσεις όπου μπορεί να χρειασθούν. Προάγεται ο συντονισμός μεταξύ των κινήσεων του αυχένα του κορμού και των άκρων. Αυξάνεται η συγκέντρωση και η ασφάλεια του ασθενούς, ενώ προάγεται η μυϊκή σύσπαση όταν δεν υπάρχει ιδιοδεκτικότητα. Επιπλέον, η ισορροπία και οι ισορροπιστικές αντιδράσεις βασίζονται αρκετά στο οπτικό ερέθισμα για την ακριβή ερμηνεία των χωρικών σχέσεων (Adler et al., 2008; Johnson & Johnson, 2002).

Ένα ακόμη αποτελεσματικό εργαλείο που ανήκει στα εξωδεκτικά ερεθίσματα είναι ο απτικός ερεθισμός. Ο θεραπευτής οδηγεί την κίνηση μέσω της κατάλληλης ελμινδοειδής λαβής, εφαρμόζει αντίσταση στην κατεύθυνση της σύσπασης και συντονίζει την κίνηση. Αυξάνεται ο συντονισμός και διεγείρονται οι δερματικοί υποδοχείς και οι άλλοι υποδοχείς πίεσης. Επίσης επιτρέπει στον θεραπευτή να ελέγξει τη θερμοκρασία του δέρματος, την ποιότητα της σύσπασης και την ποιότητα των μαλακών ιστών.

2.4 ΤΕΧΝΙΚΕΣ PNF

Το κύριο χαρακτηριστικό αυτής της μεθόδου είναι να χρησιμοποιεί τα ιδιοδεκτικά ερεθίσματα να επιστρατεύει νευρωνικούς διαμεσολαβητές αλλά και διάφορους ανασταλτικούς μηχανισμούς για να επιταχύνει την κατανόηση της νευρομυϊκής ικανότητας. Μια επιτυχημένη προσέγγιση θεωρείται αυτή που ο θεραπευτής είναι ικανός να αξιολογήσει ποια είναι τα δομικά αλλά και ποια τα λειτουργικά προβλήματα του ασθενούς και να είναι σε θέση να επιλέξει τις σωστές τεχνικές ώστε να δουλέψει αποτελεσματικά πάνω σε αυτά μειώνοντας τη δυσλειτουργία. Η PNF περιλαμβάνει αρκετές τεχνικές, ωστόσο παρακάτω παρατίθενται αυτές που αναφέρονται ως πιο αποτελεσματικές στην αντιμετώπιση προβλημάτων που σχετίζονται με θέματα κινητικότητας της ΣΣ (Johnson & Johnson, 2002).

2.4.1 Συνδυασμός των αγωνιστών

Ο συνδυασμός των ισοτονικών χρησιμοποιείται για την ενίσχυση της δύναμης, την αύξηση του εύρους τροχιάς, την προαγωγή του συντονισμού και την καθοδήγηση της κατεύθυνσης της κίνησης. Είναι μία τεχνική όπου συνδυάζονται σύγκεντρες, έκκεντρες και στατικές συσπάσεις χωρίς χαλάρωση μεταξύ των εναλλαγών της δύναμης. Η αξιολόγηση τίθεται μέσω της ικανότητας του ασθενούς να πραγματοποιήσει αυτούς τους τρεις τύπους ισοτονικών συσπάσεων.

Κατά την εκτέλεση της τεχνικής, αρχικά εφαρμόζεται αντίσταση σε μία επιθυμητή κατεύθυνση κίνησης, στο τέλος της κίνησης ζητείται από τον ασθενή να παραμείνει σε αυτή τη θέση, ο ασθενής στη συνέχεια επιστρέφει πλειομετρικά στην αρχική θέση όπου πρέπει να ξανά σταθεροποιηθεί. Η κίνηση πραγματοποιείται σε όλο το εύρος και οι εναλλαγές των ισοτονικών γίνονται με βάση τον θεραπευτικό στόχο. Όταν εντοπισθεί η ανικανότητα τότε χρησιμοποιείται η τεχνική όπως ταιριάζει στον θεραπευτικό στόχο.

Η δυσλειτουργία μπορεί να είναι είτε ένα μειωμένο ROM ή η ανικανότητα να πραγματοποιηθεί η κίνηση σε όλο το ROM, ένας μειωμένος νευρομυϊκός έλεγχος ή η αδυναμία εκτέλεσης σύγκεντρων, έκκεντρων και ισομετρικών συσπάσεων.

2.4.2 Δυναμική αντιστροφή

Οι περισσότερες δραστηριότητες πραγματοποιούνται επιτυχώς μέσω του συντονισμένου ελέγχου των ανταγωνιστικών μυϊκών ομάδων. Αυτός ο έλεγχος είναι σημαντικός για την προαγωγή της κινητικότητας και της σταθερότητας. Στη δυναμική αντιστροφή εναλλάσσουμε τη μία κατεύθυνση της κίνησης (αγωνιστές) με την αντίθετη (ανταγωνιστές) χωρίς να υπάρξει χαλάρωση κατά την εκτέλεση.

Η συγκεκριμένη τεχνική χρησιμοποιείται για την προαγωγή του συντονισμού, την ενίσχυση της αντοχής, για τη βελτίωση του ενεργητικού ROM, για την ενίσχυση της χαλάρωσης, για την αύξηση της ανταγωνιστικής δύναμης και για την αποφυγή της κόπωσης.

2.4.3 Ρυθμική σταθεροποίηση

Η ρυθμική σταθεροποίηση χαρακτηρίζεται από εναλλασσόμενη ισομετρική σύσπαση ενάντια σε αντίσταση. Οι στόχοι αυτής της τεχνικής είναι η βελτίωση της σταθερότητας, η διατήρηση της θέσης με αύξηση των ιδιοδεκτικών και εξωδεκτικών ερεθισμάτων, η βελτίωση της ισορροπίας και της στάσης και η αύξηση της δύναμης των τονικών μυών μέσα στο φυσιολογικό τους εύρος. Η ρυθμική σταθεροποίηση χρησιμοποιείται επίσης για την μείωση του πόνου, την ενίσχυση της χαλάρωσης και την αύξηση του ενεργητικού ROM.

Κατά την εφαρμογή της τεχνικής ο θεραπευτής ξεκινά με σταδιακά αυξανόμενη αντίσταση ενάντια σε ισομετρική σύσπαση και ο ασθενής διατηρεί την θέση. Όταν ο ασθενής αντιστέκεται επαρκώς αλλάζει η κατεύθυνση της δύναμης χωρίς να μετακινηθούν τα χέρια του θεραπευτή. Η νέα αντίσταση αυξάνεται αργά και γίνεται προετοιμασία για την επόμενη αλλαγή. Τα παραγγέλματα που χρησιμοποιούνται είναι στατικά και τη σταθεροποίηση μπορούν να την ακολουθήσουν τεχνικές ενδυνάμωσης.

2.4.4 Σταθεροποίηση των ανταγωνιστών

Η σταθεροποίηση των ανταγωνιστών αναφέρεται ως εναλλασσόμενες σύγκεντρες συσπάσει με την ασθενή να παραμένει σταθερός κατά την πραγματοποίηση της άσκησης. Η ταχύτητα και το εύρος τροχιάς εξαρτάται από τις ανάγκες του ασθενούς. Η συγκεκριμένη τεχνική εφαρμόζεται στο μεσαίο στάδιο ενός προγράμματος

αποκατάστασης που αφορά την αστάθεια της ΣΣ για να προάγει ελεγχόμενη κίνηση στο ασταθές τμήμα.

Η συγκεκριμένη τεχνική ενδείκνυται για την αύξηση της δύναμης και της σταθερότητας, για την ενίσχυση του συντονισμού μεταξύ αγωνιστών και ανταγωνιστών και για την ρύθμιση του μυϊκού τόνου. Κατά την εφαρμογή της τεχνικής, ο θεραπευτής ξεκινάει με αντίσταση και προσέγγιση στη δυνατή κατεύθυνση, στη συνέχεια ζητείται από τον ασθενή να παραμείνει στη νέα θέση και προστίθεται αντίσταση και στις τρεις κατευθύνσεις του σχήματος, όταν υπάρξει ικανοποιητική ανταπόκριση από τον ασθενή τότε η μία λαβή αλλάζει προς την αντίθετη κατεύθυνση. Ζητείται από τον ασθενή να αντισταθεί στη νέα θέση και αλλάζει και το άλλο χέρι του θεραπευτή. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως δεν επιτρέπεται χαλάρωση κατά την εφαρμογή όπως και να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στη στροφή μιας και ενισχύει τη σταθερότητα.

2.4.5 Σύσπασε – χαλάρωσε

Το σύσπασε – χαλάρωσε αποτελεί μια ισοτονική σύσπαση ενάντια σε αντίσταση των βραχυσμένων μυών που ακολουθείται από χαλάρωση και κίνηση στο νεοαποκτηθείς εύρος τροχιάς. Χρησιμοποιείται για την χαλάρωση και την αύξηση της ελαστικότητας των μυών, για την πρόληψη τραυματισμών και για την βελτίωση του παθητικού και ενεργητικού ROM. Για έμμεση εφαρμογή ζητείται από τον ασθενή σύσπαση των αγωνιστών αντί των βραχυσμένων ανταγωνιστών.

2.4.6 Κράτα - χαλάρωσε

Στη τεχνική του κράτα χαλάρωσε πραγματοποιείται μια στατική σύσπαση των ανταγωνιστών μυών ενάντια σε αντίσταση και ακολουθείται από χαλάρωση. Αποτελεί επιλογή του θεραπευτή για την μείωση του πόνου την χαλάρωση και την αύξηση του παθητικού εύρους τροχιάς. το τμήμα που πονά τοποθετείται στο σημείο εκείνο του εύρους τροχιάς που βρίσκεται έξω από τον πόνο. Ζητείται από τον ασθενή μια ισομετρική σύσπαση και η αντίσταση αυξάνεται σταδιακά από τον θεραπευτή. Αυτό επαναλαμβάνεται μέχρι να μειωθεί ο πόνος.

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι μελέτες που αξιολογούν τα αποτελέσματα των θεραπευτικών ασκήσεων οι οποίες εφαρμόζονται για την βελτίωση του χρόνιου οσφυϊκού πόνου παρουσιάζουν γενικά μια μέτρια αποτελεσματικότητα (Howard et al., 2010; Van Middelkoop et al., 2010; Keller et al., 2007). Αυτό πιθανώς να οφείλεται στην ετερογένεια των ασθενών με χρόνια οσφυϊκό πόνο και στην ομοιομορφία των θεραπευτικών ασκήσεων. Κάθε ασθενής είναι διαφορετικός και δεν έχουμε πάντα τα ίδια αποτελέσματα όσο και αν κάποιος υποφέρει από τα ίδια συμπτώματα.

Έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές έρευνες για την αντιμετώπιση του πόνου ωστόσο η αποτελεσματικότητά τους βρίσκεται κάτω από συνθήκες διερεύνησης (Ben Salah Friz et al., 2009; May & Johnson, 2008; Demoulin et al., 2006; Hayden et al., 2005; Handa et al., 2000). Οι περισσότερες μελέτες για την θεραπευτική άσκηση αξιολογούν κυρίως τις μεταβολές σε επίπεδο πόνου, γενικής ανικανότητας/αναπηρίας και της λειτουργικής ικανότητας των ασθενών που υποφέρουν από χρόνια οσφυϊκό πόνο, ενώ σπάνια αξιολογούνται οι μεταβολές σε επίπεδο δύναμης των μυών του κορμού (καμπτήρων – εκτεινόντων) και κινητικότητας της οσφύς.

Πρόσφατα, έχουν προταθεί εναλλακτικές θεωρίες που υποστηρίζουν ότι για την μείωση του οσφυϊκού πόνου είναι σημαντικό να πραγματοποιούνται μεταβολές στον εγκέφαλο παρά σε συγκεκριμένα σημεία του μυοσκελετικού συστήματος. Θεωρείται πως πραγματοποιείται φλοιϊκή αναδιοργάνωση στους ασθενείς με χρόνια οσφυϊκό πόνο και αυτό οφείλεται στις μεταβολές του κεντρικού νευρικού συστήματος ανάλογα με την σοβαρότητα και την διάρκεια του πόνου καθώς και στις μεταβολές στον εγκέφαλο (Wand & O'Connell, 2008; Baliki et al., 2006). Οι νευροφυσιολογικές μελέτες έχουν συνδέσει τον πόνο στην οσφυϊκή περιοχή με τη δυσλειτουργία των μηχανοποδοχέων της περιοχής και πιθανά με προβλήματα σε ανώτερα ιδιοδεκτικά κέντρα (Franklin et al., 2013; VanTulder et al., 2000; Yamashita et al., 1990).

Στη μελέτη αυτή στόχος είναι να αξιολογηθεί αν τα θεραπευτικά προγράμματα που περιλαμβάνουν σχήματα PNF μπορούν να είναι αποτελεσματικά στη διαχείριση του οσφυϊκού πόνου. Πιο συγκεκριμένα αν η διέγερση των μηχανοποδοχέων μπορεί να οδηγήσει στη μείωση του πόνου και κατά πόσο η μείωση αυτή μπορεί να συσχετισθεί με

την αύξηση της μυϊκής δύναμης των σταθεροποιητικών μυών. Ακόμη πόσο σχετίζεται η με την ελαστικότητα της ΣΣ, την κινητικότητα της οσφύς και γενικά με την αύξηση της λειτουργικότητας των ασθενών.

Η PNF είναι κάτι παραπάνω από μία τεχνική, αποτελεί μία ολόκληρη φιλοσοφία θεραπείας, έχει να κάνει με την χρήση όλων των αισθητηριακών υποδοχέων που δίνουν πληροφορίες για την θέση και την κίνηση των διαφόρων μελών του σώματος και τον έλεγχο της κιναισθησίας (Adler et al., 2008). Ο κύριος ρόλος της PNF είναι να βοηθήσει τους ασθενείς να επιτύχουν ένα υψηλότερο επίπεδο λειτουργίας, ενισχύοντας τους σε φυσικό και ψυχολογικό επίπεδο, προάγοντας την κινητικότητα, τον έλεγχο της κίνησης και το συγχρονισμό με τις κατάλληλες λαβές και την κατάλληλη αντίσταση μέσω των διαγώνιων σχημάτων, αυξάνοντας έτσι την αντοχή του ασθενούς (Adler et al., 2008; Voss, et al., 1985). Έχουν πραγματοποιηθεί πάρα πολλές μελέτες που σχετίζουν την PNF μόνο με την διάταση των μυών (Jordan et al., 2012; Yuktasir et al., 2009; Sharman et al., 2006; Kofotolis et al., 2002; Lucas & Koslow, 1984) και άλλες τόσες με την χρήση της σε νευρολογικούς ασθενείς. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα της δεν περιορίζεται μόνο σε αυτές τις κατηγορίες.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η συλλογή των ερευνών που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση της ανασκόπησης έγινε μέσα από τις βάσεις δεδομένων Medline, Scopus, Cochrane library και Google scholar. Υπήρχε περιορισμός όσων αφορά την ημερομηνία δημοσίευσης των τυχαιοποιημένων μελετών και αυτός ήταν ο Ιανουάριος του 2006 μιας και δεν θέλαμε οι έρευνες να ξεπερνούν τη δεκαετία από τη σημερινή χρονολογία.

Οι λέξεις αναζήτησης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: πόνος, οσφυϊκός πόνος, χρόνιος οσφυϊκός πόνος, ιδιοδέκτρια νευρομυϊκή διεύκλυνση, PNF, ιδιοδεκτικά ερεθίσματα, λειτουργική αποκατάσταση, λειτουργικοί περιορισμοί, φυσικοθεραπεία, θεραπευτική άσκηση. Η τελευταία αναζήτηση πραγματοποιήθηκε τον Ιούλιο του 2016.

Επιλογή μελετών

Κάθε μελέτη για να συμπεριληφθεί στην συστηματική ανασκόπηση θα έπρεπε να είναι δημοσιευμένη στην αγγλική γλώσσα και να αξιολογεί τα αποτελέσματα της εφαρμογής ασκήσεων PNF σε ασθενείς με χρόνια οσφυϊκό πόνο. Οι μελέτες θα έπρεπε να αξιολογούν την εφαρμογή της PNF σε σχέση με κάποια άλλη μέθοδο αποκατάστασης ή να αξιολογούν την αποτελεσματικότητα κάποιων τεχνικών PNF μεταξύ τους.

Τα αποτελέσματα που μας ενδιέφεραν ήταν αν υπήρχε κάποια μεταβολή στον πόνο και στην ανικανότητα (επίπεδο δραστηριότητας σύμφωνα με το ICF) που προκύπτει από τον οσφυϊκό πόνο. Η παρουσία κάποιας μεταβολής στην αστάθεια της οσφυϊκής μοίρας, αλλαγές στην στάση ή στην δύναμη (εκτεινόντων και καμπτήρων του κορμού) και την ελαστικότητα των μυών γύρω από την πάσχουσα περιοχή.

Δεν υπήρξε κανένας περιορισμός για την ηλικία των ασθενών που πήραν μέρος στις έρευνες αρκεί όλοι να έπασχαν από οσφυϊκό πόνο. Ο ορισμός για τον χρόνια οσφυϊκό πόνο ήταν ό ίδιος με αυτόν που ορίζει ο IASP.

Συλλογή δεδομένων και ανάλυση

Από την περίληψη, ακόμη, των άρθρων απορρίφθηκαν πολλές μελέτες οι οποίες δεν αναφέρονταν στον χρόνια οσφυϊκό πόνο ή δεν ανέφεραν την εφαρμογή σχημάτων PNF. Χρησιμοποιήθηκαν ακέραια κομμάτια από κάποια άρθρα στα οποία όμως αναφέρεται ξεκάθαρα η παραπομπή. Οι μελέτες που απορρίφθηκαν περιείχαν άτομα στα οποία δεν ήταν ξεκάθαρο αν πάσχουν από χρόνια οσφυϊκό πόνο ή οσφυϊκό πόνο και 2 μελέτες όπου η μία αναφερόταν μόνο στην αύξηση του όγκου εγκάρσιου κοιλιακού (Huang et al., 2014) και η άλλη σε αυτή του πολυσχιδή μυός (Huang et al., 2013) μιας και αυτό από μόνο του δεν αποτελεί αξιόπιστο εύρημα για την μείωση του οσφυϊκού πόνου.

Ακόμη χρησιμοποιήθηκαν δύο μελέτες όπου στη μία η παρουσία οσφυϊκού πόνου είναι αποτέλεσμα παχυσαρκίας και στην άλλη αξιολογούνται γυναίκες με χρόνια οσφυϊκό πόνο οποίος προκλήθηκε από την εγκυμοσύνη. Όλες οι πληροφορίες αξιολογήθηκαν και αναλύθηκαν ποιοτικά.

Χαρακτηριστικά δεδομένων

Από κάθε μελέτη συλλέχθηκαν οι ακόλουθες πληροφορίες για την εισαγωγή τους στην ανασκόπηση: α) τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων (φύλο, ηλικία, αν ήταν ασθενείς ή όχι κλπ), β) οι τύποι της παρέμβασης (μέθοδος παρεμβάσεις, τεχνικές, διάρκεια, συχνότητα), γ) οι τύποι των μετρήσεων (κλίμακες πόνου, κλίμακες δυσλειτουργίας και λειτουργικότητας, μετρήσεις δύναμης) και δ) ερευνήθηκε αν μπορούν να υπάρξουν συσχετισμοί μεταξύ των αποτελεσμάτων. Αν κάποια μελέτη κατέγραψε αποτελέσματα ακριβώς αμέσως μετά την παρέμβαση και στη συνέχεια υπήρξε follow up, εμείς χρησιμοποιήσαμε τα αποτελέσματα που καταγράφηκαν αμέσως μετά το τέλος της παρέμβασης.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Επιλογή μελετών

Μετά την ανάγνωση των περιλήψεων των άρθρων μόνο 14 μελέτες φαινόταν να ικανοποιούν τα κριτήρια ένταξης αλλά στο τέλος μόνο οι 12 περιλήφθηκαν μιας και οι 2 κρίθηκαν ακατάλληλες για την ανασκόπηση. Οι έρευνες που χρησιμοποιήθηκαν είναι όλες τυχαιοποιημένες μελέτες εκτός από μία περιπτωσιολογική μελέτη (case study) αυτή των Park & Wang, 2015.

Τα χαρακτηριστικά των ασθενών, η διάρκεια της παρέμβασης, οι μέθοδοι παρέμβασης και τα κύρια ευρήματα από κάθε μελέτη χωριστά παρατίθενται στον πίνακα 1.

Κλίμακες αξιολόγησης πόνου

Όσον αφορά την αξιολόγηση του πόνου σε 7 έρευνες χρησιμοποιήθηκε η οπτική αναλογική κλίμακα πόνου - visual analogue scale (Park & Wang, 2015; Young et al., 2015; Lee et al., 2014; Franklin et al. 2013; Amal et al., 2013; Byon & Son, 2012; Kumar et al., 2011) όπου σε όλες τις έρευνες φάνηκε σημαντική μείωση στατιστικής σημασίας ($P < 0,05$) του οσφυϊκού πόνου στις ομάδες παρέμβασης που εφαρμόστηκαν τα σχήματα και οι τεχνικές της PNF.

Στην έρευνα των Tanvi et al. (2013) χρησιμοποιήθηκε η αριθμημένη κλίμακα του πόνου (NPRS- numeric pain rating scale) και στις μελέτες των Kofotolis & Kellis, (2006) και Kofotolis et al., (2008) χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα Borg για τον πόνο. Στην έρευνα των Mavromoustakos et al. το 2015 χρησιμοποιήθηκε η ελληνική έκδοση του McGill Pain Questionnaire όπου καταγράφηκε σημαντική μείωση του πόνου μετά την εφαρμογή των τεχνικών της PNF σε σχέση με την ομάδα που εφάρμοσε ένα συμβατικό πρωτόκολλο ενδυνάμωσης της οσφυϊκής περιοχής για την μείωση του πόνου (πίνακας 2).

Σε όλες τις έρευνες υπήρξε σημαντική μείωση του πόνου, πολλές φορές δεν υπήρχε σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων ελέγχου και των ομάδων παρέμβασης αλλά η διαφορά μεταξύ της αρχικής εκτίμησης του πόνου και της τελικής (μετά την παρέμβαση) ήταν στατιστικής σημασίας.

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά μελετών

Έρευνα	Τίτλος	(RCT) ή (non RCT)	Δείγμα και ηλικία	Διάρκεια και σχεδιασμός μελέτης	Εργαλεία μέτρησης	Αποτελέσματα
<p>1. Kofotolis & Kellis, 2006</p>	<p>Effects of two 4 –week proprioceptive neuromuscular facilitation programs on muscle endurance, flexibility, and functional performance in women with chronic low back pain</p>	<p>RCT</p>	<p>86 ασθενείς (γυναίκες) 40-50 ετών</p>	<p>Group A: 28 ασθενείς. Εφαρμογή ασκήσεων PNF Ρυθμική σταθεροποίηση (ισομετρική ενδυνάμωση κορμού: κάμψη – έκταση) Group B: 28 ασθενείς. Εφαρμογή ασκήσεων PNF Συνδυασμός ισοτονικών (εναλλασσόμενες σύγκεντρες και έκκεντρες συστολές) Group C: 28 ασθενείς. Καμία εφαρμογή άσκησης. Διάρκεια εφαρμογής group A-B: 4 εβδομάδες (5 φορές/εβδομάδα, 3 σετ 15 επαναλήψεις για 30-40 λεπτά)</p>	<p>Κινητικότητα: sagittal Mobility Πόνος και disability: ODI Μυϊκή δύναμη: τεστ κάμψης έκτασης κορμού</p>	<p>Οι συγγραφείς παρατήρησαν βελτίωση στην κινητικότητα της οσφύς, στην δύναμη της έκτασης του κορμού, στη λειτουργική ικανότητα, μείωση της δυσλειτουργίας και του πόνου. Οι βελτιώσεις ήταν παρόμοιες και στις 3 ομάδες.</p>

Έρευνα	Τίτλος	(RCT) ή (non RCT)	Δείγμα και ηλικία	Διάρκεια και σχεδιασμός μελέτης	Εργαλεία μέτρησης	Αποτελέσματα
2. Kofotolis et al., 2008	Sequentially allocated clinical trial of rhythmic stabilisation exercise and Tens in women with chronic low back pain	RCT	92 ασθενείς (γυναίκες) 34-46 ετών	Group A: 23 άτομα. Τεχνική ρυθμικής σταθεροποίησης Group B: 23 άτομα. Εφαρμογή ρυθμικής σταθεροποίησης και TENS Group C: 23 άτομα. Εφαρμογή TENS Group D: ομάδα placebo Διάρκεια εφαρμογής: 4 εβδομάδες , επανεξέταση μετά από 4 και μετά από 8 εβδομάδες.	Λειτουργικότητα: Oswestry low back pain disability questionnaire Πόνος: Borg verbal rating pain scale Δύναμη έκτασης κορμού: Sorensen back extension test	Παρατηρήθηκε πως η ομάδα όπου εφαρμόστηκε η τεχνική της ρυθμικής σταθεροποίησης εμφάνισε βελτίωση της λειτουργικής ικανότητας, μείωση του πόνου, αύξηση της δύναμης των μυών του κορμού και αύξηση του εύρους τροχιάς των κινήσεων του κορμού.
3. Kumar et al., 2011)	Efficacy of trunk proprioceptive neuromuscular facilitation on chronic low back pain	RCT	30 ασθενείς (άνδρες) 23.3250 ± 2.60 ετών	Group A: 15 ασθενείς με οσφυϊκό πόνο Group B: 15 ασθενείς με οσφυϊκό πόνο Διάρκεια εφαρμογής: 4 εβδομάδες (5 φορές/εβδομάδα, 3 σετ των 15 επαναλήψεων το καθένα) Group A: εφαρμογή ασκήσεων PNF Group B: εφαρμογή συμβατικών ασκήσεων ενδυνάμωσης κορμού.	Πόνος: VAS ODI	Παρατηρήθηκε ότι τα προγράμματα της PNF συμβάλουν στη βελτίωση της μυϊκής δύναμης, της κινητικότητας του κορμού, της λειτουργικής ικανότητας των ασθενών με χρόνια οσφυϊκό πόνο και στη μείωση του πόνου.

Έρευνα	Τίτλος	(RCT) ή (non RCT)	Δείγμα και ηλικία	Διάρκεια και σχεδιασμός μελέτης	Εργαλεία Μέτρησης	Αποτελέσματα
4. Byon and Son, 2012	The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation and stabilizing exercise on trunk repositioning errors	RCT	54 ασθενείς 19-65 ετών	Group A: 26 ασθενείς με οσφυϊκό πόνο Group B: 28 ασθενείς με οσφυϊκό πόνο Διάρκεια εφαρμογής: 6 εβδομάδες (4 φορές/εβδομάδα) Group A: εφαρμογή ασκήσεων PNF Group B: εφαρμογή ασκήσεων σταθεροποίησης του κορμού	Πόνος: VAS Repositioning Error	Οι συγγραφείς παρατήρησαν σημαντική μείωση του πόνου και το repositioning error μειώθηκε σημαντικά και στις 2 ομάδες με αυτή της ομάδας A να παρουσιάζει μεγαλύτερη μείωση.
5. Tanvi et al., 2013	Effect of proprioceptive neuromuscular facilitation program on muscle endurance, strength, pain, and functional performance in women with post-partum lumbo-pelvic pain	RCT	27 ασθενείς (γυναίκες) 20-35 ετών	Group A: 14 ασθενείς με πάνω από 6 μήνες οσφυϊκό πόνο Group B: 13 ασθενείς με πάνω από 6 μήνες πόνο Διάρκεια εφαρμογής: 4 εβδομάδες Group A: ασκήσεις σταθεροποίησης πυελικής περιοχής. Group B: ασκήσεις PNF (συνδυασμός ιστονικών και ρυθμική σταθεροποίηση)	Πόνος: Quebec back pain disability scale NPRS Ανικανότητα/disability: Quebec back pain disability scale	Η ομάδα B παρουσίασε σημαντική μείωση του πόνου στην οσφυϊκή μοίρα ενώ αν και οι 2 ομάδες βελτίωσαν την λειτουργικότητα ή ομάδα A είχε πιο ικανοποιητικά αποτελέσματα

Έρευνα	Τίτλος	(RCT) ή (non RCT)	Δείγμα και ηλικία	Διάρκεια και σχεδιασμός μελέτης	Εργαλεία Μέτρησης	Αποτελέσματα
6. Franklin et al., 2013	Effectiveness of PNF training for chronic low back pain	RCT	53 ασθενείς 20-50 ετών	Group A: 27 ασθενείς με οσφυϊκό πόνο >3 μηνών Group B: 26 ασθενείς με οσφυϊκό πόνο >3 μηνών Διάρκεια εφαρμογής: 4 εβδομάδες και επανεξέταση μετά από 2 εβδομάδες Group A εφαρμογή ασκήσεων PNF (συνδυασμό ισοτονικών και ρυθμική σταθεροποίηση) Group B: ασκήσεις σταθεροποίησης κορμού	Πόνος: VAS Modified Oswestry low back pain disability score Modified schober method (έκταση)	Και οι δύο τύποι παρέμβασης παρουσίασαν σημαντικά αποτελέσματα με αυτή της PNF να υπερέχει και στη μείωση του πόνου αλλά και στην αύξηση της λειτουργικότητας
7. Amal et al., 2013	Effectiveness of trunk proprioceptive neuromuscular facilitation training in mechanical low back pain	RCT	40 ασθενείς (άνδρες) 18-45 ετών	Group A: 20 ασθενείς με οσφυϊκό πόνο >3 μηνών με οσφυϊκό πόνο >3 μηνών Group B: 20 ασθενείς με χρόνια οσφυϊκό πόνο Διάρκεια εφαρμογής: 3 εβδομάδες (5 φορές/εβδομάδα) Group A: εφαρμογή ασκήσεων PNF στον κορμό σε συνδυασμό με συμβατικές ασκήσεις ενδυνάμωσης Group B: εφαρμογή συμβατικών ασκήσεων ενδυνάμωσης κορμού.	Πόνος: VAS Modified Oswestry low back pain disability score. Tranversus activation capacity	Τα αποτελέσματα έδειξαν πως ένα πρωτόκολλο θεραπείας το οποίο περιλαμβάνει ασκήσεις PNF σε συνδυασμό με συμβατικές ασκήσεις ενδυνάμωσης του κορμού είναι πιο αποτελεσματικό στη μείωση του πόνου και στη λειτουργικότητα των ασθενών

Έρευνα	Τίτλος	(RCT) ή (non RCT)	Δείγμα και ηλικία	Διάρκεια και σχεδιασμός μελέτης	Εργαλεία Μέτρησης	Αποτελέσματα
8. Park & Seo, 2014	The effects of the pain index and lumbar flexibility of obese patients with low back pain after PNF scapular and PNF pelvic patterns.	RCT	30 ασθενείς (άνδρες) 20-40 ετών	Group A: 15 ασθενείς με οσφυϊκό πόνο (παχύσαρκοι) Group B: 15 ασθενείς με οσφυϊκό πόνο (παχύσαρκοι) Διάρκεια εφαρμογής: 4 εβδομάδες Group A εφαρμογή ασκήσεων PNF (πρόσθια κατάσπαση –οπίσθια ανάσπαση ωμοπλάτης/ οπίσθια κατάσπαση- πρόσθια ανάσπαση πυέλου) Group B: ασκήσεις ενδυνάμωσης κορμού	Πόνος: ODI Ελαστικότητα: Κάμψη-έκταση κορμού	Η ομάδα B παρουσίασε σημαντική βελτίωση του πόνου και αύξηση ελαστικότητας στην περιοχή της οσφύς σε σχέση με την ομάδα A όπου δεν παρουσίασε μεταβολές
9. Lee et al., 2014	The effects of combination patterns of proprioceptive neuromuscular facilitation and ball exercise on pain and muscle activity of chronic low back pain patients	RCT	40 ασθενείς 34,75±0,85 ετών	Group A: 20 ασθενείς με χρόνια οσφυϊκό πόνο Group B: 20 ασθενείς με χρόνια οσφυϊκό πόνο Διάρκεια εφαρμογής: 6 εβδομάδες Group A: εφαρμογή ασκήσεων PNF 4 φορές/ εβδομάδα Group B: εφαρμογή ασκήσεων με χρήση swiss ball 4 φορές/ εβδομάδα	Πόνος: VAS Μυϊκή δραστηριότητα : ΗΜΓ	Μετά το πέρας των 6 εβδομάδων η ομάδα A παρουσίασε σημαντική μείωση του πόνου και αύξηση της μυϊκής δύναμη στατιστικής σημασίας σε σχέση με αυτή της ομάδας B.

Έρευνα	Τίτλος	(RCT) ή (non RCT)	Δείγμα και ηλικία	Διάρκεια και σχεδιασμός μελέτης	Εργαλεία Μέτρησης	Αποτελέσματα
10. Park & Wang, 2015	Effect of joint mobilization using KEOMT and PNF on a patient with CLBP and a lumbar transitional vertebra: a case study	Non RCT (Case study)	1 άτομο (γυναίκα) 29 ετών	Εφαρμογή ασκήσεων κινητοποίησης κατά Kalteborn και εφαρμογή σχημάτων PNF Διάρκεια εφαρμογής : 4 εβδομάδες (3 φορές/ εβδομάδα για 40 λεπτά)	Πόνος: VAS ODI (Oswestry disability index)	Ο πόνος μειώθηκε σημαντικά και ο όγκος του πολυσχιδή μυός αυξήθηκε αμφοτερόπλευρα.
11. Young et al., 2015	Effect of proprioceptive neuromuscular facilitation integration pattern and swiss ball training on pain and balance in elderly patients with chronic back pain	RCT	48 ηλικιωμένοι ασθενείς	Group A: 24 ασθενείς με χρόνια οσφυϊκό πόνο Group B: 24 ασθενείς με χρόνια οσφυϊκό πόνο Διάρκεια εφαρμογής: 6 εβδομάδες (3 φορές/εβδομάδα για 30 λεπτά) Group A εφαρμογή ασκήσεων PNF Group B: εφαρμογή ασκήσεων με χρήση swiss ball	Πόνος: VAS Ισορροπία: good balance system, timed up and go test, functional reach test.	Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική μείωση του πόνου και στις δύο ομάδες παρέμβασης ωστόσο η αύξηση της ισορροπίας των ηλικιωμένων ασθενών της ομάδας A ήταν πιο σημαντική

Έρευνα	Τίτλος	(RCT) ή (non RCT)	Δείγμα και ηλικία	Διάρκεια και σχεδιασμός μελέτης	Εργαλεία Μέτρησης	Αποτελέσματα
12. Mavromoustakos et al., 2015	Effects of a 6-week Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Intervention on pain and disability in individuals with chronic low back pain	RCT	80 ασθενείς 25-65 ετών	Group A: 20 ασθενείς με χρόνια οσφυϊκό πόνο Group B: 20 ασθενείς με χρόνια οσφυϊκό πόνο Διάρκεια εφαρμογής: 6 εβδομάδες Group A: εφαρμογή ασκήσεων PNF (ρυθμική αρχή, συνδυασμός ισοτονικών, δυναμική αντιστροφή από ύπτια θέση, όρθια στάση/βάδισμα, και πλαϊνή θέση) Group B: εφαρμογή συμβατικού προγράμματος ενδυνάμωσης κοιλιακών και ραχιαίων (ύπτια θέση και χρήση swiss ball για κοιλιακούς και πρηνή θέση για ραχιαίους)	Πόνος: 1) McGill Pain Questionnaire (ελληνική έκδοση) 2) Emotion scale Disability: Rolland and Morris Questionnaire (ελληνική έκδοση)	Οι συγγραφείς παρατήρησαν σημαντική μείωση του πόνου στην ομάδα A (PNF) σε σχέση με την ομάδα B. Παρατηρήθηκε αύξηση της λειτουργικής ικανότητας και στις 2 ομάδες (A>B) Ακόμη τα θετικά συναισθήματα αυξήθηκαν μόνο στην ομάδα A ενώ υπήρξε μείωση των αρνητικών συναισθημάτων και στις 2 ομάδες.

RCT: Randomised controlled trial- τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη, Vas: visual analogue scale- οπτική αναλογική βαθμίδα, HMF-ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα, NPRS: numeric pain rating scale, ODI (Oswestry disability index)

Πίνακας 2. Μεταβολές στις κλίμακες του πόνου μετά την εφαρμογή της μεθόδου PNF

ΜΕΛΕΤΗ	ΑΡΧΙΚΗ ΤΙΜΗ		ΤΕΛΙΚΗ ΤΙΜΗ		ΚΑΙΜΑΚΑ ΠΟΝΟΥ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ
	Εφαρμογή ρυθμικής σταθεροποίησης	Εφαρμογή συνδυασμού ισοτονικών	Εφαρμογή ρυθμικής σταθεροποίησης	Εφαρμογή συνδυασμού ισοτονικών		
1. Kofotolis & kellis, 2006	Εφαρμογή ρυθμικής σταθεροποίησης	Εφαρμογή συνδυασμού ισοτονικών	Εφαρμογή ρυθμικής σταθεροποίησης	Εφαρμογή συνδυασμού ισοτονικών	Borg Pain Intesity Scale	4 εβδομάδες
	2.2±0.8	2.3±0.5	1.4±0.4	1.4±0.5		
2. Kofotolis et al., 2008	17.4±2.0		18.2±2.2		Borg Pain Intesity Scale	4 εβδομάδες
3. Kumar et al., 2011	4.267±0.7988		1400±0.6325		VAS	4 εβδομάδες
4. Byon & Son, 2012	6.50±1.14		1.77±0.65		VAS	6 εβδομάδες
5. Tanvi et al., 2013	7.00±1.13		4.53±1.76		NPRS	4 εβδομάδες
6. Franklin et al., 2013	7.37±1.20		1.98±1.16		VAS	4 εβδομάδες
7. Amal et al., 2013	5.3100±1.14932		1.9050±.52463		VAS	3 εβδομάδες
8. Park & Seo, 2014	32.0±3.2		23.4±4.7		ODI	6 εβδομάδες
9. Lee et al., 2014	7.95±1.00		1.50±0.69		VAS	6 εβδομάδες
10. Park&Wang, 2015	7.5		3		VAS	4 εβδομάδες
11. Young et al., 2015	4.30±1.26		3.48±1.12		VAS	6 εβδομάδες
12. Mavromoustakos et al., 2015	31.59 ± 11.41		17.76* ± 10.84		McGill test pain score	6 εβδομάδες

*Vas: visual analogue scale- οπτική αναλογική κλίμακα πόνου, NPRS: numeric pain rating scale, ODI (Oswestry disability index)

Συσχετισμός μεταξύ του πόνου και της λειτουργικής ικανότητας των ασθενών με οσφυϊκό πόνο

Παρατηρήθηκε ότι σε 8 έρευνες από τις 12, αξιολογήθηκε τόσο η μείωση του πόνου όσο και η λειτουργική ικανότητα παράλληλα και χρησιμοποιήθηκε το modified Oswestry Low back pain disability Questionnaire (MODI) ή Oswestry disability index (ODI) μόνο του ή σε συνδυασμό με την VAS (Park & Wang, 2015; Park & Seo, 2014; Amal et al., 2013; Franklin et al. 2013; Kumar et al., 2011; Kofotolis et al., 2008; Kofotolis & Kellis, 2006) ενώ σε μία έρευνα χρησιμοποιήθηκε η ελληνική έκδοση του ερωτηματολογίου των Rolland and Morris (Mavromoustakos et al., 2015). Τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση του πόνου, αύξηση της μυϊκής δύναμης με επακόλουθη αύξηση της λειτουργικής ικανότητας των ασθενών και γενικά μείωση της δυσλειτουργίας με τιμές στατιστικά σημαντικές (πίνακας 3).

Πινάκας 3. Μεταβολές τιμών σχετικά με την δυσλειτουργία και τη λειτουργική ικανότητα πριν και μετά την εφαρμογή της PNF

ΜΕΛΕΤΗ	ΑΡΧΙΚΗ ΤΙΜΗ		ΤΕΛΙΚΗ ΤΙΜΗ		ΚΛΙΜΑΚΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ
	Εφαρμογή ρυθμικής σταθεροποίησης	Εφαρμογή συνδυασμού ισοτονικών	Εφαρμογή ρυθμικής σταθεροποίησης	Εφαρμογή συνδυασμού ισοτονικών	
Kofotolis & kellis, 2006	17.4±2.0	18.2±2.2	10.0±0.9	10.6±0.9	ODI
Kofotolis et al., 2008	17.1±2.5		9.9±0.8		ODI
Kumar et al., 2011	39.200±3.9857		16.133±7.9090		ODI
Amal et al., 2013	19.3000±3.72898		11.3000±2.53606		ODI
Franklin et al., 2013	7.40±1.01		2.62±1.30		ODI
Park & Seo, 2014	32.0±3.2		23.4±4.7		ODI
Park&Wang, 2015	48.88		24.44		ODI
Mavromoustakos et al., 2015	13.63 ± 2.75		9.71* ± 3.11		Rolland and Morris Questionnaire (ελληνική έκδοση)

Συσχετισμός μεταξύ των αλλαγών σε επίπεδο πόνου και αλλαγές στη δύναμη των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών του κορμού.

Οχτώ μελέτες πραγματοποίησαν αναλύσεις για να διευκρινίσουν αν συσχετίζονται οι αλλαγές που συμβαίνουν σε επίπεδο πόνου με τυχόν αλλαγές στη δύναμη των καμπτήρων και των εκτεινόντων μυών του κορμού. Παρατηρήθηκε πως η μείωση του πόνου οφειλόταν σημαντικά στην αύξηση της μυϊκής δύναμης τόσο των καμπτήρων όσο και των εκτεινόντων μυών του κορμού σε 6 από τις 8 μελέτες (Park & Seo, 2014; Lee et al., 2014; Tanvi et al., 2013; Franklin et al., 2013; Amal et al., 2013; Kumar et al., 2011).

Σε 1 μελέτη η μείωση του πόνου συσχετίστηκε με την αύξηση της δύναμης μόνο των εκτεινόντων μυών (Park & Wang, 2015). Από την μελέτη των Kofotolis & Kellis (2006) προκύπτει πως οι αλλαγές στη δύναμη των μυών δεν οδηγεί απαραίτητα και στη μείωση του πόνου μιας και στη συγκεκριμένη μελέτη τα ευρήματα ήταν παρόμοια και στις 3 παρεμβάσεις (μια ομάδα ελέγχου όπου δεν εφαρμόστηκε καμία τεχνική και 2 ομάδες παρέμβασης).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι ασθενείς με χρόνια οσφυϊκό πόνο συχνά παρουσιάζουν μυϊκή αδυναμία στην περιοχή του κορμού και μειωμένη ελαστικότητα στην περιοχή της οσφύς εξαιτίας της μειωμένης κινητικότητας στην περιοχή. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, αύξηση του πόνου και μυϊκή κόπωση. Έχει φανεί μέσα από διάφορες έρευνες πως η αύξηση της δύναμης των μυών του κορμού είναι ιδιαίτερα σημαντική για την αντιμετώπιση του οσφυϊκού πόνου (Lee et al., 2014; Kankaanpää et al., 2005).

Ο κύριος στόχος της παρούσας ανασκόπησης ήταν να διερευνηθεί κατά πόσο η εφαρμογή της ιδοδέκτριας νευρομυϊκής διευκόλυνσης μπορεί να είναι αποτελεσματική στην αποκατάσταση ασθενών με χρόνια οσφυϊκό πόνο. Αν και επίσης με πιο τρόπο θα συνέβαλε στη μείωση του πόνου και στην αύξηση της λειτουργικής ικανότητας αυτών των ασθενών.

Δευτερευόντως, να ερευνηθεί αν τα κλινικά αποτελέσματα (η μείωση του πόνου και η μείωση της ανικανότητας) συσχετίζονται άμεσα με την φυσική λειτουργία (αύξηση της μυϊκής δύναμης των μυών του κορμού και του εύρους τροχιάς του κορμού) τα οποία προκύπτουν από την φυσικοθεραπεία και στη παρούσα έρευνα αν είναι αποτέλεσμα της εφαρμογής των σχημάτων και τεχνικών της PNF.

Η πλειοψηφία των 12 ερευνών έδειξε πως υπάρχει μεγάλος συσχετισμός μεταξύ της μείωσης του πόνου και της ανικανότητας με την αύξηση της δύναμης των μυών του κορμού (καμπτήρων και εκτεινόντων). Άλλωστε έχει φανεί πως η μειωμένη δύναμη των μυών του κορμού έχει χαρακτηριστεί σαν παράγοντας κινδύνου για την εμφάνιση οσφυϊκού πόνου.

Πρώτη φορά, ο συσχετισμός αυτός ερευνήθηκε στη μελέτη των Kofotolis & Kellis, το 2006. Στη συγκεκριμένη μελέτη υπήρξαν 3 ομάδες αξιολόγησης, στην πρώτη εφαρμόστηκε η τεχνική της ρυθμικής σταθεροποίησης, στη δεύτερη ομάδα εφαρμόστηκε ο συνδυασμός των ισοτονικών ενώ στην τρίτη ομάδα (ομάδα ελέγχου) δεν εφαρμόστηκε καμία τεχνική. Αν και τα αποτελέσματα των ομάδων παρέμβασης έδειξαν αύξηση της δύναμης των καμπτήρων και των εκτεινόντων του κορμού και σημαντική μείωση του

πόνου δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι υπήρξε συσχετισμός γιατί τα ευρήματα ήταν παρόμοια και στην ομάδα ελέγχου.

Στις μελέτες των Lee et al, (2014) και των Park & Wang, (2015) ο συνδυασμός των σχημάτων της ιδοδέκτριας νευρομυϊκής διευκόλυνσης που εφαρμόστηκαν για 6 και 4 εβδομάδες αντίστοιχα, είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση της μυϊκής δύναμης όπως καταγράφηκε ΗΜΓ και την επακόλουθη μείωση του πόνου.

Τα αποτελέσματα συνάδουν με αυτά των Young et al. (2015), Park & Seo, (2014), Franklin et al. (2013), Amal et al. (2013) και των Tanvi et al. (2013) όπου παρατηρήθηκε πως η εφαρμογή της PNF στην αποκατάσταση των ασθενών με χρόνια οσφυϊκό πόνο είναι πιο αποτελεσματική από ένα συμβατικό πρωτόκολλο άσκησης. Οι ασθενείς παρουσίασαν βελτίωση της δύναμης, αύξηση της λειτουργικότητας, μείωση του πόνου και γενικά μείωση της ανικανότητας.

Οι Kumar et al, (2011) σε μία παλαιότερη μελέτη τους παρατήρησαν ότι υπήρξε στατιστικής σημασίας αύξηση τόσο της κάμψης του κορμού όσο και της έκτασης, αύξηση της μυϊκής δύναμης, σημαντική μείωση του πόνου και βελτίωση της λειτουργικής ικανότητας μετά την εφαρμογή ασκήσεων PNF για 4 εβδομάδες.

Η βελτίωση της λειτουργικής ικανότητας σαν αποτέλεσμα της μείωσης του πόνου έχει καταγραφεί και στην έρευνα των Kotofolis et al. το 2008 όπου η ομάδα στην οποία εφαρμόστηκε η τεχνική της ρυθμικής σταθεροποίησης παρουσίασε περαιτέρω αύξηση της λειτουργικής ικανότητας σε σχέση με τις υπόλοιπες ομάδες.

Στην μελέτη των Mavromoustakos et al., αξιολογήθηκε και σχεδιάστηκε ένα πρόγραμμα θεραπείας που δεν περιοριζόταν μόνο στην εφαρμογή μίας ή δύο τεχνικών της PNF όπως συνέβη σε άλλες μελέτες. Οι ερευνητές παρατήρησαν στατιστικής σημασίας μείωση του πόνου και αύξηση της λειτουργικότητας σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Επίσης υπήρξε αύξηση των θετικών συναισθημάτων των ασθενών της ομάδας PNF κάτι που δεν παρατηρήθηκε στην άλλη ομάδα ενώ και οι δύο ομάδες παρουσίασαν μείωση των αρνητικών συναισθημάτων όπως αυτό αξιολογήθηκε μέσω της κλίμακας που αφορούσε τις αλλαγές των συναισθημάτων- Emotions Scale Questionnaire.

Η εφαρμογή της PNF στην περιοχή του κορμού ενεργοποιεί τον νευρομυϊκό μηχανισμό διεγείροντας τους μηχανοποδοχείς και οδηγεί σε περαιτέρω μείωση του πόνου. Ακόμη βοηθά στην προώθηση της μυϊκής ευαισθησίας ενισχύοντας την ευαισθησία της μυϊκής ατράκτου και του τενόντιου οργάνου του Golgi τα οποία είναι υπεύθυνα για την ιδιοδεκτικότητα (Amal et al., 2013; Kumar et al., 2011; S ato & Maruyama, 2009).

Ο έλεγχος και ο συντονισμός της κίνησης βοηθά στη μείωση της τοπικής φόρτισης και συνεπώς και του πόνου, αυτό εξηγεί τη σημασία της ασκήσεων της PNF στη περιοχή του κορμού. Η βελτίωση της λειτουργικής ικανότητας μπορεί να προκύψει από την μείωση του πόνου, την ελαστικότητα της ΣΣ και την ενδυνάμωση των μυών του κορμού όπως περιγράφεται από τους Byon and Son, (2012), Kumar et al. (2011), Kofotolis et al. (2008) και τους Kofotolis & Kellis (2006).

Ακόμη, η εφαρμογή της αντίστασης μέσω της PNF δεν προάγει μόνο την αύξηση της δύναμης προκαλώντας τη μέγιστη σύσπαση αλλά συμβάλει στην ομαλοποίηση του μυϊκού τόνου, στην βελτίωση της κυκλοφορίας του αίματος και του υγρού των ιστών (Lee et al., 2013) αλλά και στην σταθεροποίηση της θέσης του σώματος με αποτέλεσμα τη βελτίωση της ισορροπίας (Young et al. 2015; Bae et al., 2006).

Περιορισμοί

Για την πραγματοποίηση της συγκεκριμένης ανασκόπησης χρησιμοποιήθηκε ένα δομημένο πρωτόκολλο μελέτης για την καθοδήγηση της επιλογής των μελετών, την ανάλυση των δεδομένων και την καταγραφή των ευρημάτων. Πρέπει, ωστόσο να σημειωθούν οι περιορισμοί που παρατηρήθηκαν.

Αρχικά υπήρξε μικρό δείγμα ερευνών και αυτό από μόνο του αποτελεί το πιο σημαντικό περιορισμό. Οι έρευνες έπρεπε να είναι μόνο στην αγγλική γλώσσα. Οι μελέτες θα έπρεπε να είναι μόνο τυχαιοποιημένες, ωστόσο εμείς χρησιμοποιήσαμε και μια περιπτωσιολογική μελέτη μιας και φάνηκε χρήσιμη καθώς το δείγμα ήταν μικρό όπως προαναφέραμε.

Η εφαρμογή της λέξης PNF παρουσίασε εκατοντάδες άρθρα αλλά μόνο 14 αναφερόταν στο χρόνιο οσφυϊκό πόνο από τα οποία τα 2 τα αποκλείσαμε. Ένα ακόμη πρόβλημα ήταν ότι δεν υπήρχαν αρκετοί συσχετισμοί μεταξύ των αποτελεσμάτων της κάθε έρευνας.

Υπάρχουν εκατοντάδες μελέτες που αφορούν τα αποτελέσματα της PNF σε νευρολογικούς ασθενείς ωστόσο το δείγμα για τα μυοσκελετικά προβλήματα είναι εξαιρετικά περιορισμένο. Πρέπει να πραγματοποιηθούν περισσότερες μελέτες που να αξιολογούν τα αποτελέσματα της PNF σε σχέση με το χρόνιο οσφυϊκό πόνο.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Μέσα από την αξιολόγηση των διαθέσιμων ερευνών προκύπτει ότι η PNF είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική και μπορεί να εφαρμοσθεί με επιτυχία στην αντιμετώπιση του χρόνιου οσφυϊκού πόνου μιας και συμβάλει στην μείωση του πόνου και της ανικανότητας, στην αύξηση της λειτουργικότητας, στην μείωση του μυϊκού τόνου, στη βελτίωση της δύναμης των μυών του κορμού, στην αύξηση της κινητικότητας και της ελαστικότητας της ΣΣ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Adler, S.S., Beckers, D., & Buck, M. (2008). Patient Treatment. In S.S. Adler, D. Beckers, & M. Buck, (Eds.), *PNF in practice: an illustrated guide* (3rd ed.), 39-44 Heidelberg: Springer.
2. Amal, J.G., Dhanesh Kumar, K.U., & Nikhil, N.P. (2013). Effectiveness of trunk proprioceptive neuromuscular facilitation training in mechanical low back pain. *Internal Journal of Current Research* vol 5, 07, 1965-1968.
3. Bae SS, Kim SS, Kim SM, et al., (2006). Treatment approach of instable scapular by proprioceptive neuromuscular facilitation. *Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*, 4, 1–7.
4. Baliki, M.N., Chialvo, D.R., Geha, P.Y., Levy, R.M., Harden, R.N., Parrish, T.B., & Apkarian, A.V. (2006). Chronic pain and the emotional brain: specific brain activity associated with spontaneous fluctuations of intensity of chronic back pain. *J Neurosci* 26, 47, 12165–12173.
5. Ben Salah Frih, Z., Fendri, Y., Jellad, A., Boudoukhane, S., & Rejeb, N. (2009). Efficacy and treatment compliance of a home-based rehabilitation programme for chronic low back pain: a randomized, controlled study. *Ann Phys Rehabil Med*, 52, 6, 485–496.
6. Britt, S., Even, L., & Gitle, K. (2004). The efficacy of a treatment program focusing on specific stabilizing exercises for pelvic girdle pain after pregnancy. *Spine*, 29, 4, 351–359.
7. Burke, D.G., Culligan, C.J., & Holt, L.E. (2000). The theoretical basis of proprioceptive neuromuscular facilitation. *J of strength and conditioning Research*, 14,4, 496-500.
8. Byon, S., & Son H. (2012). The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation and stabilizing exercise on Trunk Repositioning Errors. *J Phys Ther Sci.*, 24, 1017-1020.
9. Cakir, B., Richter, M., Huch, K. et al., (2006). Dynamic stabilization of the lumbar spine. *Orthopedics.*, 29, 716-722.
10. Cohen, S.P., Argoff, C.E., & Carragee, E.J. (2009). Management of low back pain. *BMJ jar*, 338, 100-106.

11. Complex Regional Pain Syndrome. Progress in Pain Research and Management, Vol. 22, IASP Press.
12. Dankaerts, W., O'Sullivan, P., Burnett, A., & Straker, L. (2006). Altered Patterns of Superficial Trunk Muscle Activation During Sitting in Nonspecific Chronic Low Back Pain Patients: Importance of Sub classification. Occupational Health/Ergonomics, 31,17, 2017-2023.
13. Demoulin, C., Maquet, D., Tomasella, M., Croisier, J., Crielaard, J., & Vanderthommen, M. (2006). Benefits of a physical training program after back to school for chronic low back pain patients. J Musculoskelet Pain, 14, 2, 21–31.
14. Dennis T.C., & Herta F. 2006. The cognitive – behavioural approach to pain management.
15. DePalma, M.J., Ketchum, J.M., & Saullo, T.R. (2011). Etiology of chronic low back pain in patients having undergone lumbar fusion. Pain Med, 12, 732-739.
16. Dickey, J.P., Pierrynowski, M.R., Bednar, D.A., & Yang, S.X., (2002). Relationship between pain and vertebral motion in chronic low-back pain subjects. Clin Biomech (Bristol, Avon), 17, 345–352.
17. Dieen, J.H., Cholewicki, J., & Radebold, A. (2003). Trunk muscle recruitment patterns in patients with low back pain enhance the stability of the lumbar spine. Spine, 28, 8, 834-841.
18. Dugan, S.A. (2006). The role of exercise in the prevention and management of acute low back pain. Clin Occup Environ Med, 5, 615–632.
19. Eccleston, C. (2001). Role of psychology in pain management. British Journal of Anesthesia,87, 144 – 152.
20. França, F.R., Burke, T.N., Hanada, E.S., et al.,(2010). Segmental stabilization and muscular strengthening in chronic low back pain. Clinics, 65, 1013–1017.
21. Franklin, J.C.V., Kalirathinam, D., Palekar, T., & Nathani, N. (2013). Effectiveness of PNF training for chronic low back pain. IOSR Journal of Nursing and Health Science, 2(4), 41-52.
22. Guyton, A.C, & Hall, J.E. (2013). Ιατρική Φυσιολογία. (12^H έκδοση),

23. Handa, N., Yamamoto, H., Tani, T., Kawakami, T., & Takemasa, R. (2000). The effect of trunk muscle exercises in patients over 40 years of age with chronic low back pain. *J Orthop Sci*, 5(3):210–216.
24. Hayden, J.A., Van Tulder, M.W., & Tomlinson, G. (2005). Systematic review: Strategies for using exercise therapy to improve outcomes in chronic low back pain. *Annals of Internal Medicine*, 142, 776-785.
25. Howard, P.D., Hudicka, K., Keating, C., Neidig, N., & Quiros, S. (2010). The effect of trunk strengthening on chronic low back pain: a systematic review of the literature. *Orthop Phys Ther Pract*, 22,1, 19–22.
26. Huang, Q., Li, D., Yokotsuka, N., et al., (2013). The intervention effects of different treatment for chronic low back pain as assessed by the cross-sectional area of multifidus muscle. *J Phys Ther Sci.*, 25, 811-813.
27. Huang, Q., Li, D., Zhang, Y., et al., (2014). The intervention effects of different treatment for chronic low back pain as assessed by the thickness of musculus transversus abdominis. *J Phys Ther Sci*, 26, 1383-1385.
28. Iatrou, A.C. (2003). What we need to know about nociceptive pain. *The Greek E-Journal of Perioperative Medicine*, 1, 48-57.
29. Johnson, G.S., & Johnson, S.V. (2002). The application of principles and procedures of PNF for the care of lumbar spinal instabilities. *J of Manual & Manipulative therapy*, 10,2, 83-105.
30. Johnson, J. (2012). Functional rehabilitation of low back pain with core stabilization exercises: suggestions for exercises and progressions in athletes. All Graduate Plan B and other Reports, paper 170.
31. Jordan, J.B., Korgaokar, A.D., Farley, R.S., & Caputo, J.L., (2012). Acute Effects of Static and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Agility Performance in Elite Youth Soccer Players. *Int J Exerc Sci*, 5(2), 97-105
32. Kabat, H. (1952). Studies of neuromuscular dysfunction XV: The role of central facilitation in restoration of motor function in paralysis. *Arch. Phys. Med.*, 9, 667–672.

33. Kankaanpaa, M., Colier, W.N., Taimela, S, et al. (2005). Back extensor muscle oxygenation and fatigability in health subjects and low back pain patients during dynamic back extension exertion. *Pathophysiology*, 12, 267-273.
34. Keller, A., Hayden, J., Bombardier, C., & Van Tulder, M. (2007). Effect sizes of non-surgical treatments of non-specific low-back pain. *Eur Spine J*, 16, 11, 1776–1788.
35. Klein, D., Stone, W., Phillips, W., et al., (2002) PNF training and physical function in assisted- living older adults. *J. Aging. Phys. Act.*, 10, 476-488.
36. Knott, M., and Voss, D., (1956). *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*. New York: Hoeber Medical Division, Harper and Row.
37. Kofotolis, N.D., Vlachopoulos, S.P., & Kellis, E. (2008). Sequentially allocated clinical trial of rhythmic stabilization exercises and TENS in women with chronic low back pain. *Clinical Rehabilitation*, 22, 99-111.
38. Kofotolis, N., & Kellis, E. (2006). Effects of two 4-week proprioceptive neuromuscularfacilitation programs on muscle endurance, flexibility, and functional performance in women with chronic low back pain. *Physical Therapy*, 86, 1001-12.
39. Kumar, A., Zuitshi, K., & Narang, N. (2011). Efficacy of trunk proprioceptive neuromuscular facilitation training on chronic low back pain. *International Journal of Sports Science and Engineering*, 5(3), 174-180.
40. Larry A. Wolfe and Gregory A. L. Davies, Canadian guidelines for exercise in pregnancy, *Clinical Obstetrics and Gynecology*, 46 (2), 2003, 488–495.
41. Lee C.W., Hwangbo K., & Lee, I.S. (2014). The effects of combination patterns of proprioceptive neuromuscular facilitation and ball exercise on pain and muscle activity of chronic low back pain patients. *J Phys Ther Sci*, 26: 93–96.
42. Lee, J.H., Park, S.J., & Na, S.S. (2013). The effect of proprioceptive neuromuscular facilitation therapy on pain and function. *J Phys Ther Sci*, 25, 713-716.
43. Liddle, S.D., Baxter, G.D., & Gracey, J.H. (2004). Exercise and chronic low back pain: what works? *Pain*, 2004, 107: 176–190.

44. Lucas, R.C., & Koslow, R. (1984). Comparative-study of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques on flexibility. *Perceptual and Motor Skills*, 58, 615-618.
45. Lund, J. P., Donga, R., Widmer, C. G., & Stohler, C. S. (1991). The pain adaptation model: a discussion of the relationship between chronic musculoskeletal pain and motor activity. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 69, 683-694.
46. Manchikanti, L., Pampati, V., Singh, V., et al., (2001). Evaluation of the role of facet joints in persistent low back pain in obesity: a controlled, prospective, comparative evaluation. *Pain Physician*, 4, 266-272.
47. May, S., & Johnson R. (2008). Stabilisation exercises for low back pain: a systematic review. *Physiotherapy*, 94, 179-89.
48. Mavromoustakos, S., Beneka, A., Malliou, V., Adamidou, A., Kellis, E., & Kagiaoglou A., (2015). Effects of a 6-week Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Intervention on pain and disability in individuals with chronic low back pain. *Journal of Physical Activity, Nutrition and Rehabilitation*, 2421-7824.
49. Meltzack, R., & Wall, P.D. (1965). Pain mechanisms: a new theory. *Science*, 150, 971-979.
50. Nielens H., Van zundert J., Mairiaux P., Gailly J., Van Den Hecke N., Mazina D., Camberlin C., Bartholomeeusen S., De Gauquier K., Paulus D., Ramaekers D (2006) Chronic low back pain. KCE report, 48, 5–67.
51. O' Sullivan, P.B., Burnett, A., Floyd, A.N., et al., (2003). Lumbar repositioning deficit in a specific low back pain population. *Spine*, 28, 1074-1079.
52. Park, S.D., Lee, A.L., Hawng, J.S., et al., (2003). The study on relation of low back pain and obesity. *J Korean Aquapunct Moxibustion Soc*, 20, 102-113.
53. Park, K.Y., & Seo, K.C., (2014). The effects of the pain index and lumbar flexibility of obese patients with low back pain after PNF scapular and PNF pelvic patterns. *J Phys Ther Sci.*, 26, 1571-1574.
54. Park, S.E., & Wang, J.S. (2015). Effect of joint mobilization using KEOMT and PNF on a patient with CLBP and a lumbar transitional vertebra: a case study. *J Phys Ther Sci*, 27, 1629-1632.

55. Petersen-Felix, S. (2000). Neuroplasticity and windup. Theoretical and Clinical Aspects. In: Proceedings of the 7th World Congress of Veterinary Anaesthesia. Bern, Switzerland, 20-23, 1-4.
56. Price, D., & Pierre, R. (2006). Hypnotic Analgesia. Wall and Melzack's Textbook of Pain. Elsevier Churchill Livingstone.
57. Rainville P (2002). Brain mechanisms of pain affect and pain modulation. *Curr Opin Neurobiol*, 12:195-204.
58. Sharman, M.J., Cresswell, A.G., & Riek, S. (2006). Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching: mechanisms and clinical implications. *Sports Medicine*, 36, 929-39.
59. Tanvi, A., Shalini, G., Parul, R., & Gaurav, S. (2013). Effect of proprioceptive neuromuscular facilitation program on muscle endurance, strength, pain, and functional performance in women with post-partum lumbo-pelvic pain. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*, 7,3, 60-67.
60. Timothy, J., & Sam W.W. (2002). Epidimology of back pain in athelete. *Clinics in sports medicine*, 21,1.
61. Tunks, R., & Marskey, H. (2001). Psychotherapy in the management of chronic pain. *Bonica's management of pain*. Lippincott Williams and Wilkins, 93, 1789 – 1795.
62. Van Middelkoop, M., Rubinstein, S.M., Verhagen, A.P., Ostelo, R.W., Koes, B.W., & van Tulder, M.W. (2010). Exercise therapy for chronic nonspecific low-back pain. *Best Pract Res: Clin Rheumatol*, 24, 2, 193–204.
63. Van Tulder, M.W., Ostelo, R., Vlaeyen, J.W., Linton, S.J., Morley, S.J., & Assendelft, W.J. (2000). Behavioral treatment for chronic low back pain: a systematic review within the framework of the Cochrane Back Review Group. *Spine (Phila Pa 1976)*, 25, 2688-99.
64. Voss, D., Ionta, M., & Meyers, B. (1985). Proprioceptive neuromuscular facilitation. In D. Voss, M. Ionta, & B. Meyers, (Eds.) *Patterns and techniques*, (3rd ed), 298-307

65. Wand, B.M., & O'Connell, N.E. (2008). Chronic non-specific low back pain—sub-groups or a single mechanism? *BMC Musculoskelet Disord*, 9,11.
66. Yamashita, T., Cavanaugh, J.M., Elbohy, A.A., Getchell, T.V., & King, A.I. (1990) Mechanosensitive afferent units in the lumbar facet joint. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 72A, 865-870.
67. Young, K.J., Je, C.W., & Hwa, S.T., (2015). Effect of proprioceptive neuromuscular facilitation integration pattern and swiss ball training on pain and balance in elderly patients with chronic back pain. *J. Phys.Ther. Dci*, 27, 3237-3240.
68. Yoshihara, K., Shirai, Y., Nakayama, Y., et al., (2001). Histochemical changes in the multifidus muscle in patients with lumbar intervertebral disc herniation. *Spine.*, 26, 622-626.
69. Yuktasir B, & Kaya F, (2009). Investigation into the longterm effects of static and PNF stretching exercises on range of motion and jump performance. *J Bodyw Mov Ther*, 13(1), 11-21.