



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΟΡΘΟΠΑΙΔΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΡΑΥΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΗ ΠΑΡΕΜΒΑΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ (SPINAL
MOUSE) ΣΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗΣ
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ»**

ΗΡΑΚΛΕΙΟ

ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2015



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΟΡΘΟΠΑΙΔΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΡΑΥΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΗ ΠΑΡΕΜΒΑΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ (SPINAL
MOUSE) ΣΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗΣ
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ»**

ΥΠΟΨΗΦΙΟΣ ΔΙΔΑΚΤΟΡΑΣ: ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΤΟΠΑΛΙΔΟΥ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ ΠΑΠΑΙΩΑΝΝΟΥ, Επίκουρη Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας

ΚΑΛΛΙΟΠΗ ΑΛΠΑΝΤΑΚΗ, Λέκτορας Ορθοπαιδικής και Τραυματολογίας

ΘΩΜΑΣ ΜΑΡΗΣ, Επίκουρος Καθηγητής Ιατρικής Φυσικής

ΗΡΑΚΛΕΙΟ - ΚΡΗΤΗ, ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2015

*Στην οικογένειά μου, σε όσους στάθηκαν δίπλα μου
...και σε αυτούς που ποτέ δε σταματούν να προσπαθούν*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος	5
Περίληψη (Ελληνικά)	6
Abstract (Αγγλικά)	13
Κεφάλαιο 1^ο Εισαγωγή	19
1. Εισαγωγή	20
1.1 Γενικά στοιχεία	20
1.2 Ορθοπαιδική εμβιομηχανική	21
1.3 Εμβιομηχανική σπονδυλικής στήλης (ΣΣ)	22
1.4 Μέθοδοι αξιολόγησης της ΣΣ	28
1.5 Σπονδυλική στένωση – Σπονδυλοδεσία	30
1.6 Σπονδυλικά κατάγματα – Κυφοπλαστική	31
1.7 Σκοπός	33
Κεφάλαιο 2^ο Μεθοδολογία	35
2. Μεθοδολογία	36
2.1 Συμμετέχοντες	36
2.2 Μέθοδος μέτρησης	40
2.3 Στατιστική ανάλυση	47
Κεφάλαιο 3^ο Αποτελέσματα	50
3. Αποτελέσματα	51
3.1 Αποτελέσματα αξιοπιστίας και επαναληψιμότητας της μεθόδου	51
3.2 Αποτελέσματα μετρήσεων σε άτομα με σπονδυλοδεσία	54
3.3.Αποτελέσματα μετρήσεων σε άτομα με σπονδυλικά κατάγματα	67
Κεφάλαιο 4^ο Συζήτηση – Συμπεράσματα	80
4. Συζήτηση – Συμπεράσματα	81
4.1 Αξιοπιστία και επαναληψιμότητα της μεθόδου	81
4.2 Σπονδυλική στένωση – Σπονδυλοδεσία	84
4.3 Κατάγματα σπονδύλων – Κυφοπλαστική	94
4.4. Συμπεράσματα	99
Βιβλιογραφία	102
Συντομογραφίες	116
Ευχαριστίες	118
Παράρτημα	119

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στη θέση του προλόγου θα ήθελα να παραθέσω ένα απόσπασμα με τους τέσσερις κανόνες της μεθόδου του Ρενέ Ντεκάρτ (René Descartes), του Γάλλου φιλοσόφου, μαθηματικού και επιστήμονα των θετικών επιστημών, γνωστού ως Καρτέσιος, όπως τους διατύπωσε το 1637 στο έργο του «Λόγος περί της μεθόδου» (Discourse de la methode).

A) Ποτέ να μην παραδέχομαι τίποτα για αληθινό αν δεν το ξέρω ολοφάνερα αληθινό, δηλαδή να αποφεύγω προσεκτικά τη βιασύνη και την προκατάληψη και μην περιλαμβάνω στις κρίσεις μου τίποτα παραπάνω απ' ότι θα παρουσιάζεται στο νου μου, τόσο καθαρά και τόσο διακριτά, ώστε να μη μου δίνεται καμία ευκαιρία να αμφιβάλλω για αυτό.

B) Να διαιρώ την κάθε μία από τις δυσκολίες που θα εξετάζω σε όσα κομμάτια είναι δυνατόν και χρειάζεται για να τη λύσω καλύτερα.

Γ) Να διευθύνω τις σκέψεις μου με τάξη, αρχίζοντας από τα πιο απλά και ευκολομάθητα, για να ανέβω σταδιακά, σαν σε σκαλοπάτια, ως τη γνώση των συνθετότερων και υποθέτοντας πως υπάρχει πάντα μία τάξη ακόμα και ανάμεσα σε εκείνα που δεν προπορεύονται φυσικά το ένα από το άλλο.

Δ) Να κάνω πάντα απαριθμήσεις τόσο πλήρεις κι ανασκοπήσεις τόσο γενικές, ώστε να είμαι βέβαιος ότι δεν παραλείπω τίποτα.

«Μπορώ να αμφιβάλλω για όλα τα πράγματα που με περιβάλλουν και για όλα όσα σκέφτομαι. Οι άνθρωποι συχνά σφάλουν στους συλλογισμούς τους ακόμα και σε απλά θέματα και δεν υπάρχει λόγος να πιστεύω ότι οι αισθήσεις μου δεν με ξεγελούν ή ότι οι σκέψεις μου δεν είναι παρά σαν τα όνειρά μου όταν κοιμάμαι. Μπορώ να αμφιβάλλω λοιπόν για όλα όσα σκέφτομαι και πιστεύω, αλλά για ένα πράγμα σε καμία περίπτωση δεν μπορώ να αμφιβάλλω, δηλαδή για το ότι αμφιβάλλω».

René Descartes

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή

Η μέτρηση της κινητικότητας και της λειτουργικότητας της σπονδυλικής στήλης (ΣΣ), καθώς και η αξιολόγηση των κυρτωμάτων της, απασχόλησε πολλούς ερευνητές. Για το λόγο αυτό αναπτύχθηκαν διάφορες μη παρεμβατικές μέθοδοι μέτρησης, οι οποίες ωστόσο είτε είχαν φτωχή επαναληψιμότητα, είτε απαιτούσαν πολύ χρόνο για τη διαδικασία της αξιολόγησης ή οδηγούσαν σε λάθος. Συγχρόνως, οι περισσότερες μέθοδοι έχουν μεμονωμένη δυνατότητα καταγραφής, είτε μόνο σε οβελιαίο, είτε μόνο σε μετωπιαίο επίπεδο.

Από την άλλη, οι ακτινολογικές εξετάσεις (ακτινογραφία ή υπολογιστική τομογραφία - CT) αν και παρέχουν εξαιρετική απεικόνιση και δυνατότητα αξιολόγησης, εντούτοις οι κίνδυνοι από την έκθεση στην ακτινοβολία τις καθιστούν μη λειτουργικές για συστηματικές επανεξετάσεις και εξετάσεις ρουτίνας. Επιπλέον, παρέχουν τη δυνατότητα απεικόνισης ενός μόνο τμήματος της ΣΣ, ενώ σε περίπτωση λήψης εικόνας για ολόκληρη τη ΣΣ τα επίπεδα ακτινοβολίας αυξάνονται σημαντικά. Η μαγνητική ακτινογραφία (MRI) αποτελεί λύση στο πρόβλημα της ακτινοβολίας, αλλά το κόστος της εξέτασης παραμένει υψηλό και ειδικά σε περιπτώσεις επανελέγχων και ερευνητικών αξιολογήσεων.

Από τα παραπάνω διαφαίνεται, πως για την εκτίμηση της λειτουργικότητας της ΣΣ και για περιπτώσεις επαναλαμβανόμενων επανεξετάσεων απαιτείται μία μέθοδος έγκυρη και αξιόπιστη, μη παρεμβατική και απολύτως ασφαλής για την υγεία, με χαμηλό κόστος, μικρό χρόνο εξέτασης και με δυνατότητα πολλαπλών κλινικών ελέγχων τόσο στο οβελιαίο, όσο και στο μετωπιαίο επίπεδο.

Μία τέτοια μέθοδος είναι το Spinal Mouse. Αν και η αξιοπιστία και η ακρίβεια της μεθόδου, τόσο μεταξύ εξεταστών, όσο και μεταξύ μετρήσεων, έχει αξιολογηθεί σε προηγούμενες μελέτες, εντούτοις αυτές αφορούσαν μόνο υγιή πληθυσμό και παιδιά. Επίσης, δεν υπάρχει καμία μελέτη που να αξιολογεί την εγκυρότητα και την επαναληψιμότητα της μεθόδου στο μετωπιαίο επίπεδο. Για το λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητη η αξιολόγηση της αξιοπιστίας και της εγκυρότητας

της μεθόδου και στα δύο επίπεδα, σε άτομα με παθολογία της ΣΣ, ώστε να διασφαλιστεί η δυνατότητα χρήσης της, σε ανάλογο πληθυσμό.

Επιπλέον, δύο από τις πιο συχνές επεμβατικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση των παθήσεων της ΣΣ είναι η κυφοπλαστική και η σπονδυλοδεσία. Ωστόσο, για καμία από τις μεθόδους αυτές δεν έχει διερευνηθεί η μετεγχειρητική πορεία της ΣΣ συνολικά, τόσο ως προς τη μορφολογία της, όσο και ως προς την κινητικότητά της και σε οβελειαίο, αλλά και σε μετωπιαίο επίπεδο.

Σκοπός

Στόχος της παρούσας διδακτορικής διατριβής είναι η αξιολόγηση της αξιοπιστίας και η διερεύνηση της δυνατότητας εφαρμογής μιας νέας μεθόδου για την εκτίμηση της ΣΣ. Επιπλέον, στόχος είναι η εκτίμηση ολόκληρης της ΣΣ και των επιμέρους τμημάτων της, είτε ξεχωριστά, είτε σε συσχέτιση μεταξύ τους, σε δύο επίπεδα, σε ασθενείς που έχουν υποβληθεί σε σπονδυλοδεσία ή κυφοπλαστική επέμβαση.

Για τον σκοπό αυτό η εργασία έχει χωριστεί σε τρεις φάσεις:

A) Στην πρώτη φάση έγινε test-retest αξιολόγηση της αξιοπιστίας της μεθόδου, σε άτομα με χαμηλή οσφυαλγία ή/και ραχιαλγία.

B) Στη δεύτερη φάση με τη χρήση της μεθόδου, έγινε αξιολόγηση της μορφολογίας και της κινητικότητας της ΣΣ ασθενών με σπονδυλική στένωση, οι οποίοι είχαν υποβληθεί σε αποσυμπίεση και οπίσθια σταθεροποίηση με διαυχενικές βίδες και ράβδους (prospective cohort study - προοπτική μελέτη κοορτής).

Γ) Στην τρίτη φάση, σε ασθενείς με σπονδυλικά κατάγματα (VF), τα οποία αντιμετωπίστηκαν είτε με απλή κυφοπλαστική (BKP), είτε με BKP και οπίσθια στερέωση, έγινε αξιολόγηση της μορφολογίας και της κινητικότητας ολόκληρης της ΣΣ (prospective cohort study - προοπτική μελέτη κοορτής).

Μεθοδολογία

Όλοι οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν εκτενώς για το σκοπό της μελέτης στην οποία θα συμμετείχαν και υπέγραψαν έγγραφη δήλωση συγκατάθεσης, σύμφωνα με τους κανονισμούς της Επιτροπής Βιοηθικής του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Ηρακλείου (10787/20-12-10).

Τεχνική και διαδικασία μετρήσεων

Η μέτρηση της μορφολογίας και της κινητικότητας της ΣΣ, πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του Spinal Mouse (Idiag, Volkswill, Switzerland), μίας ασύρματης συσκευής τηλεμετρίας. Η φορητή αυτή συσκευή καθοδηγείται κατά μήκος των ακανθωδών αποφύσεων της ΣΣ και οι τιμές που λαμβάνει μεταφέρονται σε πραγματικό χρόνο σε έναν υπολογιστή. Για όλες τις μετρήσεις ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία. Η καταγραφή γινόταν από την ακανθώδη απόφυση του Α7 μέχρι το Ι2-Ι3. Η συχνότητα καταγραφής ήταν τα 150Hz. Η κινητικότητα των κυρτωμάτων υπολογιζόταν μέσω ενός περιοδικού αλγόριθμου που χρησιμοποιεί το λογισμικό της συσκευής.

Οι θέσεις καταγραφής ήταν οι ακόλουθες:

- Οβελιαίο επίπεδο: α) Σε όρθια θέση, β) σε πλήρη κάμψη και γ) σε πλήρη έκταση.
- Μετωπιαίο επίπεδο: α) Σε όρθια θέση, β) σε πλάγια κάμψη αριστερά και γ) σε πλάγια κάμψη δεξιά

Συνολικά, μετρήθηκαν και υπολογίστηκαν για κάθε επίπεδο 24 παράμετροι λειτουργικότητας της ΣΣ και στάσης του σώματος:

- Στο οβελιαίο επίπεδο μετρήθηκε το θωρακικό κύρτωμα (Θ1-Θ12), το οσφυϊκό κύρτωμα (Ο1-Ο5), η γωνία ισχίων-ιερού οστού (Sac_Hip) και η συνολική κλίση του κορμού (Incl). Οι παραπάνω παράμετροι αξιολογήθηκαν σε όλες τις θέσεις. Επιπλέον, το λογισμικό της συσκευής έκανε τον προσδιορισμό της κινητικότητας ολόκληρης της ΣΣ και των παραπάνω τμημάτων ξεχωριστά για τις εξής κινήσεις: Από όρθια θέση σε πλήρη κάμψη (AF), από όρθια θέση σε πλήρη έκταση (AE) και από πλήρη κάμψη σε πλήρη έκταση (FE).

- Στο μετωπιαίο επίπεδο μετρήθηκε το θωρακικό και οσφυϊκό κύρτωμα, το Sac_Hip και το Incl, σε όλες τις θέσεις. Επιπλέον, το λογισμικό της συσκευής έκανε τον προσδιορισμό της κινητικότητας για τις εξής κινήσεις: Από όρθια θέση σε πλήρη πλάγια κάμψη αριστερά (SL), από όρθια θέση σε πλήρη πλάγια κάμψη δεξιά (SR) και από πλήρη πλάγια κάμψη αριστερά σε πλήρη πλάγια κάμψη δεξιά (LR).

Κρίνεται απαραίτητο να αναφέρουμε, πως η μέθοδος αυτή μπορεί να εκτιμήσει και να αξιολογήσει μόνο τα κυρτώματα της ΣΣ και την κινητικότητά της και αφορά αποκλειστικά και μόνο μετρήσεις που εμπίπτουν σε αυτές τις κατηγορίες.

A' Φάση (Αξιολόγηση Μεθόδου)

Συνολικά μετρήθηκαν 50 ενήλικες - Ομάδα Μελέτης 1 (OM1) (12 άντρες, 38 γυναίκες), που προσήλθαν στα Τακτικά Εξωτερικά Ιατρεία Σπονδυλικής Στήλης του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Ηρακλείου, με χαμηλή οσφυαλγία ή/και ραχιαλγία. Κανένας από τους συμμετέχοντες δεν είχε υποβληθεί ποτέ σε επέμβαση ΣΣ ή είχε άλλη πάθηση που επιδρούσε στην κινητικότητα της (όπως αγκυλοποιητική σπονδυλοαρθρίτιδα, νόσο Paget και διάχυτη υπερόστωση).

B' Φάση (Σπονδυλοδεσία)

Συνολικά αξιολογήθηκαν 45 ασθενείς, οι οποίοι αποτελούσαν την Ομάδα Μελέτης 2 (OM2) και υποβλήθηκαν σε οπίσθια σπονδυλοδεσία θωρακικής (ΘΜΣΣ), οσφυϊκής (ΟΜΣΣ) και θωρακοσφυϊκής μοίρας της ΣΣ (ΘΟΜΣΣ). Ταυτόχρονα, εξετάστηκαν 39 υγιή άτομα τα οποία αποτελούσαν την ομάδα ελέγχου (OE). Η μέτρηση της μορφολογίας, της κινητικότητας και των κυρτωμάτων της ΣΣ έγινε με ασύρματη συσκευή ραδιοσυχνότητας Spinal Mouse. Για την αξιολόγηση του πόνου χρησιμοποιήθηκε η οπτική αναλογική κλίμακα (Visual Analogue Scale, VAS). Για την αξιολόγηση του βαθμού λειτουργικής ανικανότητας η κλίμακα ODI και για την αξιολόγηση της ποιότητας ζωής η κλίμακα SF-36. Οι μετρήσεις και οι καταγραφές γίνονταν προεγχειρητικά, στους 3, 6 και 12 μήνες.

Γ' Φάση (Κυροπλαστική)

Την Ομάδα Μελέτης 3 (OM3) αποτελούσαν 43 ασθενείς, οι οποίοι υποβλήθηκαν σε απλή (BKP) ή BKP με οπίσθια στερέωση. Τριάντα εννιά συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν τη διαδικασία που καθοριζόταν από το πρωτόκολλο. Συγχρόνως, αξιολογήθηκαν 39 άτομα χωρίς παθολογία, τα οποία αποτελούσαν την ΟΕ. Η αξιολόγηση της μορφολογίας και της κινητικότητας των κυρτωμάτων της ΣΣ έγινε με τη χρήση του Spinal Mouse. Για την αξιολόγηση του πόνου χρησιμοποιήθηκε η οπτική αναλογική κλίμακα VAS και για την αξιολόγηση του βαθμού λειτουργικής ανικανότητας η κλίμακα ODI. Οι μετρήσεις και οι καταγραφές γίνονταν στις 15 μέρες και 3, 6 και 12 μήνες μετεγχειρητικά.

Αποτελέσματα

A' Φάση

Για το οβελιαίο επίπεδο, κατά την εξέταση της αξιοπιστίας με τον συντελεστή ενδοταξικής συσχέτισης (ICC), υψηλή (0,90-0,99 ICC) και καλή (0.80–0.89 ICC) αξιοπιστία εμφανίζεται στις περισσότερες παραμέτρους (22 από σύνολο 24). Μόνο δύο παράμετροι και οι οποίοι προσδιορίζονται αυτόματα από το λογισμικό της συσκευής, παρουσίασαν μέτρια και φτωχή επαναληψιμότητα. Για τον χαρακτηρισμό της αξιοπιστίας έγινε χρήση του σταθμισμένου σφάλματος μέτρησης (standard error of measurement - SEM), το οποίο κυμάνθηκε από 0.322° (95% IC) κατά την αξιολόγηση της ΟΜΣΣ σε πλήρη κάμψη, μέχρι 4.965° (95% IC) στην αξιολόγηση της κίνησης AF του θωρακικού κυρτώματος.

Στο μετωπιαίο επίπεδο, από την εξέταση της επαναληψιμότητας με ICC, υψηλή αξιοπιστία εμφάνισαν 17 παράμετροι. Το SEM κυμάνθηκε από 0.958° στο Incl για την όρθια θέση, μέχρι 4.820° στην αξιολόγηση του οσφυϊκού κυρτώματος κατά την κίνηση LR.

B' Φάση

Από τους 45 ασθενείς που εντάχθηκαν στην ΟΜ2, οι 38 ολοκλήρωσαν με επιτυχία τη διαδικασία των επανεξετάσεων, σύμφωνα με το πρωτόκολλο της μελέτη. Αν και οι μεταβολές στα κυρτώματα της ΣΣ δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντική

μεταβολή, εντούτοις αξίζει να αναφέρουμε, πως η οσφυϊκή λόρδωση και το θωρακικό κύρτωμα αυξήθηκαν, ενώ η γωνία κλίσης της λεκάνης μειώθηκε. Η κινητικότητα της ΟΜΣΣ στο οβελιαίο επίπεδο αυξήθηκε σημαντικά ($p=0.01$) στους 12 μήνες, συγκριτικά με την αξιολόγηση στους 3 μήνες και της ΘΜΣΣ στο μετωπιαίο επίπεδο στους 12 μήνες ($p=0.009$), συγκριτικά με την προεγχειρητική εκτίμηση. Τα αποτελέσματα των VAS, ODI και SF-36 PCS παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις ($p<0.001$), σε όλες τις αξιολογήσεις, συγκριτικά με κάθε προηγούμενη. Το SF-36 MCS εμφάνισε την καλύτερη βελτίωση $p=0.004$ στους 12 μήνες, συγκριτικά με την προεγχειρητική εκτίμηση. Η ROC ανάλυση έδειξε, πως κάποιες παράμετροι που καταγράφει η συγκεκριμένη μέθοδος, έχουν ισχυρή διαγνωστική ικανότητα. Τέλος, ο αριθμός των επιπέδων της σπονδυλοδεσίας παρουσίασε ισχυρή γραμμική συσχέτιση ($0.5 \leq |r| < 0.7$), με το SF-36 PCS, το VAS και τη μέτρηση της ΟΜΣΣ στη θέση έκτασης.

Γ' Φάση

Αναφορικά με τα κυρτώματα και την κινητικότητα της ΣΣ στο οβελιαίο επίπεδο στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις εμφανίστηκαν πρώιμα από τους 3 μήνες, τόσο για την οσφυϊκή λόρδωση, το Sac_Hip, όσο και για το Incl. Στο μετωπιαίο επίπεδο οι περισσότερες βελτιώσεις εμφανίστηκαν μετά τους 6 μήνες. Σχετικά, με τον τύπο των VF, οι ασθενείς με οστεοπορωτικά κατάγματα εμφάνισαν στατιστικά σημαντικά μικρότερες μέσες τιμές, εν συγκρίσει με τα άτομα που είχαν τραυματικά κατάγματα. Επίσης, τα άτομα με οστεοπορωτικά κατάγματα έτειναν να εμφανίσουν χρόνιο πόνο. Πρώιμα θετικά αποτελέσματα εμφανίστηκαν και κατά την αξιολόγηση του VAS και του ODI. Ωστόσο η ΟΜ3, στην τελική σύγκριση με την ΟΕ, εμφάνισε πιο φτωχά αποτελέσματα. Τέλος, 1 στους 10 συμμετέχοντες βίωνε πόνο ακόμα και στους 12 μήνες.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Αναφορικά με την αξιολόγηση της αξιοπιστίας και της εγκυρότητας της μεθόδου για το οβελιαίο επίπεδο, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης συμπίπτουν με αυτά άλλων ερευνητών, σε υγιή πληθυσμό, ενώ παρουσιάζουν θετικά καλύτερα αποτελέσματα από αντίστοιχες αξιολογήσεις που έγιναν σε παιδιά. Στο

μετωπιαίο επίπεδο, φάνηκε να υπάρχει ελαφρώς λιγότερο ισχυρή αξιοπιστία συγκριτικά με το οβελιαίο επίπεδο, αν και στο σύνολό τους οι μετρήσεις εμφάνισαν υψηλή και καλή επαναληψιμότητα. Τα χειρότερα αποτελέσματα με φτωχή επαναληψιμότητα εμφανίζονται στο Sac_Hip, γεγονός το οποίο χρήζει περαιτέρω έρευνας. Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε, πως για την αξιολόγηση των κυρτωμάτων, των παραμορφώσεων και της κινητικότητάς της ΣΣ, καθώς και της θέσης του κορμού, η παρούσα μέθοδος αποτελεί ένα πολύ καλό και αξιόπιστο εργαλείο. Λόγω του ότι η μέθοδος είναι μη παρεμβατική και χωρίς ακτινοβολία είναι ιδανική σε περιπτώσεις, όπου απαιτούνται πολλαπλοί επανέλεγχοι και συχνές αξιολογήσεις των κυρτωμάτων της ΣΣ.

Επίσης, τα άτομα που υποβλήθηκαν σε σπονδυλοδεσία παρουσίασαν βελτιώσεις στις αξιολογήσεις του πόνου και της ποιότητας ζωής. Η ΣΣ ως άθροισμα του συνόλου των κυρτωμάτων που την αποτελούν εμπίπτει στη φόρμουλα του Kim's ($PI+LL+TK\leq 45^\circ$), ενώ ταυτόχρονα βελτιώνεται σημαντικά η λειτουργικότητα και η κινητικότητά της τόσο στο οβελιαίο, όσο και στο μετωπιαίο επίπεδο.

Τέλος, αξίζει να σημειώσουμε πως η παρούσα μελέτη είναι η μόνη που αξιολογεί τη ΣΣ στο σύνολό της και στα δύο επίπεδα, δίνοντας μία εμπειριστατωμένη και ολοκληρωμένη εικόνα της μορφολογίας και της κινητικότητας της ΣΣ, σε άτομα που έχουν υποβληθεί σε χειρουργική αντιμετώπιση σπονδυλικού κατάγματος. Τόσο τα άτομα που υποβλήθηκαν σε ΒΚΡ, όσο και τα άτομα που υποβλήθηκαν σε ΒΚΡ με στερέωση, εμφάνισαν πρώιμες βελτιώσεις αναφορικά με τη δομή και την κινητικότητα της ΣΣ, ειδικά στο επίπεδο της ΟΜΣΣ, στην γωνία Sac_Hip, στο επίπεδο ισορροπίας και στην αξιολόγηση της ποιότητας ζωής. Ωστόσο, η αυξημένη κινητικότητα που παρουσίασαν κάποιοι συμμετέχοντες ήταν αρνητικός παράγοντας για την πορεία τους. Επιπλέον, αν και ο πόνος και η αδυναμία απόκρισης στις καθημερινές δραστηριότητες μειώθηκαν σημαντικά, εντούτοις 1 στους 2 συμμετέχοντες χαρακτηρίστηκε ως ασθενής με χρόνιας πόνο. Συνάμα διαφαίνεται, πως η ΒΚΡ είχε καλύτερα αποτελέσματα σε άτομα με τραυματικά κατάγματα, από ότι σε ασθενείς με οστεοπορωτικά.

ABSTRACT

Introduction

Many researchers wade into assessment of mobility and functionality of the spine and its curves. Various non-invasive methods have been developed for the measurement of the above parameters. However, most of these methods either have a poor reliability or validity or are time-consuming. In addition, most methods have individual recording capability, either in the sagittal or frontal plane only. Moreover, plain radiograph and Computed Tomography (CT) provide potential for imaging one part only of the spine. Imaging of the entire spine results in significantly higher radiation burden. Magnetic Resonance Imaging (MRI) could act as alternative but it is limited of its high cost and the inability to dynamically examine the spine in conventional MR scanners.

For the abovementioned reasons, in assessing the functionality of the spine and for cases where repeated examinations are required, a valid, reliable, non-invasive and safe method, with low cost, short examination time and the ability of performing multiple clinical tests in sagittal and frontal plane, would be desirable.

One such method is the Spinal Mouse. Although the reliability and the accuracy of the method, both between examiners and between measurements were assessed in previous studies, however they concerned only healthy population and children. Also, there is no study evaluating the validity and reproducibility of the method in the frontal plane. For this reason, it is necessary to assess the reliability and validity of the method in two planes in subjects with spinal pathology, to ensure the possibility of using the method in similar population.

Furthermore, two of the most common invasive procedures for the treatment of the spine are Balloon Kyphoplasty Procedure (BKP) and spinal fixation-fusion. However, for none of these methods the postoperative process, the morphology and the mobility of the spine as a whole, have been investigated in both sagittal and frontal plane.

Purpose

The aim of this thesis is the evaluation and the application of a new method for the assessing of the spine in patients who have undergone spinal fixation surgery or BKP. Furthermore, the aim is to evaluate the entire spine and its individual parts either separately or in correlation with each other, in two planes, as it is proven that any change in any part of the spine affects its entire structure.

For this purpose, the study has been divided into three phases:

- A) In the first phase paired t-test and repeated measures analysis of variance were used to assess the reliability of the method, in participants with symptoms of low back pain and/or back pain.
- B) In the second phase, evaluation of morphology and mobility of the spine in patients with spinal stenosis who have undergone decompression and posterior fusion with pedicle screws and robs, were performed (prospective cohort study).
- C) In the third phase, the purpose was to provide further evidence for the evaluation of the morphology and mobility of the global spine, in patients with vertebral fractures-VF (prospective cohort study)

Methods

All participants were informed in detail about the purpose and the procedures of the study and provided written consent, according to the Bioethics Committee of the University Hospital of Heraklion, Greece. The Scientific Committee of the University Hospital of Heraklion, Greece, had approved the study (10787/20-12-10).

Technique and measurement procedure

The mobility of the spine was evaluated with the Spinal Mouse (Idiag, Volkerswill, Switzerland), a computer-assisted wireless telemetry device. This portable device is guided along the spinous processes of the vertebral column. The values obtained are transferred in real time to a computer

device. The recording frequency was 150Hz. All measurements followed the same procedure and were performed in the same order. The recording was performed from the processus spinosus of C7 to S1-S2. The recording frequency was 150Hz. The mobility of the curves was calculated with a periodical algorithm.

The measurements' positions involved:

- Sagittal plane: a) Upright position, b) full flexion, c) full extension.
- Frontal plane: a) Upright position, b) left lateral bending, c) right lateral bending.

Overall, 24 parameters of the functionality of the spine and posture were counted and calculated for each plane:

- In the sagittal plane: The thoracic curvature (T1-T12), the lumbar curvature (L1-L5), the hip-sacral angle (Sac_Hip) and the total trunk inclination (Incl) were assessed. These parameters were measured by the examiner in all positions. Moreover, the mobility of the spine was determined with the software of the device for the following movements: From the upright position to full flexion (AF), from the upright position to full extension (AE) and from full bending to full extension (FE).
- In the frontal plane: The thoracic and lumbar curvatures, the Sac_Hip and the Incl were evaluated in all positions. The mobility of the spine was calculated with the device software for the following movements: From the standing position to full left lateral bending (SL), from the standing position to full right lateral bending (SR) and from full left lateral bending to full right lateral bending (LR).

It is necessary to mention that this method can assess and evaluate only the curvatures and the mobility of the spine, and extend only measurements that fall into these categories.

Phase A (Evaluation of the method)

The test-retest reliability was evaluated in 50 adults (12 men, 38 women) who attended the Outpatients' Spine Unit of the University Hospital of Heraklion, with symptoms of low back pain and/or back pain. Exclusion criteria were individuals

with spine surgery in the past or those with permanently limited mobility of the spine, such as Morbus Bechterew, Paget's disease and diffuse hyperostosis.

Phase B (Spinal fixation-fusion)

The Treatment Group (TG2) consisted of 45 patients who underwent posterior fusion of the thoracic, lumbar or thoracolumbar spine. Thirty eight completed the evaluation process. The Control Group (CG) consisted of 39 healthy subjects. Mobility and curvatures of the spine were measured with a wireless radio-frequency device, the Spinal Mouse. The Visual-Analogue Scale (VAS) was used to evaluate pain. The Oswestry Disability Index (ODI) was used to evaluate the degree of the functional disability and the Short Form (36) Health Survey (SF-36) was used to evaluate the quality of life. The measurements were recorded preoperatively and at 3, 6 and 12 months postoperatively.

Phase C (Kyphoplasty)

The TG3 consisted of 43 patients who underwent percutaneous BKP or BKP plus fixation. Thirty nine completed the evaluation process. The CG consisted of 39 healthy subjects. Spinal mouse was used for the assessment of the curvatures and the mobility of the spine. Clinical outcomes were evaluated by VAS and ODI. The measurements were recorded at 15 days, 3, 6 and 12 months postoperatively.

Results

Phase A

In the sagittal plane, the intraclass correlation coefficient (ICC) showed high (0,90-0,99 ICC) and good reliability (0.80–0.89 ICC), in most of the parameters (22 of the 24). The two other parameters which exhibited poor reliability are not measured data, but calculated by the software of the device. To determine the reliability the standard error of measurement (SEM) was calculated for each variable. The SEM ranged from 0.322° for the lumbar curvature in full flexion to 4.965° for the range of AF of the thoracic spine.

In the frontal plane 17 parameters showed high and good reliability. The SEM ranged from 0.958° for the Incl in upright position to 4.820° for range of LR for the lumbar curvature.

Phase B

Lumbar lordosis and thoracic curvature were increased whereas the Incl of the pelvis was reduced, without statistical significance. The mobility of the lumbar spine in the sagittal plane was increased ($p=0.01$) at 12 months in comparison with the evaluation at 3 months. The mobility of the thoracic spine in the frontal plane was increased ($p=0.009$) at 12 months in comparison with the preoperative evaluation. The results of VAS, ODI and SF-36 PCS exhibited improvements ($p<0.001$). The SF-36 MCS exhibited the greatest improvement ($p=0.004$) at 12 months in comparison with the preoperative evaluation. The number of the fusion levels exhibited a significant linear correlation with the SF-36 PCS, VAS and mobility of the lumbar spine during extension ($0.5\leq|r|<0.7$).

Phase C

Regarding the curvatures and mobility in sagittal plane, a statistically significant increase appeared early at 3 months, for lumbar curve, Sac_Hip and Incl. In the frontal plane, most of the improvements were recorded after 6 months. According to the type of VF, patients with osteoporotic fracture showed statistically significant lower mean value than patients with traumatic fracture. Also, people with osteoporotic fractures tended to experience chronic pain. Pain and disability index showed early improvements. However, the TG3 was inferior at the final evaluation compared to the CG. Finally, one out of 10 participants experienced pain even at 12 months' re-evaluation.

Discussion-Conclusion

Regarding the validity and the reliability of the method, for the sagittal plane, the results of this study coincide with those of other researchers in healthy population, while showing better results than the assessments performed in children. Slightly less strong reliability showed in the frontal plane compared to the sagittal plane. However,

measurements present high and good reliability. The worst results with poor repeatability shown in Sac_Hip, fact that needs further investigation. In conclusion, the presented method seemed to be a very good and reliable tool for the evaluation of curves, deformities and mobility of the spine, and the position of the trunk. Due to the fact that the method is non-invasive and without radiation is ideal in cases where multiple examinations are required

Also, the subjects that underwent spinal fusion showed improvement in the evaluations of pain and quality of life. Functionality and mobility of the spine were significantly improved both in the sagittal and frontal planes.

Finally, this study provides a comprehensive and complete picture of the morphology and mobility of the spine in patients treated with BKP. Both BKP and BKP plus fixation, show significant early improvements regarding structure and mobility of the spine, especially in lumbar spine and Sac_Hip, which improve posture, balance and quality of life. However, the increased mobility that some participants presented was a negative factor for their rehabilitation. Moreover, although the pain and ODI responses decreased significantly, 1 in 2 participants characterized as patient with chronic pain. Yet it appears that the BKP had better results in people with traumatic fractures, than in patients with osteoporotic fractures.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Εισαγωγή

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά στοιχεία

Η εμβιομηχανική (bioengineering) είναι η επιστήμη που στόχο έχει την επίλυση ιατρικών ή βιολογικών προβλημάτων, με τις αρχές της μηχανικής και της φυσικής. Αν και στην Ελλάδα υπάρχει ουσιαστικά μία ονομασία-ορισμός, διεθνώς η εμβιομηχανική κατηγοριοποιείται σε δύο τομείς:

- Τη βιοϊατρική μηχανική (biomedical engineering) και
- Την εμβιομηχανική (biomechanics).

Η βιοϊατρική μηχανική, ως κλάδος της μηχανικής είναι η επιστήμη η οποία με τη χρήση μεθόδων της βιολογίας, της χημείας, της φυσικής και της πληροφορικής μελετά και ασχολείται με τη επίλυση βιολογικών και ιατρικών θεμάτων ^[1-3].

Η εμβιομηχανική (biomechanics) είναι η επιστήμη που χρησιμοποιεί την μηχανική και τη φυσική για τη μελέτη, την κατανόηση και τη διερεύνηση του ανθρωπίνου σώματος, των υλικών και κυρίως του μυοσκελετικού συστήματος. Η πιο σωστά, είναι η μηχανική των βιολογικών ιστών. Η μηχανική είναι ο κλάδος της φυσικής, ο οποίος ασχολείται με τις δυνάμεις και το αποτέλεσμα που παράγεται όταν αυτές ασκούνται ή εφαρμόζονται κάπου. Επομένως, η εμβιομηχανική είναι ουσιαστικά, η εφαρμογή του κλάδου της μηχανικής στο ανθρώπινο σώμα ^[3,4].

Οι δύο αυτοί τομείς τις περισσότερες φορές αλληλεπικαλύπτονται, λόγω του ευρέως φάσματος εφαρμογών της επιστήμης της εμβιομηχανικής (bioengineering), της διεπιστημονικότητά της και των συγγενών πεδίων που μελετά ^[5]. Πολλοί θεωρούν τη βιοϊατρική μηχανική (biomedical engineering) ομολογη της εμβιομηχανικής (bioengineering) και τοποθετούν την εμβιομηχανική (biomechanics), ως ξεχωριστό πεδίο της επιστήμης. Διεθνώς, υπάρχουν και άλλοι υπό-κλάδοι, ονομασίες και κατηγοριοποιήσεις ^[1,3,5].

Συγκεκριμένα, στον τομέα της ιατρικής η εμβιομηχανική (bioengineering) ή η βιοϊατρική μηχανική έχει εφαρμογή στα ακόλουθα πεδία, χωρίς ωστόσο και πάλι το καθένα να διαχωρίζεται ξεκάθαρα από το άλλο.

- i. Βιοϋλικά (Biomaterials)
- ii. Εμβιομηχανική (Biomechanics)
- iii. Ιστομηχανική (Tissue engineering)
- iv. Φαρμακευτική μηχανική (Pharmaceutical engineering)
- v. Βιορευστομηχανική (BioFluid mechanics)
- vi. Ανάλυση εικόνας (Imaging)
- vii. Βιολογικές μετρήσεις (Bioinstrumentation ή Biomedical instrumentation)
- viii. Μηχανική αποκατάστασης (Rehabilitation engineering)
- ix. Κλινική μηχανική (Clinical engineering)

Τα πεδία αυτά παίρνουν στοιχεία από την επιστήμη της μηχανολογίας, της χημείας, της φυσικής, της ηλεκτρολογίας και της πληροφορικής ^[1,5].

Από το σημείο αυτό και πέρα, όταν θα αναφερόμαστε στον όρο εμβιομηχανική θα εννοούμε biomechanics.

1.2 Ορθοπαιδική εμβιομηχανική

Ένας τομέας της ιατρικής στον οποίον η εμβιομηχανική βρίσκει εφαρμογή είναι η Ορθοπαιδική. Το ανθρώπινο σώμα είναι μία μηχανική κατασκευή που αποτελείται από οστά, μύες, τένοντες και συνδέσμους. Συμπεριφέρεται βάσει των νόμων της φυσικής. Έχει κίνηση, δυνάμεις αναπτύσσονται και ασκούνται συνέχεια στο εσωτερικό του και στο εξωτερικό του, παράγει ενέργεια, καταναλώνει έργο, αναπτύσσονται τριβές και δικαίως έχει χαρακτηριστεί ως μία τέλεια μηχανή ^[6,7]. Οι τραυματισμοί, οι κακώσεις και τα κατάγματα οφείλονται σε μηχανικές ιδιότητες άσκησης πίεσης, δυνάμεις εφελκυσμού, περιστροφής και άλλα μηχανικά αίτια. Η συνεχής του λειτουργία και η αντοχή των υλικών του (αντοχή οστού, συνδέσμου, αρθρικού θύλακα) είναι στοιχεία που μελετούνται με τους θεμέλιους νόμους της φυσικής ^[6-8]. Το είδος για παράδειγμα ενός κατάγματος ή η χρόνια φθορά ενός

χόνδρου, μπορούν να προσδιορίσουν το μηχανισμό του τραυματισμού και τις δυνάμεις που ασκήθηκαν ή τις επαναλαμβανόμενες συνθήκες τριβής που υπήρχαν.

Δικαίως κάποιοι τονίζουν, πως οι ορθοπαιδικοί ιατροί πρέπει να είναι καλοί γνώστες της εμβιομηχανικής και οι εμβιομηχανικοί καλοί γνώστες της μυοσκελετικής ανατομίας και των βασικών αρχών της ορθοπαιδικής ^[6,8].

Συνάμα μία χειρουργική επέμβαση επηρεάζει και μεταβάλλει τις μηχανικές, στατικές, δυναμικές και λειτουργικές ιδιότητες του συστήματος στο οποίο συμβαίνει και σε πολλές περιπτώσεις αυτή η μεταβολή επιδρά και σε άλλα συσχετιζόμενα συστήματα. Για παράδειγμα, η μεταβολή της γωνίας ενός συστήματος μεταβάλλει τις συνισταμένες και τα διανύσματα των δυνάμεων και στα υπόλοιπα συστήματα. Ομοίως, η μείωση της αντοχής που έχει ένα σημείο σε συγκεκριμένη εφαρμογή φορτίου, μεταφέρει μέρος αυτού του φορτίου στο παρακείμενο σημείο όπου μπορεί να εφαρμοστεί.

Επιπλέον, στην ορθοπαιδική χρησιμοποιούνται υλικά για την ενίσχυση ενός σημείου (π.χ. τσιμέντο), για αντικατάσταση ενός τμήματος (π.χ. ολική αρθροπλαστική ισχίου) και για διόρθωση δομής (π.χ. βίδες, ράβδοι σε σκολίωση). Τα υλικά αυτά διαφοροποιούν τη σύσταση του σημείου όπου τοποθετούνται, μεταβάλλουν σε κάποιες περιπτώσεις τις ιδιότητες των υλικών όλης της κατασκευής και αλλάζουν τη μηχανική του σημείου όπου τοποθετούνται ή τη λειτουργικότητά του.

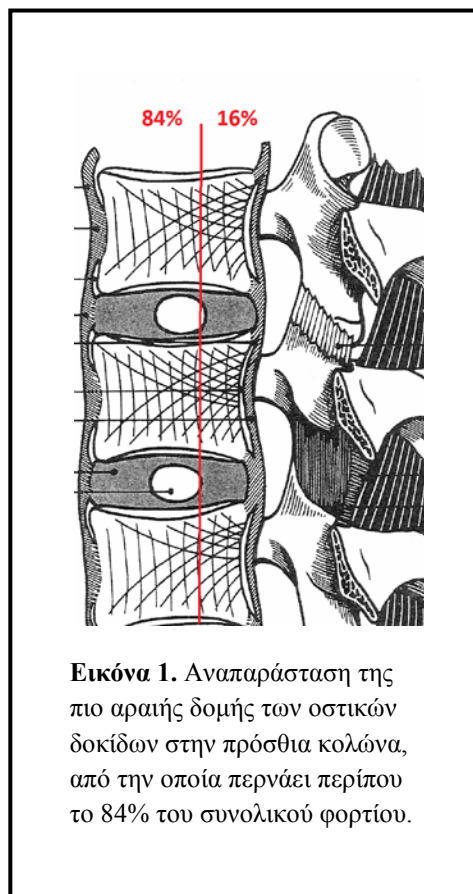
Επομένως, η ορθή γνώση των αρχών της εμβιομηχανικής είναι απαραίτητη για τη σωστή αντίληψη των δομών και των λειτουργιών του ανθρωπίνου σώματος, την κατανόηση των δυνάμεων που εφαρμόζονται σε αυτό, τις μεταβολές που αυτές προκαλούν και τη φυσιολογική αποκατάστασή του ^[6-8].

1.3 Εμβιομηχανική σπονδυλικής στήλης (ΣΣ)

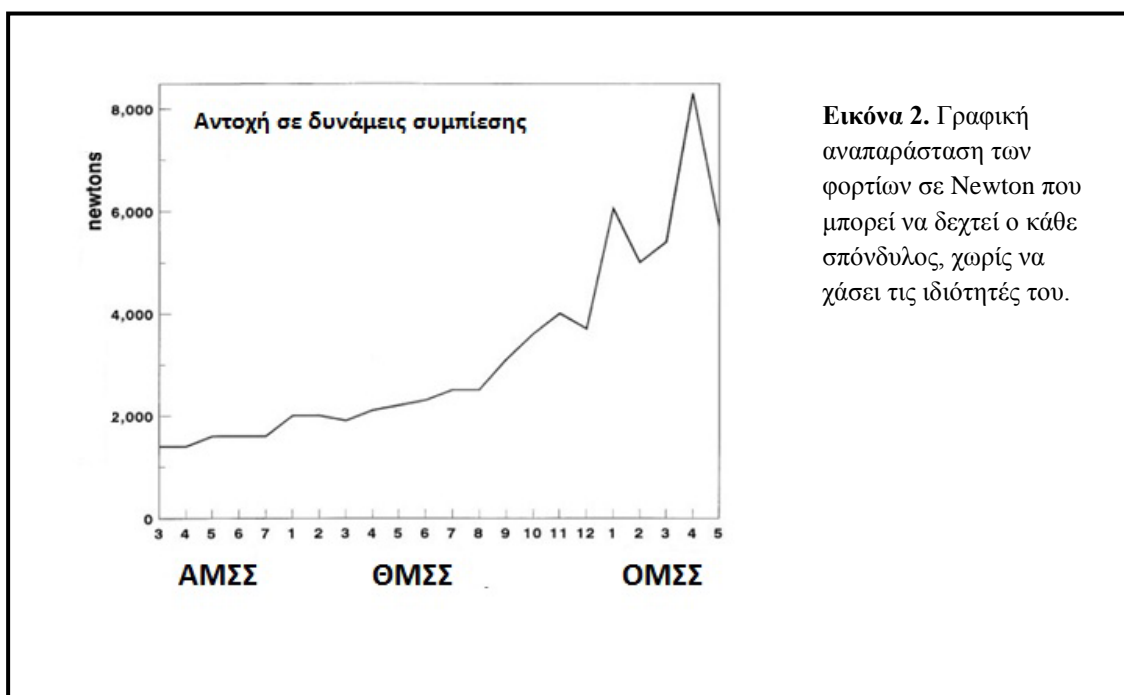
Η ΣΣ αποτελείται από μία αθροιστική δομή σπονδυλικών σωμάτων και μεσοσπονδυλίων δίσκων δομημένων μεταξύ τους, αλλά και ως προς το χώρο, κατά τέτοιο τρόπο που να στηρίζουν το σώμα και να ανταπεξέρχονται στα μεγάλα

αξονικά φορτία ^[9]. Κατά την κίνηση του σώματος η ΣΣ λειτουργεί σαν ένα ανατομικό υπομόχλιο των δυνάμεων δράσης-αντίδρασης που αναπτύσσονται, των εξωτερικών και των αδρανειακών φορτίων ^[10]. Συγχρόνως, είναι ο μηχανισμός δια μέσου του οποίου κινείται ο κορμός μεταξύ της κεφαλής και της πυέλου και ο οποίος ανθίσταται στις ροπές που δημιουργούνται, ενώ παράλληλα κατανέμει τα φορτία που δέχεται ^[11,12].

Ο σπόνδυλος είναι η στερεά οστική δομή της ΣΣ. Το μεγαλύτερο μέρος ενός αξονικού φορτίου εφαρμόζεται στην πρόσθια κολώνα ενός σπονδύλου, η οποία ωστόσο έχει και την πιο αραιή δομή σε οστικές δοκίδες (Εικόνα 1). Αυτός είναι και ο λόγος που τα περισσότερα κατάγματα συμβαίνουν στην πρόσθια κολώνα. Όσο κατεβαίνουμε από την αυχενική μοίρα της ΣΣ (ΑΜΣΣ), προς την οσφυϊκή (ΟΜΣΣ), τόσο αυξάνεται η αντοχή των σπονδύλων σε συμπιεστικές δυνάμεις.



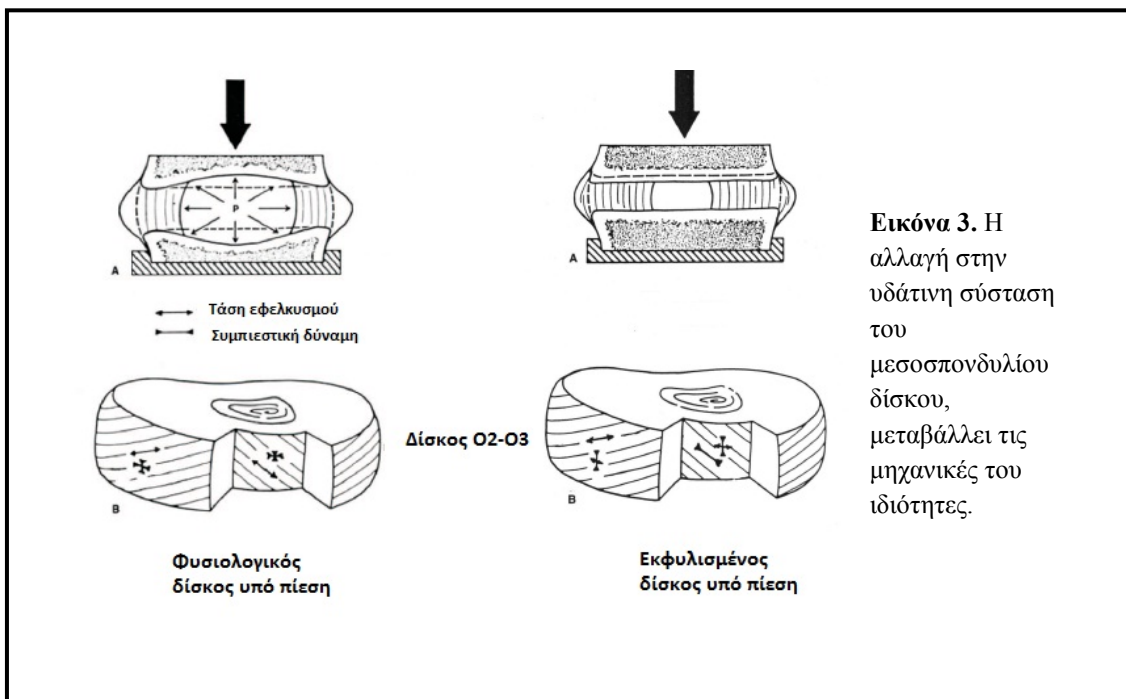
Εικόνα 1. Αναπαράσταση της πιο αραιής δομής των οστικών δοκίδων στην πρόσθια κολώνα, από την οποία περνάει περίπου το 84% του συνολικού φορτίου.



Εικόνα 2. Γραφική αναπαράσταση των φορτίων σε Newton που μπορεί να δεχτεί ο κάθε σπόνδυλος, χωρίς να χάσει τις ιδιότητές του.

Οι Ο4 και Ο1 είναι οι σπόνδυλοι που αντέχουν κατασκευαστικά τις μεγαλύτερες καταπονήσεις. Ίσως και αυτός να είναι ο προορισμός τους να δέχονται τα μεγαλύτερα φορτία κατά τις καθημερινές κινήσεις ενός ανθρώπου (Εικόνα 2).

Ο μεσοσπονδύλιος δίσκος έχει σαν ρόλο να παρέχει ευελιξία και κίνηση και μαζί με τις ζυγοαποφυσικές αρθρώσεις (facet joints), είναι υπεύθυνος για τη μεταφορά όλων των συμπιεστικών φορτίων που δέχεται ο κορμός ^[10-13]. Ο πυρήνας αντιμετωπίζει κυρίως συμπιεστικές δυνάμεις, ενώ οι δακτύλιοι τάσεις εφελκυσμού. Η κατανομή αυτή αλλάζει με την εκφύλιση του μεσοσπονδυλίου δίσκου, όπου η ενυδάτωση στη σύστασή του είναι μικρότερη και οι τάσεις εφελκυσμού μετατρέπονται σε συμπιεστικές δυνάμεις ^[14-17] (Εικόνα 3).

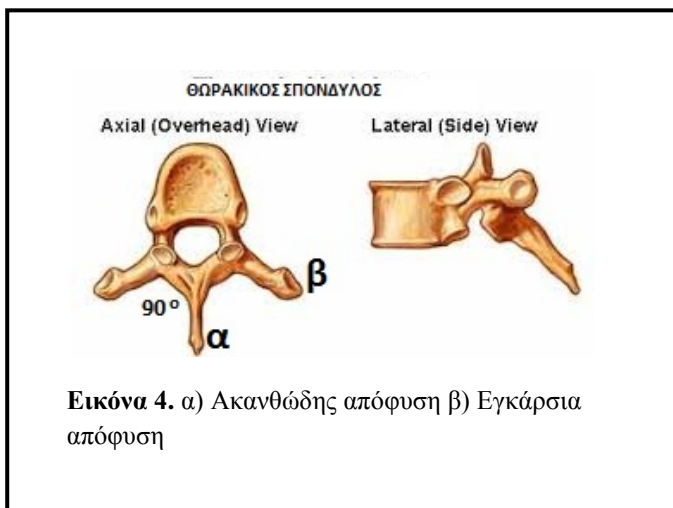


Πέρα από τα σπονδυλικά σώματα και τους μεσοσπονδυλίους δίσκους, άλλες εμβιομηχανικά σημαντικές δομές είναι οι ζυγοαποφυσικές αρθρώσεις, οι αποφύσεις, οι αυχένες των σπονδύλων (pedicles), οι μύες και οι σύνδεσμοι. Οι ζυγοαποφυσικές αρθρώσεις, οι αποφύσεις (ακανθώδεις και εγκάρσιες) και οι αυχένες των σπονδύλων είναι τμήματα του σπονδυλικού τόξου.

Οι ζυγοαποφυσικές αρθρώσεις παίζουν σημαντικό ρόλο στον περιορισμό της κίνησης περιστροφής, της κάμψης, της έκτασης καθώς και των πλάγιων κάμψεων.

Ουσιαστικά δεν υποστηρίζουν αξονικά φορτία, παρά μόνο όταν η ΣΣ είναι σε θέση έκτασης ή υπάρχει λόρδωση. Για παράδειγμα, οι ζυγοαποφυσιακές αρθρώσεις δέχονται συνήθως το 18% του συνολικού αξονικού φορτίου που ασκείται στη ΣΣ. Σε περιπτώσεις όπου αλλάζει η στάση του σώματος ή υπάρχουν φυσιολογικά λорδωτικά κυρτώματα, όπως στον αυχένα και στην οσφύ, οι ζυγοαποφυσιακές αρθρώσεις μπορούν να δεχτούν έως και το 33% του φορτίου [10,11]. Ο προσανατολισμός τους αλλάζει σημαντικά, καθώς κατεβαίνουμε από τη θωρακική μοίρα της ΣΣ (ΘΜΣΣ) προς την ΟΜΣΣ και η γωνία που σχηματίζεται με τη μέση γραμμή αυξάνεται από το Ο1 προς το Ο5. Στην ΟΜΣΣ ο προσανατολισμός τους είναι στο οβελιαίο επίπεδο. Ο αλλαγή του προσανατολισμού προς το στεφανιαίο επίπεδο στο Ο4-Ο5 και Ο5-Ι1 είναι η αιτία που σε αυτά τα επίπεδα, εμφανίζονται οι περισσότερες σπονδυλολιθίσεις [18-20].

Οι ακανθώδεις αποφύσεις είναι τα οστικά τμήματα που βρίσκονται οπίσθια, στη μέση γραμμή των σπονδυλικών σωμάτων και τα αισθανόμαστε όταν ψηλαφούμε τη ΣΣ, ενώ οι εγκάρσιες αποφύσεις βρίσκονται σε γωνία 90° και παραπλεύρως των ακανθωδών. Οι εγκάρσιες αποφύσεις είναι τα σημεία πρόσφυσης των παρασπονδυλικών μυών και λειτουργούν ως μοχλοί στην πλάγιες κάμψεις του κορμού (Εικόνα 4).



Η ακανθώδης απόφυση του Α7 σπονδύλου είναι ιδιαίτερος προεξέχουσα και συνήθως χρησιμοποιείται ως ανατομικός οδηγός. Στην ΘΜΣΣ οι ακανθώδεις αποφύσεις έχουν άνισο μήκος και τείνουν να στρέφονται προς τα κάτω σαν να υπερκαλύπτουν την κάθε υποκείμενη. Το φαινόμενο αυτό είναι πιο έντονο στην περιοχή από το Θ2 έως το Θ10, όπου και κατά συνέπεια η κινητικότητα και ιδιαίτερα η κίνηση της έκτασης είναι ιδιαίτερα περιορισμένη. Λόγω της πιο οριζόντιας ανατομικής κατασκευής τους, οι κινήσεις της ΑΜΣΣ και της ΟΜΣΣ στον προσθιοπίσθιο άξονα, εκτελούνται με μεγαλύτερη ευκολία [7,9-11,18,21].

Οι αυχένες των σπονδύλων, από τη σκοπιά της εμβιομηχανικής, έχουν ενδιαφέρον διότι μέσω αυτών διέρχονται οι βίδες που τοποθετούνται στις σπονδυλοδεσίες και άλλα υλικά, όπως το τσιμέντο στις κυφοπλαστικές με τη χρήση ειδικής κάνουλας. Επομένως, η γνώση της ανατομίας των αυχένων είναι απαραίτητη. Για παράδειγμα, οι αυχένες των σπονδύλων της ΑΜΣΣ είναι κοντότεροι σε μήκος και αναλογικά μεγαλύτερης διαμέτρου, εν συγκρίσει με αυτούς των σπονδύλων της υπόλοιπης ΣΣ. Επίσης, το εγκάρσιο πλάτος των αυχένων σταδιακά μειώνεται από την ΑΜΣΣ μέχρι το μέσο της ΘΜΣΣ και στη συνέχεια αυξάνεται και πάλι μέχρι τον Ο5. Το ύψος των αυχένων (οβελιαίο πλάτος) σταδιακά αυξάνεται μέχρι την περιοχή της θωρακοσφυϊκής μοίρας της ΣΣ (ΘΟΜΣΣ) και στη συνέχεια μειώνεται. Αυτή η σχέση (εγκάρσιο και οβελιαίο πλάτος) είναι ευνοϊκή για την τοποθέτηση διαυχενικών βιδών στην περιοχή της ΟΜΣΣ, όπου το πλάτος παίζει πιο σημαντικό ρόλο από τη μικρή διαφοροποίηση που υπάρχει στο ύψος. Συνάμα με το μέγεθος, μεταβάλλεται και η εγκάρσια γωνία που έχουν οι αυχένες, η οποία μειώνεται μέχρι της ΘΟΜΣΣ και στη συνέχεια αυξάνεται, παρέχοντας πιο διευρυμένη γωνία κατά την τοποθέτηση βιδών στην ΟΜΣΣ [7,9,13,22,23].

Οι μύες της ΣΣ συμβάλλουν στη κίνηση, αλλά κυρίως στη στήριξη και στη σταθεροποίησή της. Η αδιάκοπη δυναμική λειτουργία τους για να παρέχουν στήριξη, συχνά οδηγεί σε υπερφόρτιση, η οποία προκαλεί είτε σπασμούς των μυών αυτών, είτε ανισορροπία. Η συνδρομή τους στη μελέτη της ΣΣ πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπ' όψιν, αν και εμβιομηχανικά δεν ευνοείται η αξιολόγησή τους, λόγω της δυσκολίας στο να επιτευχθεί ακριβής αναπαράσταση του συνόλου των συνεχιζόμενων φορτίων που δέχονται.

Τέλος, οι σύνδεσμοι παρέχουν στήριξη στη ΣΣ και τα χαρακτηριστικά των αντοχών τους, ως προς τα φορτία, διαφέρουν ανάλογα με την περιοχή και από σύνδεσμο σε σύνδεσμο. Η αποτελεσματικότητα με την οποία δρουν, εξαρτάται από τη μορφολογία τους και από τον μοχλοβραχίονα μέσω του οποίου ενεργούν. Για παράδειγμα, ένας πολύ δυνατός σύνδεσμος, ο οποίος ενεργεί μέσω ενός σχετικά κοντού μοχλοβραχίονα, παρέχει λιγότερη σταθερότητα στη ΣΣ, από έναν πιο αδύναμο σύνδεσμο, ο οποίος δουλεύει με μακρύτερο μοχλοβραχίονα.

Δομή της ΣΣ

Οι σπόνδυλοι διαδέχονται ο ένας τον άλλον με τέτοιον τρόπο, που σχηματίζουν ένα λατινικό «S». Τα κυρτώματα της ΑΜΜΣ και της ΟΜΣΣ παρουσιάζουν λόρδωση στρέφοντας το κυρτό μέρος πρόσθια. Αντίθετα, της ΘΜΣΣ μαζί με το ιεροκοκκυγικό κύρτωμα παρουσιάζουν κύφωση στρέφοντας το κυρτό μέρος οπίσθια. Αυτή η εναλλαγή προσφέρει ένα μηχανισμό κατανομής και απορρόφησης φορτίων, στήριξης του κορμού, ενώ συγχρόνως δίνει τη δυνατότητα για κίνηση σε τρεις διαστάσεις. Αύξηση ή μείωση του εύρους των κυρτωμάτων, πέρα των φυσιολογικών ορίων, αποτελεί παθολογική κατάσταση. Στην παρούσα διατριβή δε μελετάται η ΑΜΣΣ και για το λόγο αυτό δε θα γίνει αναφορά σε αυτήν.

Πέρα των κυρτωμάτων στο οβελιαίο επίπεδο, η ΣΣ στήλη παρουσιάζει και κυρτώματα στο μετωπιαίο επίπεδο, τα οποία δεν είναι ιδιαίτερα διακριτά σε φυσιολογικές καταστάσεις, ενώ μεγάλη απόκλισή τους από το φυσιολογικό σε ένα ή δύο επίπεδα αποτελεί παθολογική κατάσταση (σκολίωση) ^[7.9-11,18].

Στο οβελιαίο επίπεδο το θωρακικό κύρτωμα θεωρείται φυσιολογικό μεταξύ 20°-40° μοιρών, με μερικούς να αυξάνουν το εύρος έως 50° και το οσφυϊκό μεταξύ 20°-60°. Το οσφυϊκό κύρτωμα παρουσιάζει τιμές περίπου από 14° έως 88°, με τη γωνία του συνήθως να εξαρτάται από τα παραπάνω κυρτώματα. Γενικότερα, η μεταβολή της γωνίας κάποιου κυρτώματος επηρεάζει αναλογικά τα υπερκείμενα και τα υποκείμενα κυρτώματα, ώστε να επιτευχθεί μηχανική ισορροπία στη λειτουργικότητα και αντοχή της ΣΣ ^[24-29].

Στο μετωπιαίο επίπεδο η πλάγια παρέκκλιση της ΣΣ έως 20° θεωρείται ήπια, από 20°-40° μέτρια, ενώ πάνω από 40°-45° βαριά. Οι παρεκκλίσεις των σπονδύλων συνήθως συμβαίνουν σε περισσότερα του ενός επιπέδου, καθώς συγχρόνως υπάρχει και στροφή των σπονδύλων γύρω από τον κάθετο άξονα τους ^[30-32].

Κινητικότητα ΣΣ

Πέρα από τη δομή και την κατασκευή της ΣΣ, σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό διαφόρων κλινικών συνδρόμων ή παθήσεων παίζει και η κινητικότητα της ΣΣ ^[9]. Η κινητικότητα συνήθως ορίζεται ως προσθιοπίσθια και μετριέται σε οβελιαίο επίπεδο ή πλάγια και μετριέται σε μετωπιαίο επίπεδο. Επίσης, υπάρχει και η περιστροφική κινητικότητα, η οποία αφορά τη δυνατότητα περιστροφής ενός

σπονδύλου γύρω από τον κάθετο άξονα. Η περιστροφική κινητικότητα συνήθως μελετάται σε περιπτώσεις σκολίωσης, αγκυλοποιητικής σπονδυλίτιδας ή σε μετρήσεις στροφής του κορμού με σταθεροποιημένη συνήθως τη λεκάνη.

Η προσθιοπίσθια και η πλάγια κινητικότητα είναι αυτές που μελετώνται συνήθως. Ως κινητικότητα, μπορεί να οριστεί η δυνατότητα μετατόπισης από ένα σημείο σε ένα άλλο, είτε ολόκληρης της ΣΣ (ως σύνολο), είτε ενός κυρτώματος μόνο (π.χ. κινητικότητα ΟΜΣΣ), είτε τέλος η μετατόπιση (απόκλιση) μεταξύ δύο διαδοχικών σπονδύλων ή του ενός σε σχέση με τον παρακείμενο ^[33-36].

Συνάμα είναι γνωστό, πως το πιο σημαντικό τμήμα της ΣΣ, ως προς τη κινητικότητα και την απορρόφηση φορτίου είναι η οσφυοϊερή περιοχή. Η κίνηση του ιερού οστού παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη συνολική κινητικότητα της ΣΣ. Εξάλλου είναι αποδεδειγμένο, πως μεταβολή της κινητικότητας ή των γωνιών σε αυτήν την περιοχή οδηγεί σε μηχανικές διαταραχές και πόνο. Γενικά, περιορισμός της κινητικότητας της ΣΣ σε όποιο τμήμα και σε όποιο επίπεδο σχετίζεται με περιορισμό των λειτουργικών ικανοτήτων ενός ατόμου και των καθημερινών του δραστηριοτήτων ^[37-39].

Τέλος, αξίζει να πούμε πως όσο σημαντικός είναι ο περιορισμός της κινητικότητας, άλλο τόσο σημαντικό ρόλο παίζει και η αυξημένη κινητικότητα. Η αυξημένη κινητικότητα συνήθως αφορά τμήματα της ΣΣ και όχι ολόκληρη τη ΣΣ. Ορίζεται ως η μεγαλύτερη από το φυσιολογικό μετατόπιση ενός τμήματος ή η μετατόπιση μεταξύ δύο τμημάτων, η οποία λαμβάνει χώρα σε μία φυσιολογική δομή. Η αυξημένη κινητικότητα οδηγεί συνήθως σε αστάθεια ή η αστάθεια σε μία περιοχή λόγω εκφυλιστικών παραγόντων, οδηγεί σε αυξημένη κινητικότητα αυτής. Η διατήρηση της κινητικότητας της ΣΣ εντός των φυσιολογικών ορίων έχει καθοριστική σημασία στην διατήρηση της υγιούς λειτουργίας της ^[40-42].

1.4 Μέθοδοι αξιολόγησης της ΣΣ

Από τα παραπάνω διαφαίνεται πως η γνώση, η εκτίμηση και η αξιολόγηση των κυρτωμάτων της ΣΣ, της κινητικότητάς της, αλλά και των μηχανικών

λειτουργιών της είναι ιδιαίτερα σημαντική, τόσο για ερευνητικούς όσο και για κλινικούς λόγους. Η βελτίωση και ανάπτυξη μεθόδων, η σωστή ιατρική παρέμβαση και αποκατάσταση, απαιτούν ολοκληρωμένη γνώση όλων των στοιχείων που αποτελούν τη ΣΣ.

Για την αξιολόγηση μιας δομής, συνήθως απαιτείται μία μέθοδος ή ένα εργαλείο με το οποίο να εξάγονται όσο το δυνατόν περισσότερα στοιχεία, να είναι εύχρηστο, ακίνδυνο στη χρήση του, μα πάνω από όλα να είναι αξιόπιστο και έγκυρο.

Η μέτρηση της κινητικότητας και της λειτουργικότητας της ΣΣ, καθώς και η αξιολόγηση των κυρτωμάτων της, απασχόλησε πολλούς ερευνητές. Για το λόγο αυτό αναπτύχθηκαν διάφορες μέθοδοι μέτρησης των παραπάνω, όπως το γωνιόμετρο (goniometer) ^[43,44], το σπονδυλόμετρο (spondylometer) ^[45], το σκολιόμετρο (scoliometer), το κυφόμετρο (kyphometer) ^[34,43], το ινκλινόμετρο (inclinometer) ^[46,47], το flexicurve ^[43], η μέτρηση της απόστασης ακροδάχτυλα – έδαφος (fingertip to floor distance) ^[46], η μέθοδος της ταινίας (tape measurement method) ^[43,47] και ο δείκτης Schober (Schober index). Ωστόσο, έρευνες απέδειξαν πως πολλές από τις παραπάνω μεθόδους, είτε είχαν φτωχή επαναληψιμότητα ^[46,48], είτε απαιτούσαν πολύ χρόνο για τη διαδικασία της αξιολόγησης ή οδηγούσαν σε λάθος αποτελέσματα και συμπεράσματα ^[45].

Δύο μέθοδοι που παρέχουν μεγάλη ακρίβεια και πολύ καλά απεικονιστικά δεδομένα είναι η εκτίμηση με ακτινογραφία ή υπολογιστική τομογραφία (CT). Εντούτοις, οι επιβλαβείς επιπτώσεις της ακτινοβολίας, ιδιαίτερα σε επαναλαμβανόμενες αξιολογήσεις είναι γνωστές. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια συνεχώς αυξανόμενη τάση της χρήσης των ακτινογραφιών ή των CT για κλινικές μελέτες, διερεύνηση της κατάστασης της ΣΣ και παρακολούθησης της προεγχειρητικής ή μετεγχειρητικής κατάστασης των ασθενών ^[49-52]. Εντούτοις, αναφέρεται πως η αθροιστική ετήσια έκθεση σε ακτινοβολία, αυξάνει τις πιθανότητες εκδήλωσης καρκίνου ^[49,52,53]. Συγχρόνως, η χρήση ακτινογραφίας ή CT επιτρέπει την αξιολόγηση ενός μόνο κυρτώματος (ΑΜΣΣ, ΘΜΣΣ ή ΟΜΣΣ) τη φορά, ενώ σε περιπτώσεις που απαιτείται λήψη εικόνας ολόκληρης της ΣΣ, η δόση της ακτινοβολίας πολλαπλασιάζεται. Ομοίως, στις δυναμικές ακτινογραφίες που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της δυναμικής θέσης της ΣΣ, η κάθε λήψη σε νέα θέση απαιτεί επιπρόσθετη ακτινοβολία, ενώ ταυτόχρονα αυξάνεται ο χρόνος της

εξέτασης. Επιπλέον, η μέτρηση των κυρτωμάτων της ΣΣ σε μία ακτινογραφία γίνεται με τον κλασικό τρόπο καταγραφής γωνιών (Cobb angle) με το χέρι, όπου πέρα του ανθρώπινου παράγοντα και της εμπειρίας του ιατρού ή εξεταστή, αυξάνεται επιπρόσθετα ο συνολικός χρόνος εξέτασης-έκδοσης αποτελέσματος^[54]. Μερική λύση στα παραπάνω θέματα των αξιολογήσεων της ΣΣ, χωρίς ακτινοβολίας και με δυνατότητα άριστης απεικόνισης όλης της δομής, δίνει η μαγνητική τομογραφία (MRI), το κόστος της οποίας όμως παραμένει υψηλό για απλές αξιολογήσεις ή επανεξετάσεις ασθενών.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε, πως για την εκτίμηση της μορφολογίας, της κινητικότητας της ΣΣ και για περιπτώσεις επαναλαμβανόμενων επανεξετάσεων απαιτείται μία μέθοδος έγκυρη και αξιόπιστη, μη παρεμβατική και απολύτως ασφαλής για την υγεία, με χαμηλό κόστος, μικρό χρόνο εξέτασης και με δυνατότητα πολλαπλών κλινικών ελέγχων.

1.5 Σπονδυλική στένωση – Σπονδυλοδεσία

Με τον όρο σπονδυλική στένωση, συνήθως περιγράφεται μία εκφυλιστική κατάσταση τα συμπτώματα της οποίας συχνά σχετίζονται με την ανατομική μείωση της διαμέτρου του σπονδυλικού σωλήνα ή/και των σπονδυλικών τρημάτων^[55,56]. Διακρίνεται σε πρωτογενή, όταν προκαλείται από συγγενείς ανωμαλίες ή διαταραχές κατά τη μεταγεννητική ανάπτυξη και σε δευτερογενή όταν οφείλεται σε εκφυλιστικές αλλοιώσεις, μόλυνση, τραύμα ή όταν είναι ιατρογενής^[56]. Οι εκφυλιστικές καταστάσεις της ΣΣ συχνά περιγράφονται με τον όρο σπονδύλωση (ή εκφυλιστική νόσος του μεσοσπονδυλίου δίσκου)^[57].

Τα κύρια συμπτώματα που εμφανίζουν οι ασθενείς με σπονδυλική στένωση είναι η οσφυαλγία, η ισχιαλγία, οι κινητικές ή/και αισθητικές διαταραχές, η αστάθεια και η νευρογενής χωλότητα^[55-59]. Αν και υπάρχουν διάφορες τεχνικές αναφορικά με την αντιμετώπιση της σπονδυλικής στένωσης, η πιο συνήθης διαδικασία περιλαμβάνει την αποσυμπιεστική πεταλεκτομή και έπειτα τη σταθεροποίηση-στερέωση-αρθρόθεση των σπονδυλικών τμημάτων (σπονδυλοδεσία-fusion) στα οποία έγινε η παρέμβαση^[56]. Ειδικότερα, η σπονδυλοδεσία κρίνεται απαραίτητη σε

περιπτώσεις όπου υπάρχει αστάθεια ^[56,59,60], ενώ χρησιμοποιείται και για τη διόρθωση των σπονδυλικών παραμορφώσεων ^[58]. Με τον όρο αστάθεια (και συγκεκριμένα τμηματική αστάθεια) περιγράφεται η απώλεια της ικανότητας της ΣΣ, κάτω από φυσιολογικά φορτία, να διατηρήσει το πρότυπο κίνησης εντός φυσιολογικών ορίων ^[61]. Επομένως, η σπονδυλοδεσία χρησιμοποιείται τόσο για την εξάλειψη των συμπτωμάτων του πόνου, όσο και για τη σταθεροποίηση της ΣΣ, όταν υπάρχει σημαντική μείωση της δομικής της ακεραιότητας. Χαρακτηριστικά αναφέρεται, πως αν αυτή η μη φυσιολογική κινητικότητα περιοριστεί αποτελεσματικά, τότε έχουμε και μείωση του πόνου ^[62,63].

Για την εφαρμογή της σπονδυλοδεσίας υπάρχουν πολλοί χειρουργικοί τρόποι. Ο τρόπος που θα μελετηθεί στη συγκεκριμένη έρευνα είναι η σπονδυλοδεσία με χρήση βιδών, οι οποίες εισάγονται δια μέσω των αυχένων των σπονδύλων και ενώνονται μεταξύ τους με τοποθέτηση κάθετων ράβδων. Η τοποθέτηση βιδών στη ΣΣ πρωτοπαρουσιάστηκε το 1969 και έκτοτε εξελίχθηκε και αναπτύχθηκε ως μέθοδος, ενώ αργότερα προστέθηκε και η αποτελεσματική σύνθεση τους με χρήση ράβδων ^[10,11,64-68].

Ωστόσο, αν και είναι γνωστό, πως η κινητικότητα της ΣΣ και η αλλαγή της γωνίας των κυρτωμάτων της, σχετίζεται άμεσα με την ύπαρξη σπονδυλικού πόνου και παθολογίας και πως η μετεγχειρητική κατάσταση των ασθενών αποτελεί σημαντικό κριτήριο για την επιτυχία μιας μεθόδου, εντούτοις δεν υπάρχει καμία μελέτη που να χρησιμοποιεί μία αντικειμενική μέθοδο αξιολόγησης, η οποία να προσφέρει δυνατότητα εκτίμησης ολόκληρης της ΣΣ στο πλήρες κινητικό της φάσμα ^[69-71].

1.6 Σπονδυλικά κατάγματα – Κυφοπλαστική

Υπολογίζεται πως κάθε χρόνο πάνω από 1.4 εκατομμύρια άνθρωποι παγκοσμίως βιώνουν την εμπειρία ενός κατάγματος σπονδύλου (VF) ^[72], κυρίως λόγω οστεοπόρωσης και δευτερευόντως λόγω άλλων αιτιών, όπως είναι το τραύμα, η νεοπλασία και η μόλυνση ^[73,74]. Ένα VF πέρα από τον πόνο και σε μερικές περιπτώσεις τα νευρολογικά ελλείμματα, έχει αποδειχθεί πως προκαλεί λειτουργικές

ανεπάρκειες, βαθμιαία παραμόρφωση των κυρτωμάτων, μη φυσιολογική στάση, μειωμένη κινητικότητα και διαταραχές στην ισορροπία ^[75-77]. Συγχρόνως, αναφέρεται πως τα παραπάνω επακόλουθα ενός VF και κυρίως η διαταραχή της κινητικότητας της ΣΣ επιδρούν αρνητικά στην ποιότητα ζωής (QOL) των ασθενών ^[78,79].

Για την αντιμετώπιση των VF, είτε των οστεοπορωτικών, είτε των τραυματικών χρησιμοποιείται συνήθως η κυφοπλαστική επέμβαση. Στόχος της επεμβατικής διαδικασίας είναι η διόρθωση του σχήματος του σπονδύλου, η ανάταξη του ύψους του και η διόρθωση της προκληθείσης κύφωσης. Η κυφοπλαστική είναι μία μικρο-επεμβατική μέθοδος, η οποία παρουσιάστηκε το 1998 ως εξέλιξη της σπονδυλοπλαστικής, η οποία κυριαρχούσε από το 1984. Στη κυφοπλαστική πριν την τοποθέτηση του τσιμέντου εισάγονται ειδικά μπαλόνια τα οποία αναπτύσσονται και δημιουργούν ειδικές κοιλότητες μέσα στις οποίες γίνεται έγχυση οστικού τσιμέντου, δίχως πίεση. Η χρήση των μπαλονιών δεν εξυπηρετεί μόνο στον έλεγχο της έγχυσης του τσιμέντου, αλλά πλεονεκτεί και έναντι της απλής σπονδυλοπλαστικής, ως προς την καλύτερη ανάταξη της παραμόρφωσης ^[80-82].

Στην παρούσα μελέτη θα διερευνήσουμε την αντιμετώπιση των VF με απλή κυφοπλαστική (Balloon Kyphoplasty Procedure-BKP) και BKP μαζί με στερέωση ^[34,53,73,74,82-85]. Πέρα από την ανάταξη της δομής της ΣΣ, της μορφολογίας της και της λειτουργικότητάς της, είναι γνωστό πως οι δύο παραπάνω μέθοδοι βελτιώνουν την ποιότητα ζωής των ασθενών και μειώνουν τον πόνο ^[82-85]. Ωστόσο αναφορικά με τη μετεγχειρητική πορεία οι περισσότερες μελέτες που έχουν γίνει μέχρι σήμερα παρουσιάζουν ορισμένα κενά. Μερικές εξ αυτών διερευνούν είτε μόνο το θωρακικό κύρτωμα (kyphosis), είτε μόνο την οσφυϊκή λόρδωση και όχι τη ΣΣ ως σύνολο, αν και είναι γνωστό πως οι αλλαγές στη μορφολογία και στην κινητικότητα ενός κυρτώματος επηρεάζουν ολόκληρη τη ΣΣ. Επίσης, ως επί το πλείστον δεν εξετάζεται η γωνία που σχηματίζει η ΣΣ με τη λεκάνη και η κινητικότητα της γωνίας που σχηματίζεται μεταξύ του ιερού οστού και του κέντρου της μηριαίας κεφαλής (Sac_Hip), αν και έχει αποδειχθεί πως όταν υπάρχει η όποια παραμόρφωση στη ΣΣ η γωνία αυτή μεταβάλλεται ως αντισταθμιστικός μηχανισμός και επιπλέον επηρεάζει την ισορροπία του ασθενή ^[46,53,72,75,86]. Τέλος, στις περισσότερες μελέτες οι μέθοδοι αξιολόγησης που χρησιμοποιούνται είτε έχουν φτωχή επαναληψιμότητα, μικρή αξιοπιστία και απαιτούν πολύ χρόνο για την εξέταση, είτε εμπεριέχουν ακτινοβολία ^[76,78,79,87]. Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας δε βρέθηκε καμία

μελέτη που να διερευνά τη ΣΣ και τα κυρτώματά της συνολικά και στο οβελιαίο και στο μετωπιαίο επίπεδο, σε οστεοπορωτικά άτομα ή σε άτομα με VF.

1.7 Σκοπός

Στόχος της παρούσας διδακτορικής διατριβής είναι η αξιολόγηση και η εφαρμογή μιας νέας μεθόδου για την εκτίμηση της μορφολογίας και της κινητικότητας της ΣΣ, ασθενών που έχουν υποβληθεί σε σπονδυλοδεσία ή κυφοπλαστική επέμβαση.

Επιπλέον, στόχος είναι να αξιολογηθεί ολόκληρη η ΣΣ, σαν σύνολο, καθώς και τα επιμέρους κυρτώματά της, τόσο ξεχωριστά το καθένα, όσο και σε συσχέτιση το ένα με το άλλο, καθώς όπως αναφέραμε και στο εισαγωγικό μέρος, η παρέμβαση ή η μεταβολή σε κάποιο τμήμα της ΣΣ, επιδρά και στο σύνολο της δομής της.

Για τον σκοπό αυτό διενεργήθηκαν οι ακόλουθες ερευνητικές φάσεις:

A) Στην πρώτη φάση έγινε αξιολόγηση της αξιοπιστίας και της επαναληψιμότητας της μεθόδου μεταξύ μετρήσεων, σε άτομα με χαμηλή οσφυαλγία ή/και ραχιαλγία. Η μέθοδος και η δυνατότητα χρήσης της αξιολογήθηκε σε δύο επίπεδα, οβελιαίο και μετωπιαίο.

B) Στη δεύτερη φάση με τη χρήση της μεθόδου, έγινε αξιολόγηση της μορφολογίας και της κινητικότητας της ΣΣ ασθενών με σπονδυλική στένωση, οι οποίοι υποβλήθηκαν σε αποσυμπίεση και οπίσθια σπονδυλοδεσία με χρήση ράβδων και διαυχενικών βιδών (prospective cohort study). Πιο συγκεκριμένα, σε οβελιαίο και μετωπιαίο επίπεδο, αξιολογήθηκαν:

- I. Τα κυρτώματα της ΣΣ, ως προς τη δομή και την κινητικότητά τους και το πώς αυτά μεταβάλλονται είτε ως ξεχωριστά τμήματα, είτε εν συναρτήσει με τα υπερκείμενα και υποκείμενα τμήματα της ΣΣ.
- II. Όλα τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις μετρήσεις της ΣΣ των ασθενών, εν συγκρίσει με τα αντίστοιχα αποτελέσματα της ομάδας των υγείων.
- III. Η γωνία που σχηματίζει το ιερό οστό με την ευθεία που περνάει από το κέντρο της μηριαίας κεφαλής (Sac_Hip) και η λειτουργικότητα αυτής της δομής εν συναρτήσει με όλους τους προαναφερθέντες παράγοντες.
- IV. Η πιθανή διαγνωστική ικανότητα της μεθόδου, σε περιπτώσεις σπονδυλικής στένωσης.

- V. Η κλινική εικόνα των ασθενών, μέσω της αξιολόγησης του πόνου, της λειτουργικής ικανότητας και της ικανοποίησης από την ποιότητα ζωής, ώστε να υπάρχει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα των αποτελεσμάτων.

Γ) Στην τρίτη φάση, σε ασθενείς με σπονδυλικά κατάγματα (VF), τα οποία αντιμετωπίστηκαν είτε με BKP, είτε με BKP και οπίσθια στερέωση, έγινε αξιολόγηση της μορφολογίας και της λειτουργικότητας ολόκληρης της ΣΣ (prospective cohort study), ενώ ταυτόχρονα εξετάστηκε η κλινική εικόνα των συμμετεχόντων και τα τελικά αποτελέσματα συσχετίστηκαν με ομάδα ελέγχου που την αποτελούσαν υγιή άτομα. Αξιολογήθηκε η όποια συσχέτιση και διαφοροποίηση υπήρχε μεταξύ ασθενών που είχαν υποστεί οστεοπορωτικό κάταγμα, σε σύγκριση με ασθενείς που είχαν υποστεί τραυματικό κάταγμα και ασθενών που είχαν υποβληθεί σε απλή BKP με ασθενείς που είχαν υποβληθεί σε BKP με οπίσθια στερέωση.

Κρίνεται απαραίτητο να αναφέρουμε, πως η μέθοδος αυτή μπορεί να εκτιμήσει και να αξιολογήσει μόνο τα κυττώματα της ΣΣ και την κινητικότητά της και αφορά αποκλειστικά και μόνο μετρήσεις που εμπίπτουν σε αυτές τις κατηγορίες.

Οι εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν στο Εισαγωγικό Μέρος δεν είναι πνευματική ιδιοκτησία του συγγραφέα. Έχουν δανειστεί από κείμενα που αναφέρονται στη βιβλιογραφία. Οι αγγλικοί όροι επί των εικόνων, έχουν αντικατασταθεί από τους αντίστοιχους ελληνικούς με επεξεργασία, για λόγους μετάφρασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Μεθοδολογία

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 Συμμετέχοντες

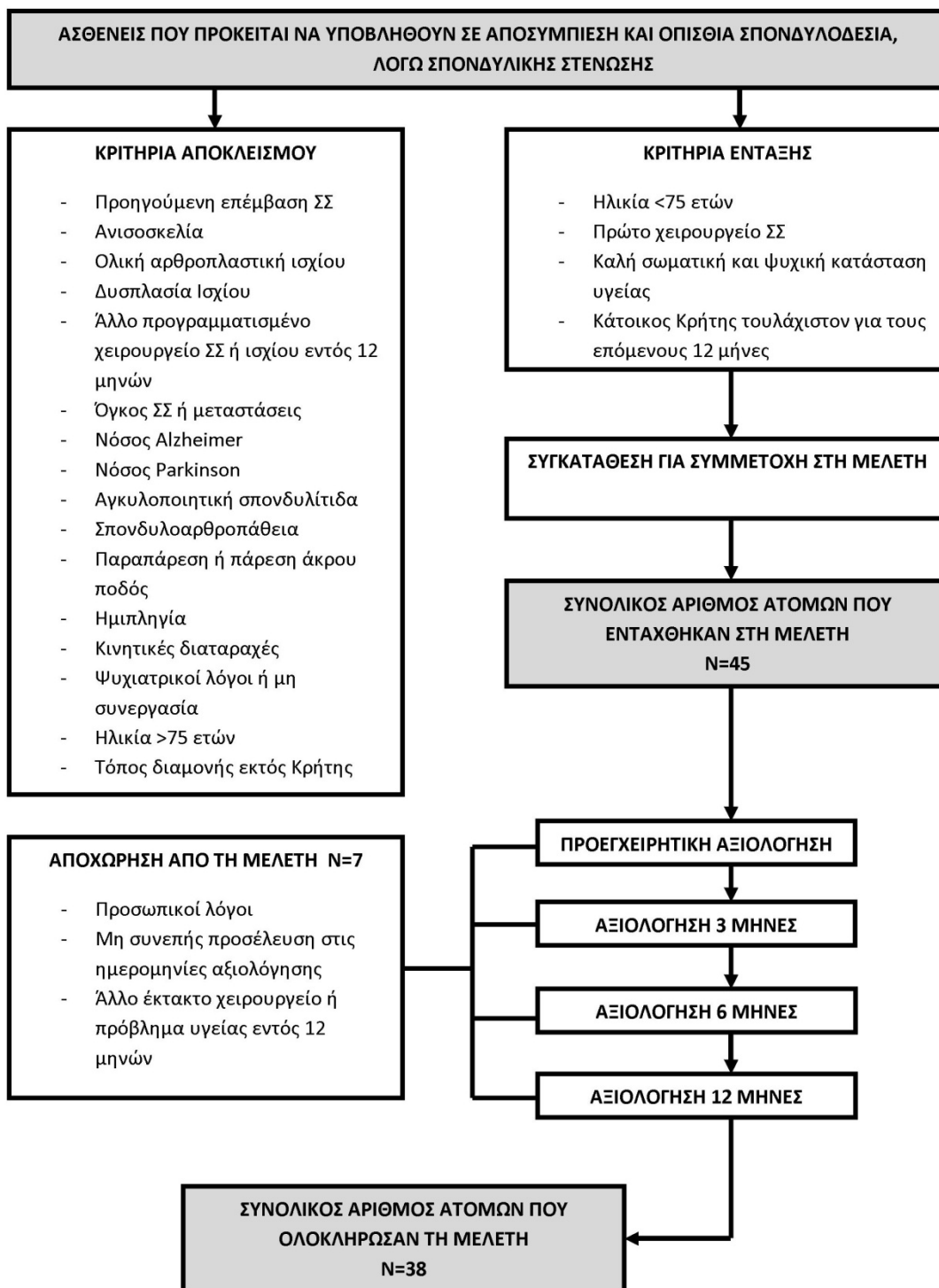
A) Για την αξιολόγηση της επαναληψιμότητας και της αξιοπιστίας της μεθόδου αξιολογήθηκαν ενήλικα άτομα τα οποία προσήλθαν στα Τακτικά Εξωτερικά Ιατρεία Σπονδυλικής Στήλης του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Ηρακλείου, με συμπτώματα χαμηλής οσφυαλγίας ή/και ραχιαλγίας, τουλάχιστον διμήνου. Τα άτομα αυτά αποτελούσαν την Ομάδα Μελέτης 1 (OM1). Τα κριτήρια αποκλεισμού ήταν επέμβαση στη ΣΣ κατά το παρελθόν ή πάθηση που επιδρούσε στην κινητικότητα της ΣΣ (όπως αγκυλοποιητική σπονδυλοαρθρίτιδα, νόσος Paget και διάχυτη υπερόστωση).

B) Από τον Σεπτέμβριο του 2010 μέχρι τον Ιανουάριο του 2012, 45 ασθενείς οι οποίοι υποβλήθηκαν σε οπίσθια σπονδυλοδεσία ΘΜΣΣ, ΟΜΣΣ και ΘΟΜΣΣ, λόγω σπονδυλικής στένωσης ή κήλης μεσοσπονδυλίου δίσκου, αξιολογήθηκαν και παρακολούθηθηκαν για 1 χρόνο μετεγχειρητικά (Ομάδα Μελέτης 2 – ΟΜ2). Η διάγνωση της πάθησης έγινε με χρήση MRI και κλινικής εξέτασης. Τα κριτήρια αποκλεισμού και ένταξης στη μελέτη αναφέρονται στην Εικόνα 5. Όλοι οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν από τον ίδιο ορθοπαιδικό χειρουργό, σε αποσυμπίεση και οπίσθια σπονδυλοθεσία με χρήση διαυχενικών βιδών και ράβδων. Ταυτόχρονα αξιολογήθηκαν 39 υγιείς συμμετέχοντες που αποτελούσαν την Ομάδα Ελέγχου (OE), οι οποίοι δεν είχαν καμία παθολογία στη ΣΣ ή στα κάτω άκρα. Βασικό κριτήριο εισαγωγής στην OE, ήταν οι συμμετέχοντες να μην έχουν καμία νευρομυϊκή ή μυοσκελετική παθολογία ή τραυματισμό.

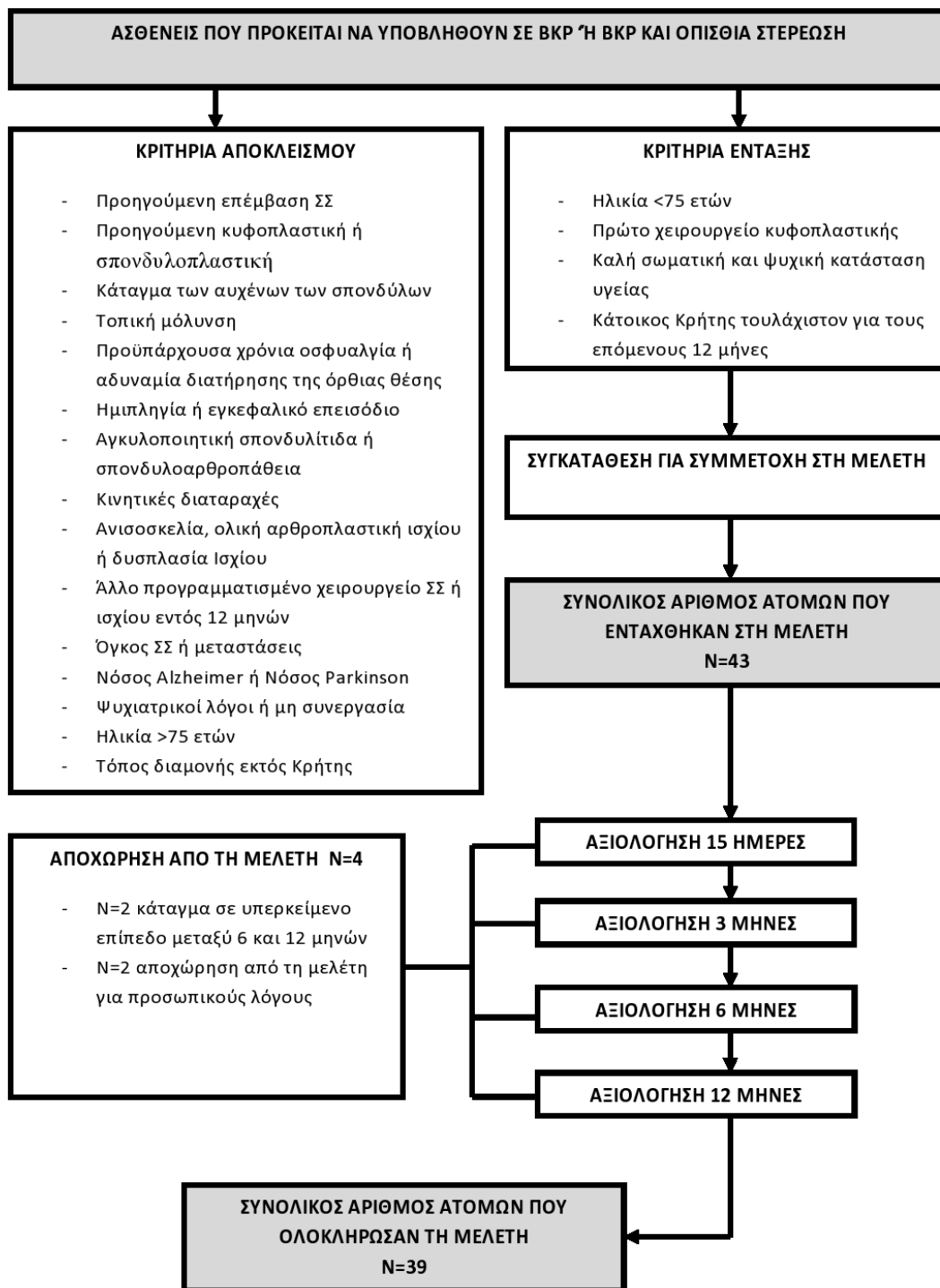
Γ) Από τον Σεπτέμβριο του 2010 έως τον Δεκέμβριο του 2012, 43 ασθενείς (Ομάδα Μελέτης 3 – ΟΜ3), υποβλήθηκαν σε επέμβαση ΒΚΡ ή ΒΚΡ με στερέωση, λόγω οστεοπορωτικών ή τραυματικών VF στην ΘΜΣΣ, ΟΜΣΣ ή ΘΟΜΣΣ. Όλοι οι συμμετέχοντες παρακολούθηθηκαν και εξετάστηκαν για 1 χρόνο μετεγχειρητικά. Τριάντα εννέα άτομα ολοκλήρωσαν με επιτυχία τη διαδικασία των επανεξετάσεων, σύμφωνα με τις οδηγίες του πρωτοκόλλου. Δύο από τους ασθενείς εμφάνισαν νέο κάταγμα σε υπερκείμενο επίπεδο μεταξύ των 6 και 12 μηνών και άλλοι δύο αποχώρησαν για προσωπικούς λόγους. Η διάγνωση των καταγμάτων γινόταν με κλινική εξέταση,

ακτινογραφία, CT ή/και MRI. Η κατάσταση των ασθενών και η κλινική τους εικόνα αξιολογήθηκε με βάση τις απαραίτητες για την κυφοπλαστική διαδικασίες. Τα κριτήρια αποκλεισμού και ένταξης στη μελέτη παρουσιάζονται στην Εικόνα 6. Όλοι οι συμμετέχοντες χειρουργήθηκαν από τον ίδιο ορθοπαιδικό χειρουργό. Συγχρόνως, 39 υγιείς συμμετέχοντες οι οποίοι δεν είχαν καμία παθολογία στη ΣΣ ή στα κάτω άκρα αποτελούσαν την ΟΕ. Βασικό κριτήριο εισαγωγής στην ΟΕ, ήταν οι συμμετέχοντες να μην έχουν καμία νευρομυϊκή ή μυοσκελετική παθολογία ή τραυματισμό.

Όλοι οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν αναλυτικά για τη διαδικασία της μελέτης, το σκοπό της και τη μέθοδο που θα χρησιμοποιούνταν και κατέθεσαν έγγραφη δήλωση συγκατάθεσης, σύμφωνα με τους κανονισμούς της Επιστημονικής Επιτροπής και της Επιτροπής Βιοηθικής του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Ηρακλείου (10787/20-12-10).



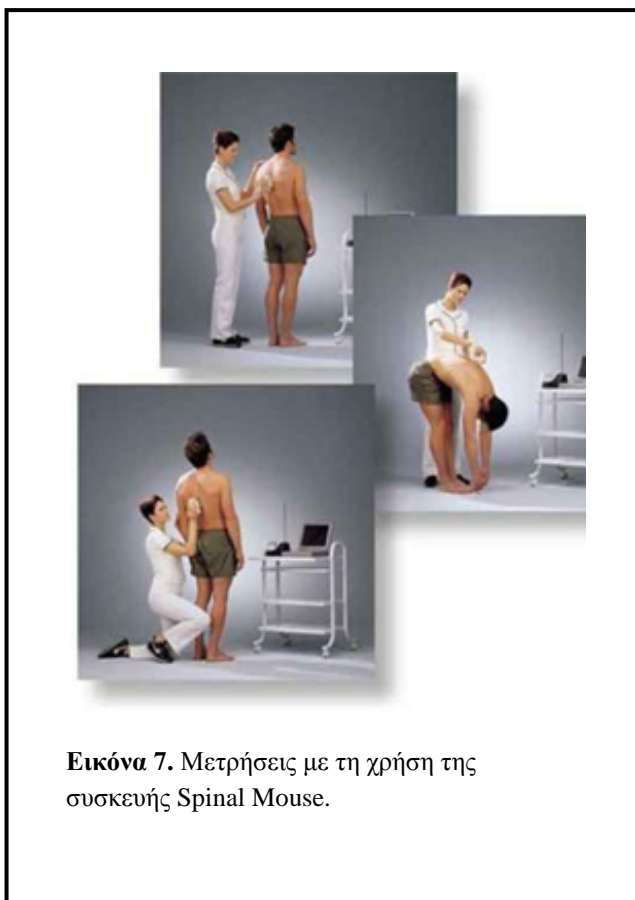
Εικόνα 5. Κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού από τη μελέτη ασθενών που υποβλήθηκαν σε οπίσθια αποσυμπίεση και σπονδυλοδεσία.



Εικόνα 6. Κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού από τη μελέτη ασθενών που υποβλήθηκαν σε κυφοπλαστική ή κυφοπλαστική και οπίσθια στερέωση.

2.2 Μέθοδος μέτρησης

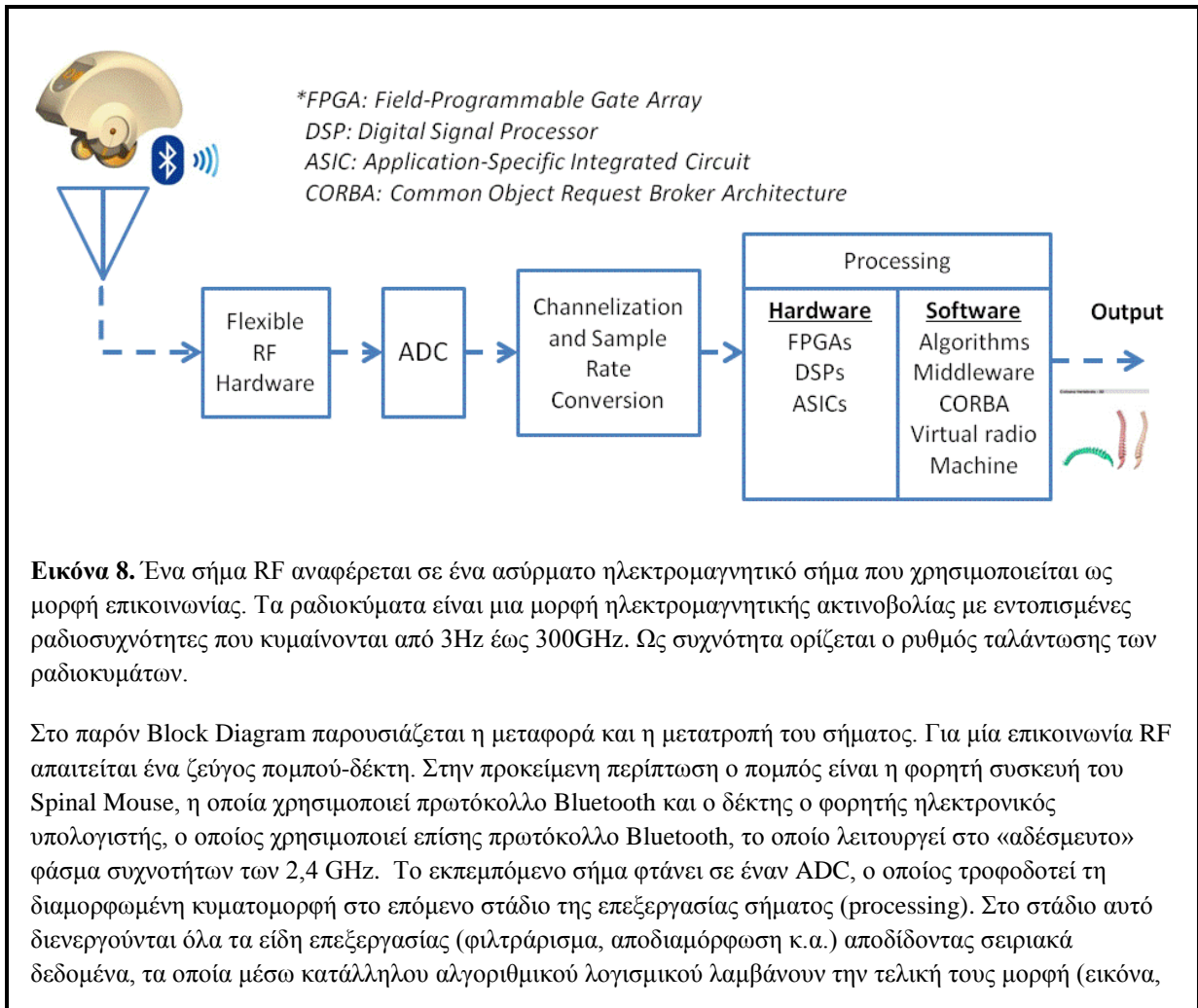
Η μέτρηση των κυρτωμάτων και της κινητικότητας της ΣΣ, πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του Spinal Mouse (Idiag, Volkswill, Switzerland) (Εικόνα 7), μίας υπολογιστικής ασύρματης συσκευής τηλεμετρίας. Η φορητή συσκευή, η οποία φέρει δύο κυλιόμενα ροδάκια, καθοδηγείται χειροκίνητα κατά μήκος των ακανθωδών αποφύσεων της ΣΣ. Η κεφαλή καταγραφής, που φέρει η φορητή συσκευή, αναγνωρίζει το οβελιαίο και εγκάρσιο σχήμα των οστικών δομών μέσω χρήσης μηχανικών μεταβολών των σχετικών κινήσεων, αναφορικά με



Εικόνα 7. Μετρήσεις με τη χρήση της συσκευής Spinal Mouse.

τις κινήσεις σε ένα πρότυπο επίπεδο. Στη συνέχεια με τη μέθοδο της τηλεμετρίας μεταφέρει σε πραγματικό χρόνο (real time) τα δεδομένα σε έναν υπολογιστή. Ο υπολογιστής με τη βοήθεια ενός αναδρομικού αλγοριθμικού λογισμικού μετατρέπει τα δεδομένα σε γραφήματα δύο διαστάσεων και αριθμητικές ενδείξεις. Το σημείο της μέτρησης του εξεταζόμενου, απείχε περίπου 1,5μ. από τον υπολογιστή, όπου γινόταν η συλλογή των δεδομένων. Λόγω της μετάδοσης των δεδομένων μέσω Bluetooth, ασφαλούς ασύρματου πρωτοκόλλου που χρησιμοποιεί ραδιοσυχνότητες (Radiofrequency - RF) για τη σύνδεση συσκευών με υπολογιστές, στο χώρο των μετρήσεων δεν υπήρχε καμία άλλη συσκευή ραδιοσυχνότητας ή κινητό τηλέφωνο. Για τη μετατροπή του σήματος χρησιμοποιείται ένας αναλογικός-ψηφιακός μετατροπέας (Analogue-Digital Convertor - ADC) (Εικόνα 8). Η συχνότητα καταγραφής ήταν τα 150Hz. Καθώς η φορητή συσκευή κυλάει κατά μήκος της ΣΣ με σταθερή ταχύτητα, γίνεται δειγματοληψία περίπου κάθε 1,3 χιλιοστά. Αυτό ουσιαστικά σημαίνει, πως αν ο μέσος όρος μήκους μιας ΣΣ είναι 550mm και ο χρόνος που απαιτείται για κάθε μέτρηση 2-4sec, σε μέσο όρο χρόνου 3sec έχουμε περίπου

423 καταγραφές. Η κινητικότητα των κυρτωμάτων υπολογιζόταν μέσω ενός αλγόριθμου που χρησιμοποιεί το λογισμικό της συσκευής [50,87,88,89]. Για όλες τις μετρήσεις ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία.



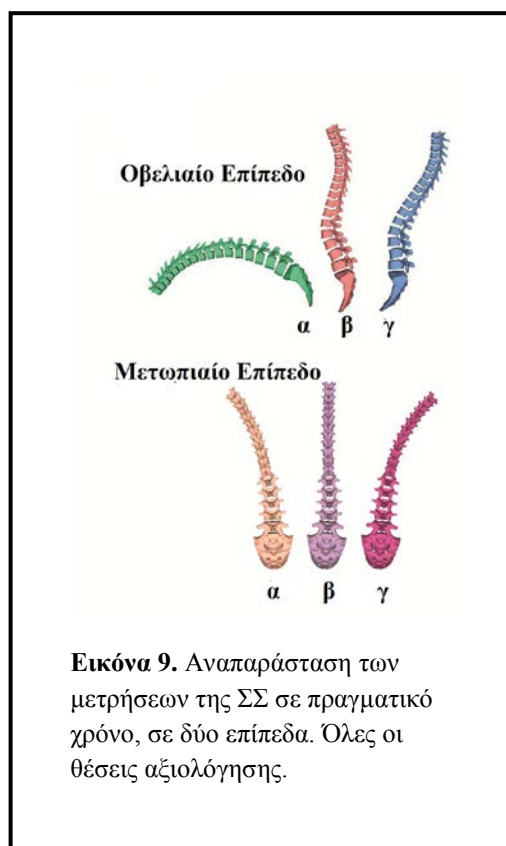
Διαδικασία Μέτρησης

Όλες οι μετρήσεις ακολούθησαν την ίδια διαδικασία και εκτελέστηκαν με την ίδια σειρά. Πριν από την έναρξη της κάθε μέτρησης γινόταν προσδιορισμός διά ψηλαφήσεως της ακανθώδους απόφυσης του A7 και τοποθετούνταν με έναν δερμογράφο ένα σημάδι στο κέντρο του. Κατόπιν τοποθετούνταν ένα σημάδι στο ύψος του I2-I3, όπου ήταν το τελικό σημείο καταγραφής. Μετά την ολοκλήρωση του πρώτου κύκλου των μετρήσεων σε οβελιαίο και μετωπιαίο επίπεδο, όλα τα σημάδια από το δέρμα αφαιρούνταν πλήρως και ζητούνταν από τον εξεταζόμενο να αποσυρθεί

στην αίθουσα αναμονής για 30' λεπτά ^[90,91]. Αυτός ο χρόνος αναμονής κρίνεται ως επαρκής, ώστε να μην υπάρχει προσαρμογή της κίνησης της ΣΣ του εξεταζομένου στις μετρήσεις ή όποια αύξηση του εύρους κίνησης (ROM), λόγω επαναλαμβανόμενων μετρήσεων. Έπειτα, ο εξεταζόμενος επέστρεφε στην αίθουσα, τοποθετούνταν εκ νέου τα σημάδια έναρξης και λήξης και εκτελούνταν οι μετρήσεις με την ίδια σειρά. Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν πρωινές ώρες, σε σταθερή θερμοκρασία περιβάλλοντος 26-27° C βαθμούς.

Οι μετρήσεις περιελάμβαναν (Εικόνα 9):

- Οβελιαίο επίπεδο: β) Σε όρθια θέση (Auf). Με τα πόδια παράλληλα μεταξύ τους στο άνοιγμα των ώμων, τα χέρια σε ανατομική θέση παράλληλα με τον κορμό και το κεφάλι σε ευθεία. α) Σε πλήρη κάμψη (Flex). Από την όρθια θέση και με τα γόνατα σε έκταση, ζητούνταν από τον εξεταζόμενο να σκύψει όσο το δυνατόν περισσότερο, αφήνοντας τα χέρια να πέσουν παράλληλα μεταξύ τους προς τα κάτω, σαν να θέλει να ακουμπήσει τις μύτες των δακτύλων του και να παραμείνει για μερικά δευτερόλεπτα σε αυτή τη θέση. γ) Σε



- πλήρη έκταση (Ext). Με τα γόνατα και πάλι τεντωμένα ζητούνταν από τον εξεταζόμενο να κάνει πλήρη έκταση του κορμού προς τα πίσω, με το κεφάλι σε ουδέτερη θέση και να παραμείνει στη θέση αυτή.
- Μετωπιαίο επίπεδο: β) Σε όρθια θέση (Upright). Με τα πόδια παράλληλα μεταξύ τους στο άνοιγμα των ώμων, τα χέρια σε ανατομική θέση παράλληλα με τον κορμό και το κεφάλι σε ευθεία. α) Πλάγια κάμψη αριστερά (Left). Ζητούνταν από τον εξεταζόμενο να εκτελέσει πλάγια κάμψη του κορμού αριστερά, έχοντας ίση κατανομή βάρους και στα δύο του πόδια. γ) Πλάγια κάμψη δεξιά (Right). Ζητούνταν από τον εξεταζόμενο να εκτελέσει πλάγια

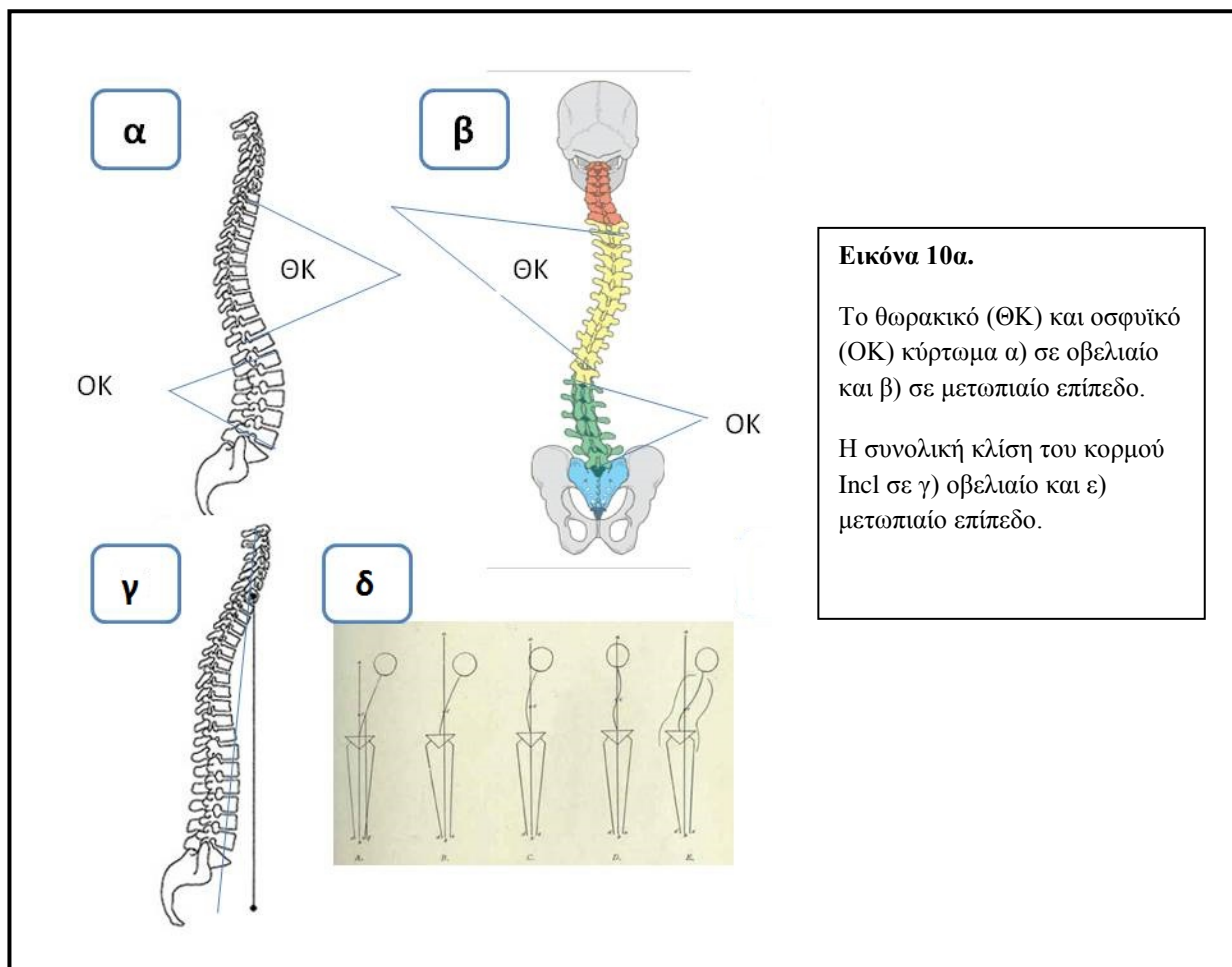
κάμψη του κορμού δεξιά, έχοντας ίση κατανομή βάρους και στα δύο του πόδια.

Συνολικά, υπολογίστηκαν και αξιολογήθηκαν για κάθε επίπεδο 24 παράμετροι λειτουργικότητας της ΣΣ και της στάσης του σώματος:

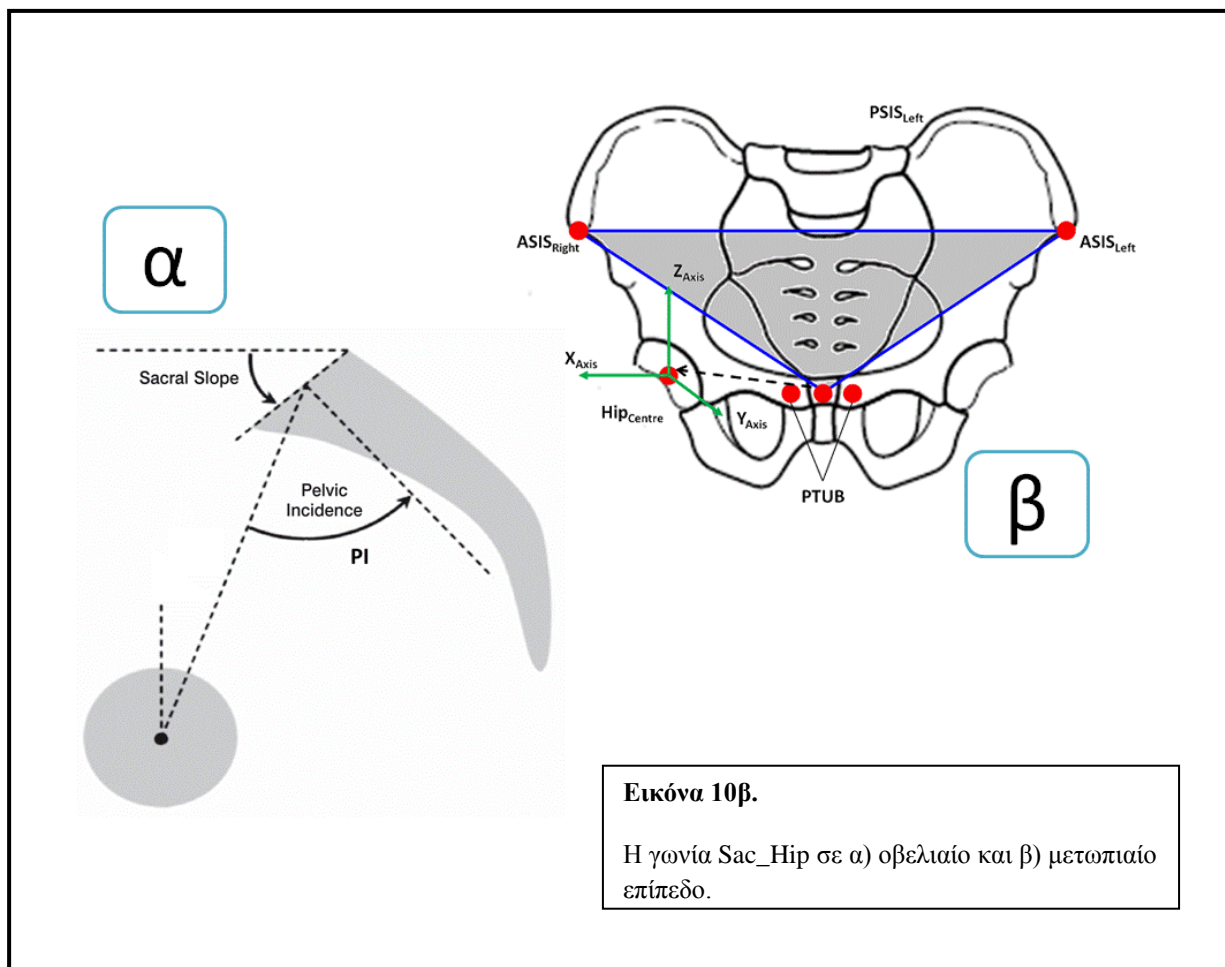
- Στο οβελιαίο επίπεδο υπολογίστηκε το θωρακικό κύρτωμα (Θ1-Θ12), το οσφυϊκό κύρτωμα (Ο1-Ο5), η γωνία Sac_Hip και η συνολική κλίση του κορμού (Incl). Οι παραπάνω παράμετροι προσδιορίστηκαν και μετρήθηκαν από τον εξεταστή σε όλες τις θέσεις (Auf, Flex, Ext). Επιπλέον, το λογισμικό της συσκευής έκανε τον προσδιορισμό της κινητικότητας της ΣΣ και της κινητικότητας των παραπάνω παραμέτρων για τις εξής κινήσεις: Από όρθια θέση σε πλήρη κάμψη (AF), από όρθια θέση σε πλήρη έκταση (AE) και από πλήρη κάμψη σε πλήρη έκταση (FE).
- Στο μετωπιαίο επίπεδο υπολογίστηκε το θωρακικό κύρτωμα (πλάγιο κύρτωμα), το οσφυϊκό, η Sac_Hip και το Incl. Οι παράμετροι αυτές προσδιορίστηκαν και μετρήθηκαν από τον εξεταστή σε όλες τις θέσεις (Upright, Left, Right). Επιπλέον, το λογισμικό της συσκευής έκανε τον προσδιορισμό της κινητικότητας της ΣΣ και όλων των παραμέτρων για τις εξής κινήσεις: Από όρθια θέση σε πλήρη πλάγια κάμψη αριστερά (SL), από όρθια θέση σε πλήρη πλάγια κάμψη δεξιά (SR) και από πλήρη πλάγια κάμψη αριστερά σε πλήρη πλάγια κάμψη δεξιά (LR) ^[92].

Τόσο στο οβελιαίο, όσο και στο μετωπιαίο επίπεδο ως θωρακικό κύρτωμα ορίστηκε η γωνία που σχηματίζουν οι ευθείες (στο σημείο που τέμνονται) από το άνω endplate του Θ2 σπονδύλου (ή διαφορετικά μεσοσπονδύλιο διάστημα Θ1-Θ2) και το άνω endplate του Θ12 σπονδύλου (Θ11-Θ12). Ομοίως, ως οσφυϊκό κύρτωμα ορίστηκε η γωνία που σχηματίζουν οι ευθείες από το άνω endplate του Ο1 σπονδύλου (Θ12-Ο1) και το κάτω endplate του Ο5 (Ο5-Ι1). Ως Incl και για τα δύο επίπεδα ορίζεται η γωνία μεταξύ μιας κάθετης γραμμής (γνωστή ως γραμμή δράσης της δύναμης της βαρύτητας), με την ευθεία που περνάει διαμέσου των κέντρων όσο το δυνατόν περισσότερων σπονδύλων από το Α7 έως το Ι1. Πιο απλά, Incl είναι η απόκλιση του κορμού από την κάθετο. Ως Sac_Hip στο οβελιαίο επίπεδο ορίζεται η γωνία που σχηματίζει η γραμμή που περνάει από το μεσαίο σημείο των κέντρων των

μηριαίων κεφαλών και του κεντρικού σημείου του άνω πλατώ του Η1, με τη γραμμή που είναι κάθετη στο άνω πλατώ του Η1 και διέρχεται από το κέντρο του. Στο μετωπιαίο επίπεδο για να καθοριστεί η γωνία Sac_Hip πρέπει να οριστεί στην πύελο ένα πλαίσιο αναφοράς. Ομοίως, καθορίζεται το κέντρο της κεφαλής του μηριαίου, από το οποίο διέρχεται ο μεσοπλάγιος άξονας x με θετική κατεύθυνση αριστερά παράλληλη με τη γραμμή που ενώνει την αριστερή πρόσθια άνω λαγόνια ακρολοφία (ASIS) με τη δεξιά. Ως πρόσθιο πυελικό επίπεδο (APP), ορίζεται το πλαίσιο που περιλαμβάνει τις δύο ASIS και το κέντρο μεταξύ του αριστερού και δεξιού ηβικού οστού (PTUB). Η διαφορά της γωνίας των δύο τριγώνων που σχηματίζει η κάθετος του ύψους του τριγώνου με το κέντρο της αριστερής και το κέντρο της δεξιάς κεφαλής των μηριαίων, είναι η γωνία Sac_Hip. Αν η αριστερή γωνία είναι μεγαλύτερη από τη δεξιά το πρόσημο είναι θετικό, ενώ αντίθετα αν η δεξιά γωνία-απόκλιση είναι μεγαλύτερη το πρόσημο είναι αρνητικό ^[87,93,94] (Εικόνα 10α και Εικόνα 10β).



Εικόνα 10α.
 Το θωρακικό (ΘΚ) και οσφυϊκό (ΟΚ) κύρτωμα α) σε οβελιαίο και β) σε μετωπιαίο επίπεδο.
 Η συνολική κλίση του κορμού Incl σε γ) οβελιαίο και ε) μετωπιαίο επίπεδο.



Οι συμμετέχοντες της ΟΜ2, σε κάθε επανέλεγχο, πέρα από την αξιολόγηση της ΣΣ, καλούνταν να συμπληρώσουν τρία ερωτηματολόγια. Η αξιολόγηση της οσφυαλγίας/πόνος μέσης (VAS-back) και της ισχιαλγίας (VAS-leg) γινόταν με τη χρήση της οπτικής αναλογικής κλίμακας πόνου VAS (Visual Analogue Scale) στην οποία το 0 αντιστοιχεί σε καθόλου πόνο και το 10 στο χειρότερο δυνατό πόνο ^[95]. Για την αξιολόγηση του βαθμού λειτουργικής ανικανότητας χρησιμοποιήθηκε το Oswestry Disability Index (ODI), το οποίο είναι ένα βασικό εργαλείο αξιολόγησης των διαταραχών της ΣΣ. Στην κλίμακα ODI το 0%-20% αντιστοιχεί σε ελάχιστη ανικανότητα, το 21%-40 σε μέτρια ανικανότητα, το 41%-60% σε σοβαρή ανικανότητα, το 61%-80% σε αναπηρία και το 81%-100% σε κλινική κατάσταση ή υπερβολή των συμπτωμάτων ^[96]. Επιπλέον, η συσχετιζόμενη με την υγεία ποιότητα ζωής (health-related quality of life) αξιολογήθηκε με το ερωτηματολόγιο SF-36, όπου καταγράφηκαν οι σωματικοί (PCS) και οι ψυχολογικοί (MCS) παράγοντες. Όσο υψηλότερη είναι η βαθμολογία, τόσο καλύτερη είναι η ποιότητα ζωής ^[97]. Επίσης, για

τα άτομα που αποτελούσαν την OM2, η αξιολόγηση της ΣΣ με τη χρήση του Spinal Mouse, καθώς και η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων, γινόταν προεγχειρητικά και συγκεκριμένα την ημέρα της εισαγωγής στο νοσοκομείο και ακολουθούσαν επαναμετρήσεις στους 3, 6 και 12 μήνες μετεγχειρητικά (± 1 ημερολογιακή εβδομάδα).

Τα άτομα που αποτελούσαν την OM3 καλούνταν να συμπληρώσουν 2 ερωτηματολόγια, το VAS (για τον πόνο της ράχης) και το ODI. Η μετρήσεις και η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων διεξήχθησαν στις 15 μέρες και στους 3, 6 και 12 μήνες μετεγχειρητικά (± 1 ημερολογιακή εβδομάδα). Δεν υπήρχε η δυνατότητα καταγραφής των κυρτωμάτων και της κινητικότητας της ΣΣ προεγχειρητικά, λόγω του ότι ως επί το πλείστον τα άτομα της OM3 ήταν κλινήρεις. Επιπλέον, βάση της περιγραφής του πόνου στην αξιολόγηση των 3 μηνών, περίοδος πέραν της οποίας ένας πόνος χαρακτηρίζεται ως χρόνιος, οι συμμετέχοντες διαχωρίστηκαν σε δύο υπο-ομάδες. Ασθενείς με $VAS \geq 4$ εντάχθηκαν στην υπο-ομάδα Ομάδα Μελέτης 3 – χρόνιος πόνος (OM3χπ), ενώ όσων ο πόνος στους 3 μήνες ήταν < 4 εντάχθηκαν στην Ομάδα Μελέτης 3 – όχι πόνος (OM3-οπ) ^[98,99].

Τα άτομα που αποτελούσαν την OE αξιολογήθηκαν μόνο με τη χρήση του Spinal Mouse, ακολουθώντας την ίδια διαδικασία και σειρά μετρήσεων με τις OM. Η αξιολόγηση της OE έγινε μόνο μία φορά.

2.3 Στατιστική Ανάλυση

Για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας και της επαναληψιμότητας της μεθόδου η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου PASW Statistics 18. Για την ανάλυση των διαφορών των μέσων τιμών της κάθε παραμέτρου των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων που έγιναν με το Spinal Mouse, χρησιμοποιήθηκε η εξέταση κατά ζεύγη (paired t-test). Η χρήση του paired t-test έγινε για να δοκιμασθεί η αποδοχή ή η απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης (null hypothesis - H_0), δηλαδή να ελεγχθεί ότι οι διαφορές, αποκλίσεις ή έκτροπα αποτελέσματα μεταξύ των μετρήσεων οφείλονται αποκλειστικά σε τυχαία και όχι σε συστηματικά σφάλματα. Ως επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε το 5%. Δηλαδή, τα αποτελέσματα με $p > 0.05$ υποδηλώνουν αποδοχή της μηδενικής υπόθεσης που σημαίνει, πως οι μέσοι όροι του κάθε δείγματος (1ης και 2ης μέτρησης) δεν

διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Όπως προτείνεται από τον Perneger 1998 ^[100], δεν έγιναν προσαρμογές για πολλαπλές δοκιμές. Ο συντελεστής ενδοταξικής συσχέτισης (intraclass correlation coefficient - ICC) και το σταθμισμένο σφάλμα μέτρησης (standard error of measurement - SEM), με διάστημα εμπιστοσύνης 95%, χρησιμοποιήθηκαν για τον χαρακτηρισμό της αξιοπιστίας ^[101]. Η μέτρηση θεωρείται αξιόπιστη όταν το ICC είναι >0.6 ^[102]. Ωστόσο, στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν τα πιο αυστηρά κριτήρια του Currier ^[103], σύμφωνα με τα οποία: 0.90-0.99 = υψηλή αξιοπιστία, 0.80-0.89 = καλή αξιοπιστία, 0.70-0.79=μέτρια αξιοπιστία και <0.69=φτωχή αξιοπιστία. Το SEM για κάθε μεταβλητή υπολογίστηκε ως $SD \cdot \sqrt{(1 - ICC)}$, όπου SD είναι η τυπική απόκλιση της κάθε μεταβλητής ^[101].

Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS 15.0 και ως επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε το 5%.

Για να βρεθούν και να αναλυθούν οι στατιστικά σημαντικές μεταβολές που εμφανίζονταν σε όλες τις παραμέτρους του Spinal Mouse των OM, μεταξύ όλων των επανεξετάσεων (προεγχειρητική αξιολόγηση, 3-μηνο, 6-μηνο, 12-μηνο OM2 και 15 μέρες, 3, 6, 12 μήνες OM3), χρησιμοποιήθηκε το paired t-test και η ανάλυση διασποράς επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated ANOVA). Μετά την ανεύρεση στατιστικά σημαντικών διαφορών, έγιναν post hoc ανά ζεύγη συγκρίσεις με διορθώσεις κατά Bonferroni. Για έναν πιο οριοθετημένο υπολογισμό των παραπάνω παραμέτρων χρησιμοποιήθηκε διάστημα εμπιστοσύνης (CI) 95%. Ο ισχυρισμός της μηδενικής υπόθεσης της OM2 είναι πως ο μέσος όρος των παραμέτρων της ΣΣ προεγχειρητικά, είναι ίδιος με τον μέσο όρο των παραμέτρων στις εξετάσεις επαναξιολογήσεις μετεγχειρητικά, (0-3, 0-6, 0-12). Ομοίως, η μηδενική υπόθεση για την OM3 είναι πως ο μέσος όρος των παραμέτρων της ΣΣ στις 15 μέρες, είναι ίδιος με τον μέσο όρο των επόμενων επανεξετάσεων. Απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης, σε οποιαδήποτε περίοδο επαναξιολόγησης, υποδηλώνει πως κατά την περίοδο αυτή εμφανίζεται μεγαλύτερη μεταβολή, συγκριτικά με τις άλλες περιόδους.

Η ίδια μεθοδολογία στη στατιστική ανάλυση (repeated ANOVA και post hoc Bonferroni) χρησιμοποιήθηκε για να εξετάσει την επίδραση της επεμβατικής διαδικασίας στην κλινική κατάσταση των ασθενών (OM2 και OM3), μέσω της αξιολόγησης των ερωτηματολογίων VAS, ODI και SF-36.

Για την αξιολόγηση της συσχέτισης μεταξύ του κάθε παράγοντα που υπολογίστηκε με το Spinal Mouse και των αποτελεσμάτων των ερωτηματολογίων VAS, ODI, SF-36 της OM2 στην τελική επαναξιολόγηση τους στους 12 μήνες, με τον αριθμό των σπονδυλικών επιπέδων που περιελάμβανε η σπονδυλοδεσία, χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης Pearson.

Για να αξιολογηθούν οι όποιες διαφορές της OM3 στους 12 μήνες, μεταξύ των ασθενών που είχαν κάνει απλή BKP με αυτούς που είχαν κάνει BKP και στερέωση, χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης για έναν παράγοντα (one-way ANOVA). Η ίδια μέθοδος χρησιμοποιήθηκε και στη σύγκριση των μέσων τιμών των ατόμων που είχαν οστεοπορωτικό κάταγμα με αυτούς που είχαν τραυματικό και οι διαφορές των δύο υπο-ομάδων που δημιουργήθηκαν (OM3γπ-OM3οπ) ως προς το είδος του κατάγματος στην αξιολόγηση των 15 ημερών. Όλες οι άλλες διαφορές μεταξύ των δύο υπο-ομάδων, για όλες τις παραμέτρους εξετάστηκαν με independent samples t-test.

Επίσης, one-way ANOVA χρησιμοποιήθηκε και για τον προσδιορισμό τυχόν διαφορών στις μέσες τιμές όλων των παραμέτρων του Spinal Mouse της OM2 και της OM3 στις τελικές αξιολογήσεις στους 12 μήνες με τις αντίστοιχες της ΟΕ.

Τέλος, η ανάλυση λειτουργικού χαρακτηριστικού δείκτη (ROC) χρησιμοποιήθηκε για να ορίσει το διαχωριστικό όριο (cut-off point), των ασθενών της OM2 από τα άτομα την ΟΕ, καθώς και για τον υπολογισμό του ποσοστού των αληθώς θετικών ενδείξεων για όλες τις παραμέτρους του Spinal Mouse.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Αποτελέσματα

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Αποτελέσματα αξιοπιστίας και επαναληψιμότητας μεθόδου

Την ομάδα των εξεταζομένων αποτελούσαν 50 ενήλικες (12 άντρες, 38 γυναίκες: ηλικία 58.4 ± 13.4 έτη, ύψος 163.4 ± 8.2 cm, βάρος 72.3 ± 12.1 kg, BMI: 27.1 ± 4.0 kg m⁻²). Οι μέσες τιμές και οι τυπικές αποκλίσεις της πρώτης και δεύτερης αξιολόγησης, το ICC, το p-value του paired t-test, καθώς και το SEM για τις όλες τις μετρήσεις και τις παραμέτρους στο οβελιαίο επίπεδο, παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Οι αντίστοιχες τιμές και παράμετροι για το μετωπιαίο επίπεδο παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Οβελιαίο Επίπεδο

Για όλες τις παραμέτρους στο οβελιαίο επίπεδο δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, μεταξύ της πρώτης και της δεύτερης αξιολόγησης. Είκοσι δύο από το σύνολο των 24 παραμέτρων παρουσίασαν υψηλή και καλή αξιοπιστία, με τις ακόλουθες παραμέτρους να παρουσιάζουν το υψηλότερο ICC: ΟΜΣΣ στην όρθια θέση (Auf_ΟΜΣΣ), ΟΜΣΣ και Incl σε πλήρη κάμψη (Flex_ΟΜΣΣ, Flex_Incl), Incl κατά την κίνηση από την όρθια θέση σε πλήρη κάμψη (AF_Incl) και από την πλήρη κάμψη σε πλήρη έκταση (FE_Incl). Πιο συγκεκριμένα, 17 παράμετροι εμφάνισαν υψηλή αξιοπιστία, πέντε καλή, μία μέτρια και μία φτωχή. Οι δύο παράμετροι που εμφάνισαν μέτρια και φτωχή αξιοπιστία δεν ανήκουν στην κατηγορία των άμεσα μετρήσιμων δεδομένων, αλλά υπολογίζονται από το λογισμικό της συσκευής.

Το SEM κυμάνθηκε από 0.322° για το κύρτωμα της ΟΜΣΣ στη θέση της πλήρους κάμψης (Flex_ΟΜΣΣ), μέχρι 4.965° για το ROM της ΘΜΣΣ από την όρθια θέση στην πλήρη κάμψη (AF_ΘΜΣΣ) (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Παράμετροι μορφολογίας και κινητικότητας της ΣΣ σε οβελιαίο επίπεδο.

Παράμετρος	1 ^η Αξιολόγηση [μοίρες]	2 ^η Αξιολόγηση [μοίρες]	p-value	ICC [95% CI]	SEM [μοίρες]
Auf_Sac_Hip	20,935±10,260	21,194±10,294	0,674	0,972 [0,942 - 0,987]	0,567
Auf_ΘΜΣΣ	46,839±13,362	46,097±13,407	0,443	0,959 [0,915 - 0,980]	1,075
Auf_ΟΜΣΣ	-37,839±13,067	-38,355±12,981	0,374	0,985 [0,969 - 0,993]	0,390
Auf_Incl	0,871±2,754	0,548±2,815	0,385	0,845 [0,679 - 0,925]	0,803
Flex_Sac_Hip	66,677±16,877	65,677±16,088	0,276	0,976 [0,951 - 0,989]	0,777
Flex_ΘΜΣΣ	62,516±12,127	62,581±11,416	0,964	0,877 [0,745 - 0,941]	2,735
Flex_ΟΜΣΣ	13,613±19,849	13,000±20,852	0,351	0,992 [0,984 - 0,996]	0,322 ^b
Flex_Incl	94,613±20,652	93,032±23,702	0,123	0,984 [0,967 - 0,992]	0,701
Ext_Sc_Hip	14,387±12,986	13,516±13,966	0,331	0,966 [0,929 - 0,983]	0,906
Ext_ΘΜΣΣ	39,677±15,873	38,645±16,109	0,311	0,969 [0,935 - 0,985]	0,983
Ext_ΟΜΣΣ	-45,742±12,543	-44,871±13,438	0,344	0,961 [0,919 - 0,981]	0,996
Ext_Incl	-15,677±11,906	-16,161±9,374	0,474	0,959 [0,915 - 0,980]	0,752
AF_Sac_Hip	45,871±17,703	44,516±16,858	0,200	0,972 [0,941 - 0,986]	0,963
AF_ΘΜΣΣ	15,677±11,906	16,419±13,273	0,701	0,783 [0,549 - 0,895]	4,965 ^c
AF_ΟΜΣΣ	51,355±16,165	51,258±17,784	0,916	0,977 [0,953 - 0,989]	0,769
AF_Incl	93,742±21,169	92,516±23,840	0,228	0,985 [0,968 - 0,993]	0,679
AE_Sac_Hip	-6,419±7,140	-7,613±9,308	0,210	0,892 [0,775 - 0,948]	1,704
AE_ΘΜΣΣ	-7,161±6,724	-7,613±7,013	0,718	0,663 [0,301 - 0,837] ^a	4,005
AE_ΟΜΣΣ	-8,032±6,706	-6,484±7,375	0,087	0,864 [0,718 - 0,934]	1,799
AE_Incl	-16,613±8,958	-16,710±9,107	0,878	0,961 [0,920 - 0,981]	0,689
FE_Sac_Hip	52,290±20,627	52,290±21,185	1,000	0,974 [0,947 - 0,988]	1,066
FE_ΘΜΣΣ	22,935±13,631	24,065±15,629	0,536	0,867 [0,725 - 0,936]	3,660
FE_ΟΜΣΣ	59,355±19,683	57,742±21,133	0,165	0,976 [0,949 - 0,988]	0,978
FE_Incl	110,387±27,409	109,129±29,864	0,272	0,988 [0,975 - 0,994]	0,686

Μέσες τιμές και τυπική απόκλιση ± SD για την 1^η και 2^η μέτρηση.

a = Παράμετροι με φτωχή επαναληψιμότητα.

b = Παράμετροι με το χαμηλότερο SEM.

c = Παράμετροι με το υψηλότερο SEM.

Πίνακας 2. Παράμετροι μορφολογίας και κινητικότητας της ΣΣ σε μετωπιαίο επίπεδο.

Παράμετρος	1 ^η Αξιολόγηση [μοίρες]	2 ^η Αξιολόγηση [μοίρες]	p-value	ICC [95% CI]	SEM [μοίρες]
Left_Sac_Hip	-2,981±4,004	-3,990±3,961	0,092	0,804 [0,593 - 0,905]	1,428
Left_ΘΜΣΣ	23,387±15,085	20,839±13,205	0,116	0,895 [0,781 - 0,949]	2,837
Left_ΟΜΣΣ	18,913±6,367	18,294±7,539	0,355	0,926 [0,846 - 0,964]	0,998
Left_Incl	23,619±7,385	23,368±6,911	0,704	0,93 [0,855 - 0,966]	0,967
Upright_Sac_Hip	2,455±3,140	2,658±3,325	0,679	0,787 [0,559 - 0,897]	1,250
Upright_ΘΜΣΣ	-8,652±5,999	-8,255±6,184	0,612	0,857 [0,703 - 0,931]	1,631
Upright_ΟΜΣΣ	5,545±3,569	5,903±4,096	0,566	0,751 [0,483 - 0,880]	1,713
Upright_Incl	0,103±1,719	0,290±1,894	0,548	0,719 [0,399 - 0,860]	0,909 ^b
Right_Sc_Hip	7,103±3,831	6,790±3,540	0,588	0,772 [0,526 - 0,890]	1,519
Right_ΘΜΣΣ	-31,158±11,349	-28,352±9,898	0,038	0,871 [0,732 - 0,938]	2,586
Right_ΟΜΣΣ	-14,281±8,140	-14,210±8,582	0,937	0,902 [0,798 - 0,953]	1,561
Right_Incl	-26,000±7,653	-24,916±6,752	0,111	0,931 [0,956 - 0,967]	0,965
SL_Sac_Hip	-5,435±3,961	-6,648±4,183	0,133	0,596 [0,163 - 0,805] ^a	2,777
SL_ΘΜΣΣ	32,039±14,695	29,094±12,301	0,122	0,831 [0,649 - 0,918]	4,237
SL_ΟΜΣΣ	13,368±6,761	12,390±6,140	0,209	0,879 [0,749 - 0,942]	1,475
SL_Incl	-23,516±7,636	-23,077±7,304	0,586	0,903 [0,799 - 0,953]	1,383
SR_Sac_Hip	4,648±4,294	4,132±3,243	0,556	0,325 [-0,399 - 0,675] ^a	3,968
SR_ΘΜΣΣ	-22,506±11,418	-20,097±11,051	0,133	0,825 [0,636 - 0,915]	3,631
SR_ΟΜΣΣ	-19,826±8,774	-20,113±9,521	0,815	0,841 [0,670 - 0,923]	2,706
SR_Incl	26,103±7,352	25,206±6,317	0,171	0,928 [0,850 - 0,965]	0,954
LR_Sac_Hip	10,084±5,275	10,781±5,285	0,409	0,761 [0,505 - 0,885]	2,266
LR_ΘΜΣΣ	-54,545±23,048	-49,190±20,006	0,042	0,882 [0,755 - 0,943]	4,820 ^c
LR_ΟΜΣΣ	-33,194±12,685	-32,503±13,982	0,570	0,933 [0,861 - 0,968]	1,731
LR_Incl	49,619±14,006	48,284±12,931	0,253	0,941 [0,877 - 0,971]	1,550

Μέσες τιμές και τυπική απόκλιση ± SD για την 1^η και 2^η μέτρηση.

a = Παράμετροι με φτωχή επαναληψιμότητα.

b = Παράμετροι με το χαμηλότερο SEM.

c = Παράμετροι με το υψηλότερο SEM.

Μετωπιαίο Επίπεδο

Δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σχεδόν σε καμία παράμετρο, εκτός από τη μέτρηση της ΘΜΣΣ στην πλάγια κάμψη δεξιά (Right_ΘΜΣΣ) και κατά την κίνηση από την πλάγια κάμψη αριστερά στην πλάγια κάμψη δεξιά (LR_ΘΜΣΣ) (Πίνακας 2). Από την εκτίμηση του ICC προέκυψε μικρότερη αξιοπιστία συγκριτικά με τις αντίστοιχες μετρήσεις στο οβελιαίο επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, 8 παράμετροι εμφάνισαν υψηλή αξιοπιστία, 9 καλή και 5 μέτρια. Φτωχή αξιοπιστία εμφανίστηκε στη μέτρηση του ROM του Sac_Hip από την όρθια θέση στην πλάγια κάμψη αριστερά (SL_Sac Hip) και στην πλάγια κάμψη δεξιά (SR_Sac Hip).

Το SEM κυμάνθηκε από 0.958° στην αξιολόγηση της συνολικής κλίσης του κορμού στην όρθια θέση (Upright_Incl), μέχρι 4.820° για το ROM της ΟΜΣΣ από την πλήρη πλάγια κάμψη αριστερά στην πλήρη πλάγια κάμψη δεξιά (LR_ΟΜΣΣ).

3.2 Αποτελέσματα μετρήσεων σε άτομα με σπονδυλοδεσία

Από τους 45 ασθενείς που εντάχθηκαν στην ΟΜ2, οι 38 ολοκλήρωσαν με επιτυχία τη διαδικασία των επανεξετάσεων, σύμφωνα με το πρωτόκολλο της μελέτη. Τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά της ΟΜ2 και της ΟΕ παρουσιάζονται στον Πίνακα 3. Οι διαγνώσεις σύμφωνα με τις οποίες οι ασθενείς της ΟΜ2 εισήχθησαν προς χειρουργείο ήταν κήλη μεσοσπονδυλίου δίσκου, ιππουριδική συνδρομή, σπονδυλολίση και σπονδυλική στένωση. Εξ αυτών 30 ασθενείς υποβλήθηκαν σε σπονδυλοδεσία ΟΜΣΣ, τρεις ΘΜΣΣ και πέντε ΘΟΜΣΣ. Τα επίπεδα της στερέωσης κυμάνθηκαν από σπονδυλοδεσία ενός επιπέδου (δύο σπόνδυλοι) έως σπονδυλοδεσία εννέα επιπέδων (δέκα σπόνδυλοι).

		Ομάδα Μελέτης (OM2) n=38	Ομάδα Ελέγχου (OE2) n=39
Φύλο	Άρρεν	n=21 (55.3%)	n=17 (43.6%)
	Θήλυ	n=17 (44.7%)	n=22 (56.4%)
Ηλικία		58.16 (± 13.92)	51.82 (± 11.74)
Ύψος		1.67 (± 0.09)	1.69 (± 0.08)
Βάρος		79.35 (± 15.67)	73.03 (± 13.18)
Δείκτης Μάζας Σώματος		28.22 (± 4.41)	25.62 (± 3.55)

Πίνακας 3. Σωματομετρικά στοιχεία των συμμετεχόντων των δύο ομάδων στη μελέτη.

Σπονδυλικά Κυρτώματα Οβελιαίο Επίπεδο

Όρθια θέση: Αναφορικά με τα κυρτώματα της ΣΣ, όπου στη συγκεκριμένη μελέτη εξετάστηκε το θωρακικό και το σφυϊκό κύρτωμα, καθώς και η Sac_Hip, για την όρθια θέση δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές μεταβολές.

Ωστόσο, αξίζει να αναφέρουμε πως η Sac_Hip παρουσίασε μια σταδιακή μείωση. Από $11.85^{\circ} \pm 1.38^{\circ}$ που ήταν προεχειρητικά, μειώθηκε σε $11.15^{\circ} \pm 1.38^{\circ}$ στους τρεις μήνες, $10.81^{\circ} \pm 1.87^{\circ}$ στους έξι μήνες και τέλος $10.58^{\circ} \pm 1.82^{\circ}$ στους δώδεκα μήνες. Από την άλλη, αντισταθμιστικά, το κύρτωμα της ΟΜΣΣ παρουσίασε μια σταδιακή αύξηση. Αν και μειώθηκε ελάχιστα σε $-18.42^{\circ} \pm 2.2^{\circ}$ στους τρεις μήνες, συγκριτικά με το $-18.96^{\circ} \pm 2.1^{\circ}$ της προεχειρητικής αξιολόγησης, στη συνέχεια αυξήθηκε σε $-19.96^{\circ} \pm 2.05^{\circ}$ στους έξι μήνες, παραμένοντας σχεδόν σταθερή $-19.92^{\circ} \pm 2.06^{\circ}$ στους δώδεκα μήνες. Ομοίως, αύξηση παρουσίασε και το θωρακικό κύρτωμα. Από $41.15^{\circ} \pm 2.15^{\circ}$ που ήταν προεχειρητικά, αυξήθηκε σε $43.23^{\circ} \pm 2.09^{\circ}$ στους τρεις μήνες. Παρέμεινε, σχεδόν αμετάβλητο στους έξι μήνες $43.54^{\circ} \pm 1.81^{\circ}$ και αυξήθηκε εκ νέου στους δώδεκα μήνες $44.85^{\circ} \pm 2.22^{\circ}$. Τέλος, η συνολική κλίση του κορμού αν και παρουσίασε αύξηση στους τρεις μήνες $5.46^{\circ} \pm 0.97^{\circ}$ συγκριτικά με την προεχειρητική μέτρηση $4.85^{\circ} \pm 1.15^{\circ}$, εντούτοις μειώθηκε αρκετά στους έξι μήνες

αποκτώντας μια κλίση $3.88^{\circ} \pm 1^{\circ}$, την οποία διατήρησε και στους δώδεκα μήνες $3.96^{\circ} \pm 1.38^{\circ}$.

Πλήρης κάμψη και πλήρης έκταση: Στις θέσεις αυτές αν και υπήρξαν μεταβολές στο θωρακικό και στο οσφυϊκό κύρτωμα κατά τη διάρκεια των επανεξετάσεων, εντούτοις αυτές δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Απλά να αναφέρουμε, πως στην πλήρη κάμψη το θωρακικό κύρτωμα από $51,23^{\circ} \pm 2.01^{\circ}$ που ήταν προεγχειρητικά, αυξήθηκε σε $54.23^{\circ} \pm 2.5$ στους 12 μήνες και το οσφυϊκό από $1.92^{\circ} \pm 2^{\circ}$ που ήταν προεγχειρητικά, στην αξιολόγηση που έγινε μετά από ένα χρόνο ήταν $4.85^{\circ} \pm 1.9^{\circ}$.

Από την άλλη η Sac_Hip και η συνολική κλίση του κορμού, παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές βελτιώσεις στις επαναξιολογήσεις στους 6 και στους 12 μήνες.

Σπονδυλικά Κυρτώματα Μετωπιαίο Επίπεδο

Όρθια θέση και Πλάγια κάμψη δεξιά: Δεν παρουσιάστηκε καμία στατικώς σημαντική διαφορά για όλες της παραμέτρους. Το μόνο που αξίζει να αναφερθεί είναι, πως στην αξιολόγηση του θωρακικού κυρτώματος, παρουσιάστηκε μία μείωση του πλευρικού κυρτώματος στους 6 μήνες ($-3.01^{\circ} \pm 0.97^{\circ}$) συγκριτικά με την προεγχειρητική αξιολόγηση ($-5.38^{\circ} \pm 1.05^{\circ}$), η οποία διατηρήθηκε και στο δωδεκάμηνο ($-3.55^{\circ} \pm 0.68^{\circ}$). Συνάμα, για το οσφυϊκό κύρτωμα η μόνη σημαντική μείωση εμφανίστηκε στους 12 μήνες ($1.96^{\circ} \pm 0.66^{\circ}$), συγκριτικά με την προεγχειρητική αξιολόγηση ($2.93^{\circ} \pm 0.57^{\circ}$)

Πλάγια κάμψη αριστερά: Δεν παρουσιάστηκε καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά κατά την αξιολόγηση του οσφυϊκού κυρτώματος. Αναφορικά, με το θωρακικό κύρτωμα, παρουσιάστηκε στατιστικώς σημαντική αύξηση της γωνίας πλάγιας κάμψης αριστερά, στους 12 μήνες, τόσο συγκριτικά με την προεγχειρητική αξιολόγηση $p=0.002$ (95% CI; 3.266, 18.371), όσο συγκριτικά με την αξιολόγηση του τριμήνου $p=0.008$ (95% CI; 1.665, 16.172). Επίσης, η δυνατότητα πλάγιας κάμψης αριστερά για τη Sac_Hip παρουσίασε στατιστικώς σημαντική αύξηση στους 6 μήνες συγκριτικά με τους 3 μήνες $p=0.02$ (95% CI; 0.269, 4.694) και στους 12 μήνες συγκριτικά με τους 3 μήνες $p<0.001$ (95% CI; 1.631, 6.925) και την προεγχειρητική

αξιολόγηση $p=0.01$ (95% CI; 0.588, 6.204). Τέλος, το Incl που αντιπροσωπεύει τη μέγιστη κλίση όλου του κορμού, αριστερά παρουσίασε στατιστικώς σημαντική αύξηση στο δωδεκάμηνο συγκριτικά με το τρίμηνο $p=0.014$ (95% CI; 1.183, 15.817) και την προεγχειρητική μέτρηση $p=0.013$ (95% CI; 0.985, 12.526).

Τα αποτελέσματα όλων των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν σε όλες τις θέσεις, όλες οι παράμετροι που αξιολογήθηκαν τόσο στο οβελιαίο, όσο και στο μετωπιαίο επίπεδο, καθώς και οι στατιστικά σημαντικές μεταβολές αυτών, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.

Κινητικότητα Σπονδυλικής Στήλης

Οβελιαίο Επίπεδο: Αν και μεταβολές στην κινητικότητα της ΘΜΣΣ της ΣΣ δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές, αξίζει να αναφερθεί πως το ROM, κατά την κίνηση από την πλήρη κάμψη στην πλήρη έκταση αυξήθηκε από $16.08^{\circ} \pm 2.7^{\circ}$ που ήταν προεγχειρητικά, σε $24.61^{\circ} \pm 3.5$ στους δώδεκα μήνες. Αναφορικά με το ROM της ΟΜΣΣ της ΣΣ κατά την κίνηση από την όρθια θέση στην πλήρη κάμψη, η μόνη στατιστικώς σημαντική διαφορά καταγράφηκε στους 12 μήνες μετεγχειρητικά, εν συγκρίσει με την αξιολόγηση του 3-μήνου, όπου σημειώθηκε αύξηση από $17.23^{\circ} \pm 1.65^{\circ}$ σε $24.77^{\circ} \pm 2.44^{\circ}$. Η μεγαλύτερες στατιστικά σημαντικές μεταβολές στην αξιολόγηση της κινητικότητας, καταγράφηκαν στην κίνηση του Sac_Hip, όπου παρουσιάστηκε μία συνεχόμενη αύξηση. Αυτή η σημαντική μεταβολή, αθροιστικά με τις μικρές αλλαγές που εμφανίστηκαν στην κινητικότητα της ΘΜΣΣ και της ΟΜΣΣ, προκάλεσαν μία στατιστικώς σημαντική αύξηση στην κινητικότητα του Incl (Πίνακας 5).

Μετωπιαίο Επίπεδο: Δεν παρουσιάστηκε καμία στατιστικώς σημαντική μεταβολή του ROM του Sac_Hip σε όλους τους τύπους των μετρήσεων. Συγχρόνως, αν και το ROM της ΟΜΣΣ δεν παρουσίασε καμία μεταβολή που να αξιολογήθηκε ως στατιστικώς σημαντική, αξίζει να αναφερθεί η αύξηση των 4.2° που εμφανίστηκε στους 12 μήνες μετεγχειρητικά κατά την πλάγια κάμψη του κορμού προς τα αριστερά και η αύξηση των 2.3° κατά την πλάγια κάμψη προς τα δεξιά, συγκριτικά με τις προεγχειρητικές μετρήσεις. Οι στατιστικώς σημαντικές μεταβολές που καταγράφηκαν και στα δύο επίπεδα, παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 4. Αξιολογήσεις των σπονδυλικών κυρτωμάτων σε όλες τις θέσεις, σε οβελιαίο και μετωπιαίο επίπεδο.

		Σπονδυλικά Κυρτώματα				
		Προεγχειρητικά (μέση τιμή και SD)	3 μήνες (μέση τιμή SD)	6 μήνες (μέση τιμή και SD)	12 μήνες (μέση τιμή και SD)	
Οβελιαίο Επίπεδο	Όρθια Θέση	Sac_Hip	11.85 ^ο ±1.38 ^ο	11.15 ^ο ±1.38 ^ο	10.81 ^ο ±1.87 ^ο	10.58 ^ο ±1.82 ^ο
		ΘΜΣΣ	41.15 ^ο ±2.15 ^ο	43.23 ^ο ±2.09 ^ο	43.54 ^ο ±1.81 ^ο	44.85 ^ο ±2.22 ^ο
		ΟΜΣΣ	-18.96 ^ο ±2.1 ^ο	-18.42 ^ο ±2.2 ^ο	-19.96 ^ο ±2.05 ^ο	-19.92 ^ο ±2.06 ^ο
		Incl	4.85 ^ο ±1.15 ^ο	5.46 ^ο ±0.97 ^ο	3.88 ^ο ±1 ^ο	3.96 ^ο ±1.38 ^ο
	Πλήρης Κάμψη	Sac_Hip	39.38 ^ο ±3.76 ^ο	43.15 ^ο ±2.67 ^ο	57.15 ^ο ±2.34 * p=0.006, ¥ p<0.001	63.69 ^ο ±2.79 ^ο * p<0.001, ¥ p<0.001, ^ p=0.01
		ΘΜΣΣ	51.23 ^ο ±2.02 ^ο	54.69 ^ο ±2.33 ^ο	55.46 ^ο ±2.58 ^ο	54.23 ^ο ±2.5 ^ο
		ΟΜΣΣ	1.923 ^ο ±2 ^ο	-1.154 ^ο ±2.19 ^ο	2.88 ^ο ±1.8 ^ο	4.85 ^ο ±1.9 ^ο
		Incl	53.65 ^ο ±4.92 ^ο	56.65 ^ο ±4.92 ^ο	74.54 ^ο ±2.63 ^ο * p=0.013, ¥ p<0.001	82.31 ^ο ±3.21 ^ο * p<0.001, ¥ p<0.001, ^ p=0.004
	Πλήρης Έκταση	Sac_Hip	3.81 ^ο ±1.34 ^ο	4.58 ^ο ±1.5 ^ο	1.31 ^ο ±1.97 ^ο	-0.65 ^ο ±1.74 ^ο * p=0.026, ¥ p=0.003
		ΘΜΣΣ	35.12 ^ο ±2.6 ^ο	33.42 ^ο ±2.2 ^ο	31.81 ^ο ±2.7 ^ο	29.69 ^ο ±3.19 ^ο
		ΟΜΣΣ	-20.23 ^ο ±2.04 ^ο	-21 ^ο ±2.42 ^ο	-21.46 ^ο ±2.33 ^ο	20.08 ^ο ±2.2 ^ο
		Incl	-6.15 ^ο ±1.43 ^ο	-7.08 ^ο ±1.72 ^ο	-10.81 ^ο ±1.77 ^ο	-12.27 ^ο ±1.87 ^ο ¥ p=0.023
Μετωπιαίο Επίπεδο	Πλάγια Κάμψη Αριστερά	Sac_Hip	-2.66 ^ο ±0.7 ^ο	-1.78 ^ο ±0.7 ^ο	-4.26 ^ο ±0.63 ^ο ¥ p=0.02	-6.06 ^ο ±0.9 ^ο * p=0.01, ¥ p<0.001
		ΘΜΣΣ	21.36 ^ο ±2.09 ^ο	23.26 ^ο ±2.13 ^ο	26.41 ^ο ±2.36 ^ο	32.18 ^ο ±2.51 ^ο * p=0.002, ¥ p=0.008
		ΟΜΣΣ	8.91 ^ο ±1.22 ^ο	8.09 ^ο ±1.38 ^ο	9.08 ^ο ±0.97 ^ο	11.1 ^ο ±1.48 ^ο
		Incl	15.19 ^ο ±1.76 ^ο	13.44 ^ο ±1.29 ^ο	17.24 ^ο ±1.05 ^ο	21.94 ^ο ±2.09 ^ο * p=0.013, ¥ p=0.014
	Όρθια Θέση	Sac_Hip	0.98 ^ο ±0.56 ^ο	2.96 ^ο ±0.82 ^ο	0.07 ^ο ±0.58 ^ο	-0.13 ^ο ±0.55 ^ο
		ΘΜΣΣ	-5.38 ^ο ±1.05 ^ο	-1.26 ^ο ±3.01 ^ο	-3.02 ^ο ±0.97 ^ο	-3.56 ^ο ±0.69 ^ο
		ΟΜΣΣ	2.93 ^ο ±0.57 ^ο	3.97 ^ο ±0.6 ^ο	2.45 ^ο ±0.64 ^ο	1.96 ^ο ±0.66 ^ο
		Incl	0.66 ^ο ±0.6 ^ο	1.86 ^ο ±1.47 ^ο	1.15 ^ο ±0.47 ^ο	1.15 ^ο ±0.53 ^ο
	Πλάγια Κάμψη Δεξιά	Sac_Hip	6.57 ^ο ±1 ^ο	6.22 ^ο ±1.09 ^ο	5.02 ^ο ±1.14 ^ο	6.7 ^ο ±1.27 ^ο
		ΘΜΣΣ	-26.39 ^ο ±1.58 ^ο	-26.18 ^ο ±3.03 ^ο	-30.26 ^ο ±1.44 ^ο	-30.51 ^ο ±2.34 ^ο
		ΟΜΣΣ	-5.5 ^ο ±0.91 ^ο	-5.42 ^ο ±1.19 ^ο	-7.12 ^ο ±0.89 ^ο	-8.77 ^ο ±1.14 ^ο
		Incl	-16.4 ^ο ±1.33	-16.39 ^ο ±0.99 ^ο	-17.77 ^ο ±1.14 ^ο	-20.6 ^ο ±1.52 ^ο

Στατιστικώς σημαντικές διαφορές: σύγκριση * με προεγχειρητική αξιολόγηση, ¥ με αξιολόγηση 3-μήνου και ^ με αξιολόγηση 6-μήνου

Πίνακας 5. Στατιστικώς σημαντικές μεταβολές στην κινητικότητα της ΣΣ, σε οβελιαίο και μετωπιαίο επίπεδο, μεταξύ των επανεξετάσεων.

			Κινητικότητα ΣΣ				
			6 με προεγγ.	12 με προεγγ.	6 με 3 μήνες	12 με 3 μήνες	12 με 6 μήνες
Οβελιαίο Επίπεδο	AF 95% CI	Sac_Hip	p=0.001 (5.974, 31.410)	p<0.001 (14.026, 37.282)	p<0,001 (5.631, 23.215)	p<0.001 (11.625, 31.144)	p=0.04 (0.212, 13.711)
		OMΣΣ				p=0.01 (1.281, 13.796)	
		Incl	p=0.012 (3.397, 39.988)	p<0.001 (10.970, 48.184)	p<0.001 (9.454, 28.699)	p<0.001 (15.976, 37.947)	p=0.007 (1.606, 14.164)
	AE 95% CI	Sac_Hip				p=0.025 (0.387, 8.767)	
		Incl		p=0.012 (0.849, 9.766)			
	FE 95% CI	Sac_Hip	p=0.003 (5.571, 35.121)	p<0.001 (16.063, 41.322)	p=0.001 (5.926, 28.535)	p<0.001 (15.312, 35.842)	p=0.025 (0.697, 15.995)
Incl		p=0.011 (4.307, 46.617)	p<0.001 (14.099, 55.824)	p<0.001 (9.540, 33.229)	p<0.001 (18.018, 43.751)	p=0.005 (2.122, 16.878)	
Μετωπιαίο Επίπεδο	SL 95% CI	ΘΜΣΣ		p=0.016 (1.157, 16.835)			
		Incl		p=0.017 (0.763, 11.763)			
	SR 95% CI	ΘΜΣΣ	p=0.022 (0.616, 11.843)				
	LR 95% CI	ΘΜΣΣ		p=0.009 (2.769, 27.119)			
		Incl		p=0.021 (1.109, 20.809)		p=0.03 (0.708, 21.900)	

Οβελιαίο Επίπεδο: Το AF αντιστοιχεί στην κίνηση της ΣΣ κατά τη μετακίνησή της από την όρθια θέση στην πλήρη κάμψη, το AE από την όρθια θέση στην πλήρη έκταση και το FE από την πλήρη κάμψη στην πλήρη έκταση. Μετωπιαίο Επίπεδο: Το SL αντιστοιχεί στην κίνηση της ΣΣ από την όρθια θέση στην πλάγια κάμψη αριστερά, το SR από την όρθια θέση στην πλάγια κάμψη δεξιά και το LR αντιπροσωπεύει το συνολικό ROM από την πλάγια κάμψη αριστερά στην πλάγια κάμψη δεξιά.

Σύγκριση OM2 με OE

Όλες οι παράμετροι του Spinal Mouse για την OM2, που καταγράφηκαν στην τελική αξιολόγηση στους 12 μήνες, συγκρίθηκαν με τις αντίστοιχες παραμέτρους που καταγράφηκαν για την OE. Απώτερος στόχος ήταν να εκτιμηθεί το κατά πόσο και για ποιες παραμέτρους η μορφολογία και η κινητικότητα της ΣΣ, των ατόμων που είχαν υποβληθεί σε οπίσθια σπονδυλοδεσία, πλησίαζε τα επίπεδα της κινητικότητας και της μορφολογίας των υγιών ατόμων (OE).

Οβελιαίο επίπεδο: Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προκύπτει, πως η ΘΜΣΣ της ΣΣ της OM2 δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές συγκριτικά με τη μορφολογία και την κινητικότητα της ΘΜΣΣ της OE, στις περισσότερες παραμέτρους. Συγκεκριμένα, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μορφολογία του κυρτώματος τόσο στην όρθια θέση ($p=0.128$), όσο και στη θέση της πλήρους έκτασης ($p=0.150$). Επίσης, δεν παρουσιάστηκαν διαφορές στην κινητικότητα της ΘΜΣΣ, σε όλες τις καταγραφές: Από την όρθια θέση στην πλήρη κάμψη ($p=0.218$), από την όρθια θέση στην πλήρη έκταση ($p=0.337$) και από την πλήρη κάμψη στην πλήρη έκταση ($p=0.833$). Επίσης, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων για το Sac_Hip στη θέση της πλήρους κάμψης ($p=0.063$) και στην κινητικότητα από την όρθια θέση στην πλήρη έκταση ($p=0.110$) και για το Incl στην όρθια θέση ($p=0.150$) και στην κίνηση από την όρθια θέση στην πλήρη έκταση ($p=0.106$).

Από την άλλη όμως, αξίζει να επισημάνουμε πως η ΟΜΣΣ σε όλες τις θέσεις (Auf, Flex, Ext) και σε όλες τις μετρήσεις κινητικότητας (AF, AE, FE) παρουσίασε μεγάλες στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων, με $p<0.001$ για όλες τις μετρήσεις.

Μετωπιαίο επίπεδο: Ομοίως με πριν και στο μετωπιαίο επίπεδο η ΟΜΣΣ παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων, σε όλες τις παραμέτρους που αξιολογήθηκε: Όρθια θέση $p<0.001$, πλάγια κάμψη αριστερά $p<0.001$, πλάγια κάμψη δεξιά $p=0.002$, SL $p=0.04$, SR $p<0.001$ και LR $p<0.001$. Επίσης, στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων παρουσιάστηκαν στη όρθια θέση για το Sac_Hip $p=0.001$ και το θωρακικό κύρτωμα $p=0.001$. Το Incl εμφάνισε στατιστικά σημαντικές διαφορές στην πλάγια κάμψη δεξιά $p=0.004$, στην SL ($p=0.016$) και στην LR ($p=0.042$). Οι υπόλοιπες δεκατρείς παράμετροι, δεν εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της OE και της κατάστασης της OM2 στους 12 μήνες.

Ερωτηματολόγια

SF-36 PCS και SF-36 MCS: Κατά την αξιολόγηση της ποιότητας ζωής, αναφορικά με τη σωματική κατάσταση, καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις μεταξύ όλων των επανεξετάσεων. Από την άλλη για την ψυχολογική κατάσταση, παρουσιάστηκε μία μεγάλη βελτίωση στους 3 μήνες συγκριτικά με την προεγχειρητική αξιολόγηση, η οποία και διατηρήθηκε με μικρές βελτιώσεις και στις υπόλοιπες επανεξετάσεις. Για το λόγο αυτό παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις, μόνο εν συγκρίσει με την προεγχειρητική αξιολόγηση.

ODI: Στην αξιολόγηση της λειτουργικής κατάστασης των ασθενών παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές μειώσεις στην κλίμακα αξιολόγησης, μεταξύ όλων των επανεξετάσεων και επομένως, βελτίωση της κατάστασης των ασθενών.

VAS-back και VAS-leg: Η αίσθηση του πόνου της μέσης και των κάτω άκρων εμφάνισε στατιστικά σημαντική μείωση σε όλες τις αξιολογήσεις.

Οι μέσες τιμές και οι στατιστικά σημαντικές αλλαγές που καταγράφηκαν σε όλα τα ερωτηματολόγια, παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.

Επίπεδα σπονδυλοδεσίας

Όλες οι παράμετροι που αξιολογήθηκαν με το Spinal Mouse και τα αποτελέσματα όλων των ερωτηματολογίων, όπως αυτά καταγράφηκαν στην τελική αξιολόγηση στους 12 μήνες, συσχετίστηκαν με τον αριθμό των σπονδύλων που συμπεριλαμβάνονταν στη σπονδυλοδεσία, με σκοπό να αξιολογηθεί το αν και κατά ο αριθμός των επιπέδων της σπονδυλοδεσίας επηρεάζουν κάποιον από τους παραπάνω παράγοντες.

Από τα αποτελέσματα προέκυψε, πως κανένας από τους παράγοντες που αξιολογήθηκαν δεν παρουσίαζε πάρα πολύ ισχυρή ($0.85 \leq |r| \leq 1$) ή πολύ ισχυρή ($0.7 \leq |r| < 0.85$) γραμμική συσχέτιση με τον αριθμό των σπονδύλων που σταθεροποιούνταν με τη σπονδυλοδεσία.

Ισχυρή γραμμικής συσχέτιση ($0.5 \leq |r| < 0.7$) εμφανίστηκε για το SF-36 PCS (0.502), για το VAS back (0.534) και για την ΟΜΣΣ στη θέση της πλήρους έκτασης (0.544) (στο οβελιαίο επίπεδο μόνο).

Επίσης, στο οβελιαίο επίπεδο μέτρια γραμμική συσχέτιση ($0.35 \leq |r| < 0.5$), εμφανίστηκε για την ΟΜΣΣ στην όρθια θέση (0.379) και στη μέτρηση της κινητικότητας από FE (0.426). Επίσης, μέτρια γραμμική συσχέτιση στο ίδιο επίπεδο, εμφανίστηκε για τη συνολική κίνηση του κορμού στην όρθια θέση (0.490), στη θέση της πλήρους έκτασης (0.479), στην καταγραφή της κινητικότητας από AF (0.403) και στην αξιολόγηση του συνολικού ROM από FE (0.389).

Στο μετωπιαίο επίπεδο μέτρια γραμμική συσχέτιση εμφανίστηκε μόνο για το θωρακικό κύρτωμα στη θέση της πλάγιας κάμψης αριστερά (0.428) και στην αξιολόγηση του ROM από SL (0.416) και LR (0.404). Όλες οι άλλες παράμετροι σε συσχέτιση εμφάνισαν ασθενή γραμμική συσχέτιση ($|r| < 0.3$).

Διαγνωστική αξία της μεθόδου

Από την επιλογή των μέσων σημείων των τιμών των παραμέτρων του Spinal Mouse, δημιουργήθηκαν σειρές από διαχωριστικά όρια (cut-off values). Για κάθε πιθανό διαχωριστικό όριο, υπολογίστηκε η αντίστοιχη ειδικότητα (1-specificity) και ευαισθησία (sensitivity), ως ποσοστό βάσει των αληθώς θετικών και ψευδώς αρνητικών περιστατικών. Κάθε ζευγάρι ευαισθησίας και ειδικότητας αποτελεί τις συντεταγμένες x και y ενός σημείου. Το σημείο με την μεγαλύτερη απόσταση από την διαγώνιο (non-discrimination line), αντιστοιχεί στο βέλτιστο σημείο διαχωρισμού (optimum trade-off) μεταξύ των αληθώς θετικών και ψευδώς αρνητικών τιμών του Spinal Mouse ($\delta = [(1-\text{specificity})-\text{sensitivity}] / \text{sqrt}(2)$).

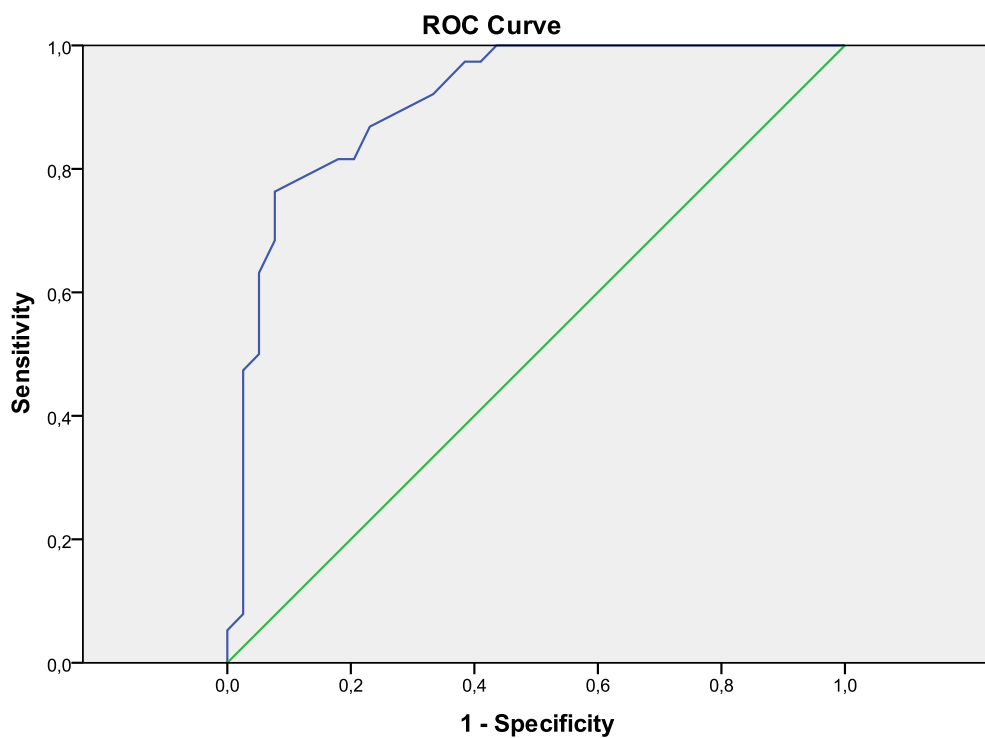
Επίσης, για κάθε καμπύλη ROC υπολογίστηκε η επιφάνεια κάτω από την καμπύλη (area under curve-AUC), η οποία ισούται με το εμβαδό του επίπεδου σχήματος κάτω από την καμπύλη. Η περιοχή αυτή μας δίνει το ποσοστό της διαγνωστικής αξίας. Όταν η AUC παίρνει τιμές που πλησιάζουν το 100% (ή το 1), αυτό συνεπάγεται πως η μέθοδος έχει μεγάλη διαγνωστική αξία, ενώ αντίστοιχα τιμές ίσες ή μικρότερες του 0.5, αντιστοιχούν σε καμία προγνωστική ικανότητα.

Οι Εικόνες 11 και 12 παρουσιάζουν τις δύο πιο αντιπροσωπευτικές γραφικές αναπαραστάσεις της ανάλυσης ROC για δύο παραμέτρους της ΟΜΣΣ. Στον Πίνακα 7, παρουσιάζονται τα είδη των μετρήσεων για τα οποία η μέθοδος εμφανίζει διαγνωστική ικανότητα.

Πίνακας 6. Στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις από την ανάλυση των αποτελεσμάτων των ερωτηματολογίων SF-36 PCS, SF-36 MCS, ODI, VAS-back και VAS-leg.

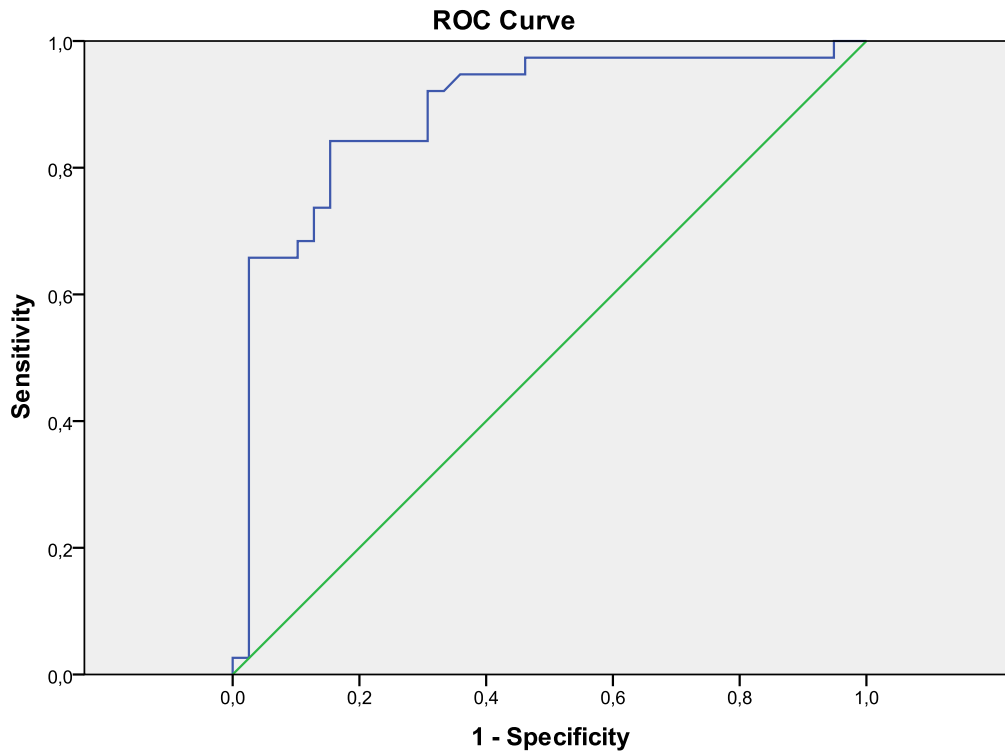
		SF-36 PCS	SF-36 MCS	ODI	VAS-back	VAS-leg
Μέση τιμή και SD	Προεγχειρητικά	22.82±0.89	50.27±1.94	77.36%±2.81%	7.78±0.28	9.58±0.78
	3 μήνες	32.64±1.06	55.34±1.5	52.14%±2.82%	3.79±0.28	4.64±0.38
	6 μήνες	42.37±1.53	57.71±1.43	34.31%±3%	1.86±0.3	2.79±0.39
	12 μήνες	48.57±1.53	58.58±1.26	24.14%±3.02%	1.29±0.29	1.83±0.34
Σύγκριση μεταξύ επανεξιτάσεων	3 μήνες με προεγχειρητικά	p<0.001*	p=0.037*	p< 0.001*	p<0.001*	P<0.001*
	6 μήνες με προεγχειρητικά	p<0.001*	p=0.008*	p<0.001*	p<0.001*	p<0.001*
	12 μήνες με προεγχειρητικά	p<0.001*	p=0.004*	p<0.001*	p<0.001*	p<0.001*
	6 μήνες με 3 μήνες	p<0.001*	p=0.178	p<0.001*	p<0.001*	p<0.001*
	12 μήνες με 3 μήνες	p<0.001*	p=0.156	p<0.001*	p<0.001*	p<0.001*
	12 μήνες με 6 μήνες	P<0.001*	p=1.00	p<0.001*	p<0.001*	p=0.012*

Εικόνα 11. Καμπύλες ROC: Αληθώς θετικές (ευαισθησία) και ψευδώς θετικές (1-ειδικότητα) τιμές για την αξιολόγηση της ΟΜΣΣ στη θέση της πλήρους έκτασης σε οβελιαίο επίπεδο.



Diagonal segments are produced by ties.

Εικόνα 12. Καμπύλες ROC: Αληθώς θετικές (ευαισθησία) και ψευδώς θετικές (1-ειδικότητα) τιμές για την αξιολόγηση της κινητικότητας ΟΜΣΣ στο μετωπιαίο επίπεδο, κατά την κίνηση από την πλάγια κάμψη αριστερά στην πλάγια κάμψη δεξιά.



Diagonal segments are produced by ties.

Πίνακας 7. Τα αποτελέσματα της ROC ανάλυσης για τις μετρήσεις που εμφανίζουν διαγνωστική ικανότητα.

	Μετρήσεις	Βέλτιστη τιμή cut-off (°)	Ευαισθησία (%)	Ειδικότητα (%)	AUC (%)
Οβελιαίο Επίπεδο	ΟΜΣΣ σε θέση πλήρους έκτασης	-28,5	76,3	92,3	90,9
	Έκταση όλου του κορμού (Ext-Incl)	-15,5	94,7	66,7	83,8
	ΟΜΣΣ σε όρθια θέση	-27,5	78,9	69,2	79,7
	Κίνηση ΟΜΣΣ από όρθια θέση σε πλήρη έκταση	-6,5	89,5	61,5	78,4
	Κινητικότητα κορμού από όρθια θέση σε πλήρη έκταση (AE-Incl)	15,5	84,2	71,8	80,2
Μετωπιαίο Επίπεδο	ΟΜΣΣ σε πλάγια κάμψη δεξιά	-9,35	86,8	69,2	83,4
	Κάμψη του κορμού δεξιά (Right-Incl)	-20,1	84,2	79,5	87,1
	Κινητικότητα του κορμού από όρθια θέση σε πλάγια κάμψη αριστερά (SL-Incl)	-21,4	94,7	71,8	86,7
	Κίνηση της ΟΜΣΣ από πλάγια κάμψη αριστερά σε πλάγια κάμψη δεξιά	-21,25	84,2	84,6	88,8
	Κίνηση της ΟΜΣΣ από την όρθια θέση σε πλάγια κάμψη δεξιά	-11,35	81,6	79,5	87,6

3.3 Αποτελέσματα μετρήσεων σε άτομα με σπονδυλικά κατάγματα

Τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά της ΟΜ3 και της ΟΕ παρουσιάζονται στον Πίνακα 8. Από την ομάδα ΟΜ3, 23 άτομα οδηγήθηκαν προς χειρουργείο λόγω οστεοπορωτικών VF και 16 λόγω τραυματικών VF. Συνολικά 45 σπόνδυλοι εμφάνιζαν κάταγμα και αποκαταστάθηκαν. Ο αριθμός των σπονδύλων που εμφάνισαν κάταγμα σε κάθε επίπεδο, παρουσιάζεται στην Εικόνα 13. Τριάντα ένας ασθενείς αντιμετωπίστηκαν με ΒΚΡ και οι υπόλοιποι 8 με ΒΚΡ συν οπίσθια στερέωση.

Κυρτώματα ΣΣ

Οβελιαίο Επίπεδο: Οι στατιστικά σημαντικές μεταβολές εμφανίζονται κυρίως στις επανεξετάσεις στους 3, 6 και 12 μήνες συγκριτικά με την μέτρηση στις 15 μέρες μετεγχειρητικά. Βελτίωση στο κύρτωμα της ΘΜΣΣ εμφανίζεται μόνο κατά τη μέτρηση στη θέση της πλήρους έκτασης. Για την ΟΜΣΣ στατιστικά σημαντική αύξηση του κυρτώματος εμφανίζεται ήδη από τους 3 μήνες, συγκριτικά με τη μέτρηση στις 15 μέρες, η οποία στην όρθια θέση και στην πλήρη έκταση διατηρείται μέχρι τους 12 μήνες, ενώ στην πλήρη κάμψη συνεχίζει να έχει μία μικρή αύξηση μέχρι τους 12 μήνες. Αξίζει να σημειωθεί, πως στην όρθια θέση η οσφυϊκή λόρδωση ήταν $17,85^\circ$ στις 15 μέρες και αυξήθηκε σε $23,7^\circ$ στους 3 μήνες, παραμένοντας σχεδόν αμετάβλητη μέχρι τους 12 μήνες. Τέλος, στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις εμφανίζονται τόσο στη Sac_Hip, όσο και στο Incl.

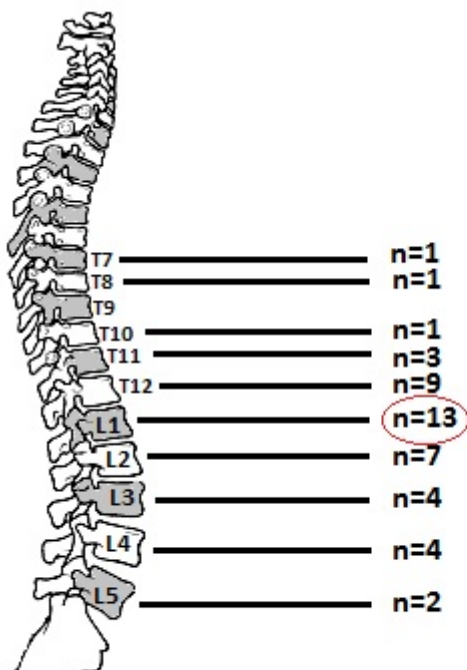
Μετωπιαίο Επίπεδο: Δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές αλλαγές στην όρθια θέση και για την ΟΜΣΣ και για την ΘΜΣΣ. Στις θέσεις της αριστερής και δεξιάς πλάγιας κάμψης οι μεγαλύτερες στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις για το θωρακικό κύρτωμα εμφανίζονται στους 6 μήνες, ενώ για το οσφυϊκό στους 12 εν συγκρίσει με την αξιολόγηση στις 15 μέρες

Οι στατιστικά σημαντικές μεταβολές που καταγράφηκαν στο οβελιαίο και στο μετωπιαίο επίπεδο παρουσιάζονται στον Πίνακα 9.

Πίνακας 8. Σωματομετρικά χαρακτηριστικά συμμετεχόντων.

		Ομάδα Μελέτης (ΟΜ3)	Ομάδα Ελέγχου (ΟΕ3)
Φύλο	Άρρεν	n=19 (48.7%)	n=17 (43.6%)
	Θήλυ	n=20 (51.3%)	n=22 (56.4%)
Ηλικία		57.15 (\pm 15.97)	51.82 (\pm 11.74)
Ύψος		1.66 (\pm 0.08)	1.69 (\pm 0.08)
Βάρος		74.26 (\pm 10.67)	73.03 (\pm 13.18)
ΒΜΙ		26.97 (\pm 3.58)	25.62 (\pm 3.55)

Εικόνα 13. Ο συνολικός αριθμός των καταγμάτων που παρουσιάστηκαν σε κάθε επίπεδο. Μεγαλύτερη συχνότητα κατάγματος (28,9%) εμφάνισε ο Ο1 (n=13 κατάγματα).



Πίνακας 9. Οι μετρήσεις των σπονδυλικών κυρτωμάτων σε όλες τις θέσεις.

		Κυρτώματα ΣΣ							
		3 μήνες με 15 μέρες	6 μήνες με 15 μέρες	12 μήνες με 15 μέρες	6 μήνες με 3 μήνες	12 μήνες με 3 μήνες	12 μήνες με 6 μήνες		
Οβελιαίο Επίπεδο	Όρθια θέση	Sac_ Hip	p<0.001 (2.650, 8.171)	p=0.006 (6.986, 8.143)	p=0.001 (1.458, 7.670)				
		ΟΜΣΣ	p=0.004 (1.484, 10.157)	p=0.045 (0.080, 10.176)	p=0.006 (1.318, 10.785)				
	Πλήρης κάμψη	Sac_ Hip	p<0.001 (19.884, 37.244)	p<0.001 (26.909, 47.604)	p<0.001 (34.533, 55.364)	p=0.026 (0.694, 16.691)	p<0.001 (7.962, 24.807)	p<0.001 (2.961, 12.424)	
		ΟΜΣΣ	p=0.047 (0.062, 14.246)	p<0.001 (5.360, 19.101)	p<0.001 (8.632, 22.958)		p=0.002 (2.679, 14.603)	p=0.012 (0.566, 6.562)	
		Incl	p<0.001 (24.067, 47.472)	p<0.001 (37.423, 60.116)	p<0.001 (47.613, 70.695)	p=0.006 (2.911, 23.089)	p<0.001 (12.627, 34.142)	p<0.001 (4.593, 16.177)	
	Πλήρης έκταση	Sac_ Hip			p=0.021 (0.683, 11.933)				
		ΘΜΣΣ			p=0.001 (3.293, 17.271)				
		ΟΜΣΣ	p=0.012 (1.011, 11.348)	p=0.037 (0.258, 12.357)					
		Incl	p<0.001 (6.204, 13.591)	p<0.001 (9.711, 17.519)	p<0.001 (11.853, 20.404)		p=0.049 (0.014, 7.422)	p=0.001 (2.263, 10.198)	
	Μετωπιαίο Επίπεδο	Ο Θ	Sac_ Hip		p=0.018 (0.631, 2.236)	p=0.003 (0.586, 3.660)		p=0.045 (0.021, 2.620)	
		Πλάγια κάμψη αριστερά	Sac_ Hip	p=0.009 (0.493, 4.815)	p<0.001 (2.331, 6.740)	p<0.001 (2.534, 8.153)		p=0.023 (0.254, 5.125)	
			ΘΜΣΣ	p<0.001 (6.342, 15.852)	p<0.001 (8.571, 20.352)	p<0.001 (10.744, 20.984)			
ΟΜΣΣ					p=0.015 (0.448, 6.040)				
Incl			p<0.001 (3.384, 10.129)	p<0.001 (6.000, 13.338)	p<0.001 (8.024, 15.458)		p=0.001 (1.559, 8.410)	p=0.039 (0.071, 4.073)	
Πλάγια κάμψη δεξιά		ΘΜΣΣ	p=0.010 (1.182, 12.243)	p<0.001 (4.855, 15.530)	p=0.001 (3.444, 15.320)				
		ΟΜΣΣ	p<0.001 (2.398, 8.402)	p<0.001 (5.082, 10.682)	p<0.001 (5.638, 12.300)	p=0.035 (0.114, 4.850)	p=0.002 (1.078, 6.061)		
		Incl	p<0.001 (3.048, 9.516)	p<0.001 (4.525, 10.485)	p<0.001 (5.205, 12.795)				

‡ ΟΘ=Όρθια Θέση P-value και CI 95%

Κινητικότητα ΣΣ

Οβελιαίο Επίπεδο: Στη σύγκριση των μετρήσεων που έγιναν στους 6 μήνες, με αυτές στους 3 μήνες, ελάχιστες παράμετροι εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι περισσότερες παράμετροι εμφάνισαν μία μεγάλη βελτίωση ήδη στους 3 μήνες. Χαρακτηριστική είναι η αύξηση του ROM της ΟΜΣΣ από την όρθια θέση στην πλήρη κάμψη, όπου στις 15 μέρες ήταν $7.9^{\circ} \pm 3.04^{\circ}$ και στην αξιολόγηση στους 3 μήνες ήταν $41,08^{\circ} \pm 2.95^{\circ}$. Άλλες παράμετροι αυξήθηκαν σημαντικά στους 3 μήνες και την επόμενη σημαντική βελτίωση την παρουσίασαν στους 12 μήνες. Για παράδειγμα στη μέτρηση από την πλήρη κάμψη στην πλήρη έκταση, το ROM της ΟΜΣΣ ήταν $7.31^{\circ} \pm 1.75^{\circ}$, το οποίο σχεδόν τριπλασιάστηκε στους 3 μήνες ($20.64^{\circ} \pm 2.74^{\circ}$) και τετραπλασιάστηκε ($28.9^{\circ} \pm 2.4^{\circ}$) στην τελική αξιολόγηση στους 12 μήνες. Επίσης, το ROM της ΘΜΣΣ από την όρθια θέση στην πλήρη έκταση από $5.72^{\circ} \pm 1.76^{\circ}$ που ήταν στις 15 μέρες, έφτασε τις $18.33^{\circ} \pm 1.83^{\circ}$ στους 12 μήνες.

Μετωπιαίο Επίπεδο: Σε καμία παράμετρο δεν υπήρξε στατιστικώς σημαντική μεταβολή στους 6 μήνες εν συγκρίσει με τους 3 μήνες. Οι περισσότερες βελτιώσεις καταγράφηκαν μετά τους 6 μήνες, όπως για παράδειγμα στην εκτίμηση της ΟΜΣΣ από την όρθια θέση στην πλάγια κάμψη αριστερά υπήρχε αύξηση του ROM σε $7.74^{\circ} \pm 0.68^{\circ}$ στους 6 μήνες, συγκριτικά με τις 15 μέρες που ήταν $3.43^{\circ} \pm 0.76^{\circ}$. Επίσης, κατά κύριο λόγο στατιστικά σημαντικές μεταβολές υπήρχαν μόνο στις συγκρίσεις με τις αξιολογήσεις στις 15 μέρες. Στη μέτρηση του ROM της ΟΜΣΣ από την όρθια θέση στην πλάγια κάμψη δεξιά, στους 12 μήνες καταγράφηκε αύξηση στις $11.37^{\circ} \pm 1.15^{\circ}$, συγκριτικά με τη μέση τιμή που καταγράφηκε στις 15 μέρες ($4.15^{\circ} \pm 0.83$). Ομοίως, το ROM της ΘΜΣΣ από την πλάγια κάμψη αριστερά προς την πλάγια κάμψη δεξιά, από $35.56^{\circ} \pm 2.47^{\circ}$ που ήταν στις 15 μέρες, σχεδόν διπλασιάστηκε στους 12 μήνες ($60.8^{\circ} \pm 3.02^{\circ}$).

Οι παράμετροι που εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επανεξετάσεων παρουσιάζονται στον Πίνακα 10.

Πίνακας 10. Στατιστικά σημαντικές μεταβολές της κινητικότητας σε οβελιαίο και μετωπιαίο επίπεδο.

		Κινητικότητα ΣΣ						
		3 μήνες με 15 μέρες	6 μήνες με 15 μέρες	12 μήνες με 15 μέρες	6 μήνες με 3 μήνες	12 μήνες με 3 μήνες	12 μήνες με 6 μήνες	
Οβελιαίο Επίπεδο	AF	Sac_Hip	p<0.001 (14.799, 31.611)	p<0.001 (23.021, 42.159)	p<0.001 (30.196, 50.625)	p=0.02 (1.066, 17.703)	p<0.001 (8.491, 25.920)	p=0.002 (2.201, 13.449)
		ΟΜΣΣ	p<0.001 (5.152, 20.848)	p<0.001 (10.427, 24.445)	p<0.001 (14.916, 28.673)		p=0.014 (1.299, 16.290)	p=0.045 (0.066, 8.652)
		Incl	p<0.001 (23.693, 47.999)	p<0.001 (37.717, 60.847)	p<0.001 (48.134, 71.763)	p=0.009 (2.567, 24.305)	p<0.001 (12.690, 35.515)	p<0.001 (4.251, 17.082)
	AE	Sac_Hip	p<0.001 (3.251, 11.056)	p<0.001 (4.388, 14.074)	p<0.001 (5.721, 16.074)			
		ΘΜΣΣ	p=0.048 (0.032, 12.532)		p<0.001 (5.577, 19.654)		p=0.03 (0.424, 12.242)	p=0.004 (1.623, 11.813)
		Incl	p<0.001 (6.382, 13.208)	p<0.001 (9.138, 16.913)	p<0.001 (11.200, 19.416)		p=0.003 (1.496, 9.529)	
	FE	Sac_Hip	p<0.001 (21.626, 39.143)	p<0.001 (30.750, 52.994)	p<0.001 (39.799, 69.714)	p=0.024 (1.047, 21.927)	p<0.001 (9.736, 32.007)	p<0.001 (4.311, 14.458)
		ΘΜΣΣ	p=0.034 (0.386, 14.486)		p<0.001 (5.390, 21.072)		p=0.039 (0.203, 11.386)	p=0.026 (0.546, 12.377)
		ΟΜΣΣ	p=0.001 (4.732, 21.934)	p<0.001 (11.454, 26.034)	p<0.001 (14.042, 29.128)		p=0.033 (0.465, 16.048)	
Μετωπιαίο Επίπεδο	SL	Sac_Hip		p=0.02 (0.297, 4.914)			p=0.032 (0.193, 6.248)	
		ΘΜΣΣ	p<0.001 (6.482, 15.800)	p<0.001 (8.196, 19.276)	p<0.001 (10.221, 20.666)			
		ΟΜΣΣ		p<0.001 (0.026, 4.867)	p<0.001 (2.068, 7.907)			
		Incl	p<0.001 (3.067, 9.472)	p<0.001 (5.573, 12.247)	p<0.001 (7.277, 14.502)		p=0.002 (1.316, 7.925)	
	SR	ΘΜΣΣ	p=0.004 (1.713, 11.625)	p<0.001 (5.342, 16.494)	p<0.001 (3.691, 15.914)			
		ΟΜΣΣ	p=0.002 (1.505, 8.177)	p<0.001 (2.433, 9.936)	p<0.001 (3.147, 11.304)			
		Incl	p<0.001 (3.214, 10.325)	p<0.001 (15.043, 11.485)	p<0.001 (5.900, 13.803)			
	LR	Sac_Hip		p=0.03 (0.209, 6.473)	p=0.013 (0.555, 8.804)			
		ΘΜΣΣ	p<0.001 (9.836, 25.784)	p<0.001 (16.901, 32.407)	p<0.001 (16.964, 33.526)			
		ΟΜΣΣ	p<0.001 (3.642, 10.881)	p<0.001 (6.106, 14.873)	p<0.001 (7.407, 17.019)		p=0.003 (1.379, 8.524)	
		Incl	p<0.001 (7.096, 18.981)	p<0.001 (11.021, 23.328)	p<0.001 (13.575, 27.907)		p=0.04 (1.860, 13.545)	

¥ P-value και CI 95%

Ερωτηματολόγια

ODI: Στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίστηκαν μεταξύ όλων των επανεξετάσεων με σημαντική μείωση της βαθμολογίας.

VAS: Μεταξύ των επανεξετάσεων καταγράφηκε στατιστικά σημαντική μείωση του πόνου μέχρι τους 6 μήνες, καθώς η αξιολόγηση στους 12 μήνες δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική μεταβολή συγκριτικά με αυτή του 6μήνου.

Οι μέσες τιμές και οι στατιστικά σημαντικές μεταβολές των ερωτηματολογίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 11.

Πίνακας 11. Στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις από την αξιολόγηση των ερωτηματολογίων ODI και VAS.

		ODI 95% CI	VAS-back 95% CI
Μέση τιμή και SD	15 μέρες	69.36%±1.45%	5.69±0.18
	3 μήνες	45.51%±1.97%	3.59±0.17
	6 μήνες	17.56%±1.65%	1.62±0.17
	12 μήνες	11.64%±1.69%	1.28±0.28
Σύγκριση Επανελέγγων	3 μήνες vs. 15 ημέρες	p< 0.001 (21.091, 28.601)	p<0.001 (1.783, 2.423)
	6 μήνες vs. 15 ημέρες	p<0.001 (47.386, 56.204)	p<0.001 (3.542, 4.612)
	12 μήνες vs. 15 ημέρες	p<0.001 (53.500, 61.936)	p<0.001 (3.704, 5.117)
	6 μήνες vs. 3 μήνες	p<0.001 (22.633, 31.264)	p<0.001 (1.419, 2.530)
	12 μήνες vs. 3 μήνες	p<0.001 (28.811, 36.933)	p<0.001 (1.576, 3.039)
	12 months vs. 6 months	p=0.005 (1.359, 10.487)	

Αξιολόγηση πόνου

Αν και η μέση τιμή του VAS στην αξιολόγηση των 15 ημερών ήταν 5.69±0.18, αξίζει να σημειωθεί πως όλοι οι συμμετέχοντες περιέγραψαν τον πόνο τους τουλάχιστον ως μέτριο, αφού οι αποκρίσεις τους ήταν από ≥4 έως 7 (n = 7 VAS 4, n=10 VAS 5, n=10 VAS 6, n=12 VAS 7). Στην αξιολόγηση των 3 μηνών, 20 συμμετέχοντες, των οποίων ο πόνος αν και

βελτιώθηκε ελαφρώς αλλά παρέμεινε ≥ 4 ταξινομήθηκαν στην ομάδα OM3χπ (Ομάδα Μελέτης 3 – χρόνιος πόνος) (VAS mean=4.45±0.605) και οι υπόλοιποι 19 των οποίων ο πόνος μειώθηκε < 4 κατατάχθηκαν στην OM3οπ (Ομάδα Μελέτης 3 – όχι πόνος) (VAS mean=2.68±0.582). Η διαφορά του πόνου (VAS) για τις δύο υπο-ομάδες στους 3 μήνες ήταν στατιστικά σημαντική ($p < 0.001$, 95% CI 1,38, 2.151). Επίσης, παρατηρήθηκε πως ήδη από την πρώτη αξιολόγηση στις 15 ημέρες οι συμμετέχοντες της OM3χπ παρουσίασαν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη μέση τιμή πόνου (6.55±0.605) συγκριτικά με τους συμμετέχοντες της OM3οπ (4.79±0.713) ($p < 0.001$, 95% CI 1.332, 2.188). Στην επαναξιολόγηση των 6 μηνών οι τιμές του VAS μειώθηκαν και για τις δύο υπο-ομάδες, αλλά δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Ωστόσο, στους 12 μήνες στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη αίσθηση του πόνου καταγράφηκε και πάλι για την OM3χπ, εν συγκρίσει με την OM3οπ ($p = 0.045$, 95% CI 0.24, 2.103). Στην τελική αξιολόγηση στους 12 μήνες, για 5 συμμετέχοντες από το σύνολο των 39 που ολοκλήρωσαν τη διαδικασία του πρωτοκόλλου (12.8%), ο πόνος παρέμεινε ≥ 4 .

Αναφορικά με την αξιολόγηση της λειτουργικής ανικανότητας (ODI) δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο υπο-ομάδων σε όλες τις επανεξετάσεις.

Διαφορές στη μορφολογία και την κινητικότητα της ΣΣ, ως προς τον πόνο

Βάση του διαχωρισμού των συμμετεχόντων στους 3 μήνες, σε αυτούς που είχαν χρόνια πόνο και σε αυτούς των οποίων ο πόνος μειώθηκε, έγινε συσχέτιση όλων των μορφολογικών και κινητικών παραμέτρων της ΣΣ της πρώτης αξιολόγησης στις 15 ημέρες και στα δύο επίπεδα, με στόχο να αναγνωριστούν οι όποιες πρώιμες διαφορές, οι οποίες θα μπορούσαν να αποτελέσουν προγνωστικό παράγοντα του χρόνιου πόνου.

Στο οβελιαίο επίπεδο, η OM3χπ εμφάνισε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη γωνία Sac_Hip στη θέση της πλήρους κάμψης ($p = 0.028$, 95% CI 1.726, 27.863), εν συγκρίσει με την OM3οπ. Στην αξιολόγηση της κινητικότητας, η OM3χπ παρουσίασε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο ROM συγκριτικά με την OM3οπ κατά την κίνηση από την όρθια θέση στη θέση της πλήρους κάμψης, τόσο στη Sac_Hip ($p = 0.04$, 95% CI 0.606, 24.142), όσο και στην Incl ($p = 0.041$, 95% CI 0.619, 28.876) (Εικόνα 14). Στο μετωπιαίο επίπεδο, μόνο η γωνία του Sac_Hip παρουσίασε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη μέση τιμή για την OM3χπ ($p = 0.003$,

95% CI 1.218, 5.390), συγκριτικά με την ΟΜ3οπ στη θέση της πλήρους πλάγιας κάμψης δεξιά (Εικόνα 15).

Σε όλες τις μετέπειτα αξιολογήσεις τα αποτελέσματα αντιστράφηκαν. Αν και στους 3 μήνες δεν παρουσιάστηκαν διαφορές μεταξύ των δύο υπο-ομάδων στο οβελιαίο επίπεδο, από την αξιολόγηση των 6 μηνών και έπειτα η ΟΜ3οπ άρχισε να εμφανίζει μεγαλύτερες μέσες τιμές από την ΟΜ3χπ. Πιο συγκεκριμένα, στην θέση της πλήρους κάμψης ο ΟΜ3οπ εμφάνισε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη μέση τιμή στην αξιολόγηση της ΟΜΣΣ συγκριτικά με την ΟΜ3χπ, τόσο στους 6 ($p=0.007$, 95% CI -19.999, -3.427), όσο και στους 12 μήνες ($p=0.004$, 95% CI -19.563, -4.127). Επίσης, το ROM της ΟΜΣΣ από την όρθια θέση στη θέση της πλήρους κάμψης ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο για την ΟΜ3οπ συγκριτικά με την ΟΜ3χπ στους 6 ($p=0.028$, 95% CI -18.114, -1.112) αλλά και στους 12 μήνες ($p=0.043$, 95% CI -16.740, -0.266). Ομοίως και το ROM της ΟΜΣΣ από την πλήρη κάμψη στην πλήρη έκταση ήταν μεγαλύτερο για την ΟΜ3οπ στους 6 ($p=0.023$, 95% CI -19.786, -1.567) και στους 12 μήνες ($p=0.01$, 95% CI -21.002, -3.003). Παρόμοια αποτελέσματα εμφανίστηκαν και στο μετωπιαίο επίπεδο. Στην επαναξιολόγηση στους 3 μήνες η ΟΜ3οπ παρουσίασε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερες μέσες τιμές συγκριτικά με την ΟΜ3χπ στη γωνία του Sac_Hip στην όρθια θέση ($p=0.021$, 95% CI 0.510, 5.794), στην ΟΜΣΣ ($p=0.049$, 95% CI -3.828, -0.008) και στο συνολικό Incl ($p=0.038$, 95% CI -2.298, 0.078) στην πλάγια κάμψη αριστερά, όπως και στο ROM της Sac_Hip από την όρθια θέση στην πλάγια κάμψη αριστερά ($p=0.012$, 95% CI 0.753, 5.780). Στους 6 και 12 μήνες στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερες μέσες τιμές για την ΟΜ3οπ καταγράφηκαν στη θέση της πλάγιας κάμψης αριστερά για το Incl ($p=0.004$, 95% CI -3.135, -0.656) και την ΟΜΣΣ ($p=0.022$, 95% CI -4.883, -0.411), αντίστοιχα.

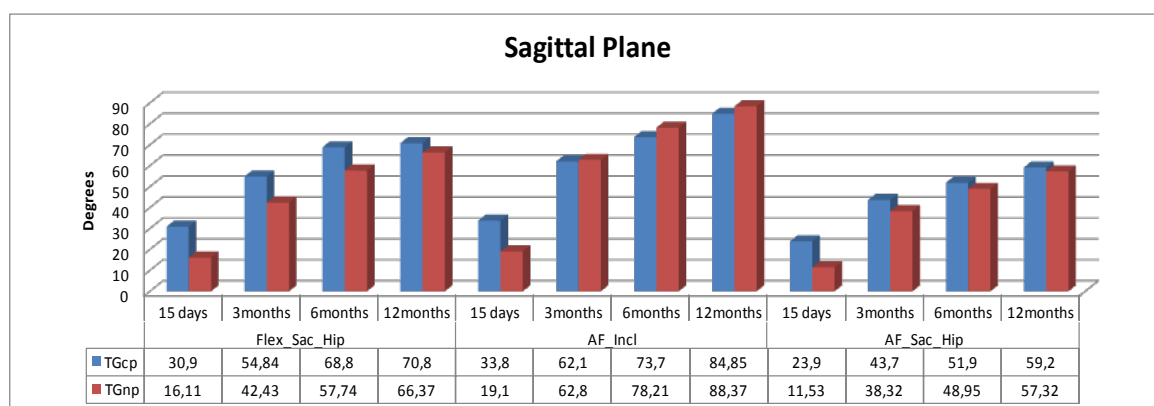
Συσχέτιση του πόνου με όλους τους άλλους παράγοντες

Δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο υπο-ομάδων ως προς το BMI και το βάρος. Ωστόσο, υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς το φύλο ($p=0.002$), αφού η ΟΜ3χπ είχε περισσότερες γυναίκες από την ΟΜ3οπ. Επίσης, τα άτομα που αποτελούσαν την ΟΜ3χπ ήταν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερης ηλικίας από την ΟΜ3οπ ($p=0.004$) και είχαν χαμηλότερο μέσο όρο ύψους ($p=0.001$).

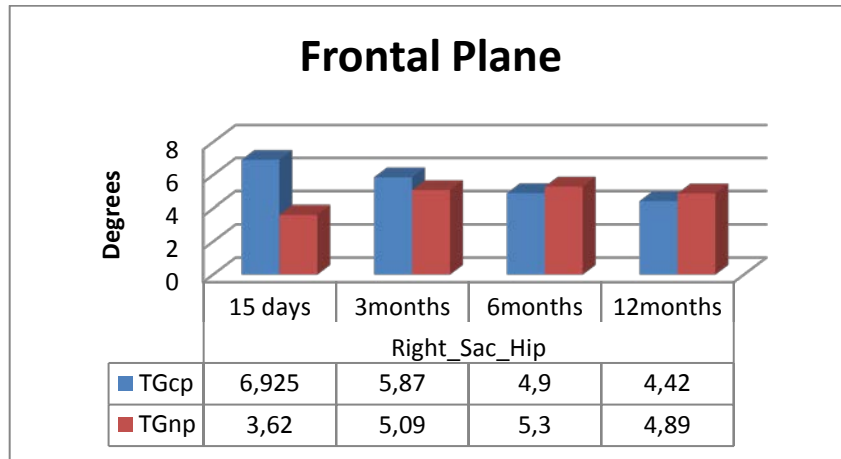
Επιπλέον, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων, ως προς τις ημέρες νοσηλείας (παραμονή στο νοσοκομείο) κατόπιν της επέμβασης, την περιοχή του χειρουργείου (ΟΜΣΣ, ΘΜΣΣ, ΘΟΜΣΣ) και τον αριθμό των σπονδύλων που αντιμετωπίστηκαν με ΒΚΡ. Στατιστικά σημαντική διαφορά ($p=0.013$) παρουσιάστηκε ως προς το είδος του κατάγματος, αφού οι περισσότεροι συμμετέχοντες της ΟΜ3χπ είχαν οστεοπορωτικό κάταγμα, ενώ της ΟΜ3οπ τραυματικό.

Επιπλέον, κατά τη συσχέτιση ως προς το είδος του κατάγματος, οι ασθενείς με οστεοπορωτικά VF στις 15 ημέρες βίωναν σημαντικά μεγαλύτερο πόνο ($p=0.007$, 95%CI -1.613, -0.278) από αυτούς που είχαν τραυματικό VF (Εικόνα 16). Στην Εικόνα 17 παρουσιάζεται η γραφική αναπαράσταση των αποκρίσεων ως προς την αίσθηση του πόνου στις 15 ημέρες των ασθενών με τραυματικά και οστεοπορωτικά VF.

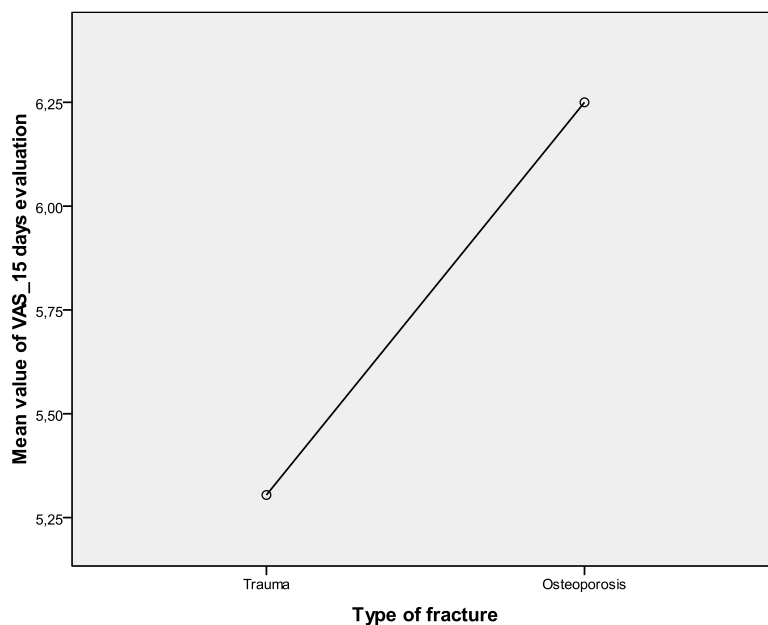
Εικόνα 14. Αναπαράσταση των παραμέτρων του οβελιαίου επιπέδου, οι οποίες εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο υπο-ομάδων στην πρώτη αξιολόγηση των 15 ημερών και η μετέπειτα εξέλιξή τους.



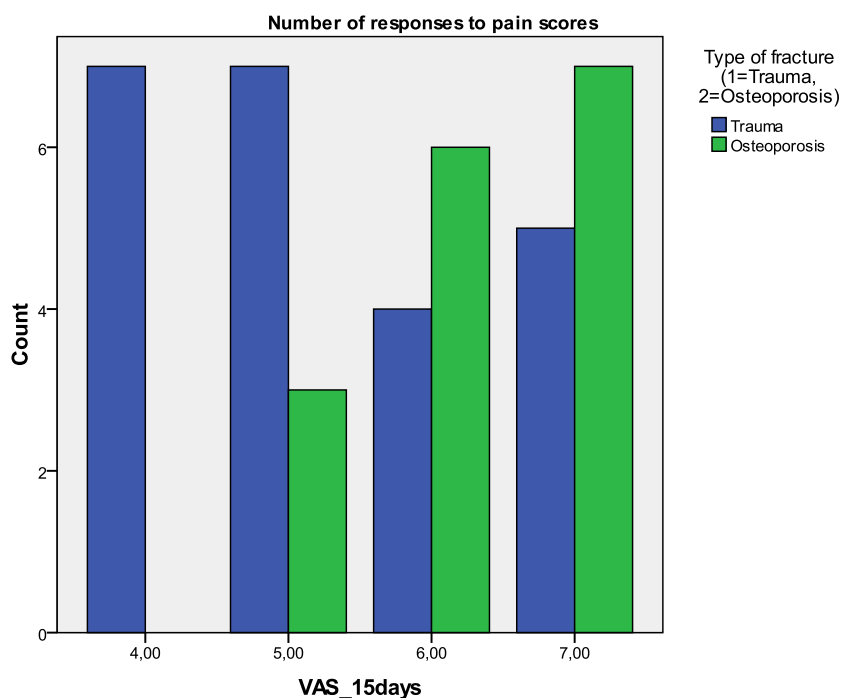
Εικόνα 15. Αναπαράσταση του πως οι τιμές της παραμέτρου (Right Sac_Hip) στο μετωπιαίο επίπεδο παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ των δύο υπό-ομάδων σε όλες τις αξιολογήσεις.



Εικόνα 16. Μέση τιμή πόνου που βίωσαν στην αξιολόγηση των 15 ημερών μετεγχειρητικά, ασθενείς που υπέστησαν τραυματικό και οστεοπορωτικό κάταγμα.



Εικόνα 17. Οι ασθενείς που υπέστησαν οστεοπορωτικό κάταγμα είχαν $VAS \geq 5$, με πιο ενδεδειγμένες τιμές πόνου $VAS=6$ and $VAS=7$. Από την άλλη, οι περισσότεροι ασθενείς με τραυματικό κάταγμα είχαν τιμές πόνου μόλις $VAS=4$ ή $VAS=5$.



Σύγκριση OM3 με OE

Στη σύγκριση των δύο ομάδων υπήρχαν αρκετές στατιστικά σημαντικές μεταβολές, οι οποίες παρουσιάζονται στον Πίνακα 12. Σε όλες τις αξιολογήσεις η OM3 υστερούσε της OE, εκτός από τις μετρήσεις του ROM του Sac-Hip στις θέσεις AF, AE και FE, όπου υπερτερούσε σημαντικά.

Πίνακας 12. Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της OM3 και της OE, βάση των μετρήσεων του Spinal Mouse (P-value και CI 95%).

		OM3 σύγκριση με OE			
		Sac_Hip	OMΣΣ	ΘMΣΣ	Incl
Οβελιαίο Επίπεδο	Όρθια θέση	p<0.001 (12.229, 16.950)	p<0.001 (26.426, 32.394)		
	Πλήρης κάμψη		p=0.001 (8.179, 16.077)		
	Πλήρης έκταση	p<0.001 (0.009, 6.778)	p<0.001 (29.364, 36.79)		
	AF	p<0.001 (47.359, 54.974)	p<0.001 (37.221, 45.728)		
	AE	p=0.002 (9.038, 13.372)	p<0.001 (1.599, 5.786)	p=0.015 (12.712, 17.8)	
	FE	p<0.001 (57.552, 67.318)	p<0.001 (39.682, 50.497)		
Μετωπιαίο Επίπεδο	Όρθια θέση	p<0.001 (0.293, 1.689)	p=0.001 (2.945, 4.575)	p=0.028 (4.731, 7.064)	p=0.003 (0.385, 1.384)
	Κάμψη αριστερά		p<0.001 (12.718, 15.69)		
	Κάμψη δεξιά	p=0.020 (4.805, 6.723)	p=0.001 (10.11, 13.78)		p<0.001 (20.739, 24.512)
	SL		p=0.002 (9.102, 11.786)		p=0.008 (19.963, 23.368)
	SR		p<0.001 (13.646, 17.765)		p<0.001 (12.023, 17.783)
	LR		p=0.005 (12.019, 18.543)	p<0.001 (32.62, 47.208)	p<0.001 (23.263, 34.014)

Σύγκριση απλής BKP με BKP και οπίσθια στερέωση

Τόσο στο οβελιαίο, όσο και στο μετωπιαίο επίπεδο για καμία παράμετρο, δεν παρουσιάστηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο μεθόδων θεραπευτικής αντιμετώπισης.

Σύγκριση οστεοπορωτικών και τραυματικών κατάγματων

Αναφορικά με το είδος κατάγματος στην τελική αξιολόγηση στους 12 μήνες, οι ασθενείς με οστεοπορωτικά κατάγματα παρουσίασαν στατιστικά σημαντικά μικρότερη μέση τιμή ($p=0.034$, 95% CI 1.549, 10.092) μόνο στο κύρτωμα της ΟΜΣΣ στη θέση της πλήρους κάμψης. Επίσης, τα άτομα με οστεοπορωτικά κατάγματα παρουσίασαν μικρότερες τιμές και στη μέτρηση του Incl στο μετωπιαίο επίπεδο στις θέσεις της πλάγια κάμψης αριστερά ($p=0.045$, 95% CI 18.624, 25.514) και στην όρθια θέση ($p=0.022$, 95% CI 0.903, 2.348). Τέλος, τα άτομα με τραυματικά κατάγματα εμφάνισαν στατιστικώς μικρότερη μέση τιμή ($p=0.002$, 95% CI 8.22%, 15.06%) στο ODI, γεγονός που σημαίνει ότι τα άτομα με οστεοπορωτικά κατάγματα έχουν υψηλότερο βαθμό λειτουργικής ανικανότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Συζήτηση

Συμπεράσματα

4. ΣΥΖΗΤΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

4.1 Αξιοπιστία και επαναληψιμότητα μεθόδου

Σε πολλά πεδία της ορθοπαιδικής και της αποκατάστασης δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στον προσδιορισμό της μορφολογίας και της κινητικότητας της ΣΣ ^[43,46]. Για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί πολλές μέθοδοι εκτίμησης και απεικόνισης της ΣΣ, είτε με χρήση ακτινοβολίας, είτε μη παρεμβατικές. Η συστάσεις για μείωση της έκθεσης του πληθυσμού σε ακτινοβολία, οδήγησαν στην ανάπτυξη αρκετών εναλλακτικών διατάξεων. Ωστόσο, οι περισσότερες από αυτές αδυνατούν να αξιολογήσουν ολόκληρη τη ΣΣ και συνήθως καταγράφουν είτε μόνο τη ΘΜΣΣ, είτε τη ΟΜΣΣ ^[70]. Αναφορικά με την εκτίμηση της κινητικότητας της ΣΣ, πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν και να καταγράφεται και η κίνηση του ιερού, ως κομμάτι της δομής και του μηχανισμού της ΣΣ ^[104].

Στην παρούσα μελέτη εξετάζεται η αξιοπιστία μίας νέας μεθόδου, του Spinal Mouse. Η συγκεκριμένη μέθοδος δίνει τη δυνατότητα αξιολόγησης της μορφολογίας και της κινητικότητας της ΘΜΣΣ, της ΟΜΣΣ, της Sac_Hip και ολόκληρου του κορμού ^[50,105,106].

Έως σήμερα η έρευνα πάνω στο Spinal Mouse είχε επικεντρωθεί στην αξιοπιστία μεταξύ εξεταστών (inter-rater reliability), μόνο στο οβελιαίο επίπεδο και κυρίως σε υγιή πληθυσμό και παιδιά ^[50,105,107]. Σε αντίθεση, η παρούσα μελέτη διερευνά την αξιοπιστία της μεθόδου σε ασθενείς με παθολογία της ΣΣ και συγκεκριμένα με οσφυαλγία και/ή ραχιαλγία, τόσο στο οβελιαίο όσο και στο μετωπιαίο επίπεδο.

Οβελιαίο Επίπεδο

Στο οβελιαίο επίπεδο, καταγράφηκε εξαιρετική αξιοπιστία. Τα αποτελέσματα αυτά, συμπίπτουν με εκείνα άλλων ερευνητών σε υγιή πληθυσμό ^[50,108] και σε άτομα με σπονδυλικά κατάγματα ^[105]. Από την άλλη, η αντίστοιχη αξιολόγηση σε παιδιά έδειξε ελαφρώς χαμηλότερη αξιοπιστία ^[107]. Τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να οφείλονται στη διαφορετική μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε κατά τις μετρήσεις στα παιδιά, όπως για παράδειγμα η μη τοποθέτηση σημαδιών στο δέρμα.

Στην παρούσα μελέτη, οι μόνες τιμές που εμφάνισαν μέτρια και χαμηλή αξιοπιστία αφορούν την κινητικότητα της ΘΜΣΣ από την όρθια θέση στην πλήρη κάμψη και από την όρθια θέση στην έκταση (AF και AE). Οι Mannion κ.α. (2004) ^[50], παρουσίασαν εξίσου χαμηλή αξιοπιστία ακριβώς στις ίδιες παραμέτρους. Μία πιθανή εξήγηση της χαμηλής αξιοπιστίας στις συγκεκριμένες αυτές μετρήσεις, στην προαναφερθείσα μελέτη και στη δικιά μας, θα μπορούσε να είναι ότι η εξαγωγή των τιμών για αυτές τις θέσεις δεν γίνεται άμεσα από τη μέτρηση που κάνει ο εξεταστής, αλλά έμμεσα από το λογισμικό της συσκευής. Συγκεκριμένα, οι Kellis κ.α. (2008) ^[107] τονίζουν, πως η φτωχή αξιοπιστία που καταγράφεται στην αξιολόγηση του ROM, μπορεί οφείλεται στην αδυναμία της μεθόδου να αξιολογήσει της αλλαγές του στην πάροδο του χρόνου. Βάση αυτού, η περαιτέρω μελέτη και διερεύνηση της κινητικότητας της ΘΜΣΣ για AF και AE κρίνεται απαραίτητη για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων.

Μετωπιαίο Επίπεδο

Η αξιοπιστία της μεθόδου στο μετωπιαίο επίπεδο ήταν ελαφρώς χαμηλότερη από αυτής που καταγράφηκε στο οβελιαίο. Τα καλύτερα αποτελέσματα εμφάνισε η μέτρηση της ΟΜΣΣ στις πλάγιες κάμψεις του κορμού αριστερά και δεξιά, καθώς και το Incl σε όλες τις θέσεις, πλην της όρθιας θέσης. Τα χειρότερα αποτελέσματα, επί του συνόλου των μετρήσεων σε όλες τις θέσης εμφάνισε η Sac_Hip. Αυτό, μπορεί να οφείλεται στο ότι είναι δύσκολο να εκτιμηθεί το αν οι εξεταζόμενοι κατανέμουν ισότιμα το βάρος και στα δύο πέλματα, όταν εκτελούν τις πλάγιες κάμψεις του κορμού. Για το λόγο αυτό σε επόμενες μελέτες, η χρήση ενός δυναμοδάπεδου θεωρείται απαραίτητη.

Βάση των αποτελεσμάτων στο μετωπιαίο επίπεδο, η παρούσα μέθοδος θα μπορούσε να αποτελεί ένα πολύ καλό εργαλείο αξιολόγησης των πλάγιων παραμορφώσεων της ΣΣ, όπως είναι η σκολίωση, καθώς και των διαταραχών της στάσης του σώματος ^[34,109].

Αξιοπιστία

Για την εκτίμηση της συσχέτισης των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε το ICC. Το SEM ουσιαστικά είναι η τυπική απόκλιση ενός σφάλματος το οποίο παρουσιάζεται κατά την πρόβλεψη μιας πραγματικής τιμής μίας μεμονωμένης

μέτρησης. Χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της αξιοπιστίας μιας απόλυτης μέτρησης, σε περιπτώσεις όπου το ICC εμφανίζεται ως σχετική και αδιάστατη μεταβλητή ^[101,110].

Παρά τα πολύ αυστηρά όρια αξιοπιστίας του Currier που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη ^[50], 22 από τις συνολικά 24 παραμέτρους στο οβελιαίο επίπεδο και 17 από τις 24 στο μετωπιαίο επίπεδο, εμφάνισαν υψηλή και καλή αξιοπιστία. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει την εγκυρότητα της μεθόδου για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της ΣΣ.

Για τον χαρακτηρισμό των ορίων αξιοπιστία, με εκτίμηση του ICC, υπάρχει μία άλλη μέθοδος κατά Fleiss, λιγότερο αυστηρή από αυτήν που χρησιμοποιήθηκε στη δική μας μελέτη. Σε αυτήν τη μέθοδο η τιμή cut-off μεταξύ άριστης και μέτριας προς καλής αξιοπιστίας είναι 0.75, ενώ ο διαχωρισμός από μέτρια σε φτωχή αξιοπιστία έχει τιμή 0.4 ^[111]. Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο, οι τιμές που αξιολογήθηκαν στην παρούσα μελέτη θα εμφάνιζαν ακόμα καλύτερα, σχεδόν άριστα αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα, στο οβελιαίο επίπεδο, όλες οι παράμετροι πλην μιας θα παρουσίαζαν άριστη αξιοπιστία και μόνο μία καλή προς μέτρια. Καμία παράμετρος δε θα παρουσίαζε φτωχή αξιοπιστία. Ομοίως, στο μετωπιαίο επίπεδο 21 από τις 24 παραμέτρους θα εμφάνιζαν άριστη αξιοπιστία, 2 καλή προς μέτρια και μόνο μία φτωχή.

Επίσης, οι Sleivert και Wenger (1994) ^[112] χαρακτηρίζουν το ICC με πιο αυστηρά όρια από αυτά του Fleiss, αλλά και πάλι πιο ευέλικτα σε σύγκριση με τα όρια του Currier που χρησιμοποιήσαμε. Πιο συγκεκριμένα, οι παραπάνω ερευνητές ορίζουν ως καλή αξιοπιστία το ICC με τιμές από 0.8-1.0, μέτρια από 0.6-0.79 και φτωχή για ICC με τιμές <0.6. Εφαρμόζοντας τα όρια των Sleivert και Wenger στις δικές μας μετρήσεις, καλή αξιοπιστία στο οβελιαίο επίπεδο παρουσιάζουν 22 παράμετροι και μέτρια μόνο 2. Αντίστοιχα, στο μετωπιαίο επίπεδο, καλή αξιοπιστία εμφανίζουν 18 από τους 24 παραμέτρους, μέτρια 4 παράμετροι και φτωχή μόλις 2.

Μία άλλη μελέτη, που διερευνά την inter-rater αξιοπιστία του Spinal Mouse, μόνο στο οβελιαίο επίπεδο, σε υγιή άτομα και σε άτομα με VF χωρίς νευρολογικές διαταραχές, αναφέρει ICC από 0.92-0.95 στις μετρήσεις που αφορούσαν τη συνολική κλίση του κορμού, την κάμψη και την έκταση. Στην ίδια μελέτη οι παράμετροι που αξιολογούσαν το ROM της ΣΣ στο οβελιαίο επίπεδο, από την πλήρη έκταση στην πλήρη κάμψη, παρουσίασαν ICC από 0.86-0.98 ^[105]. Ωστόσο, στην παρούσα μελέτη έγινε αξιολόγηση της αξιοπιστίας μεταξύ εξεταστών, ενώ στην δική μας μεταξύ μετρήσεων και επομένως τα αποτελέσματα δεν μπορούν να συγκριθούν. Γενικότερα, τα αποτελέσματα του ICC των διαφόρων μελετών ^[50,107]

θα ήταν λάθος να συσχετιστούν μεταξύ τους, καθώς κάθε μελέτη χρησιμοποιεί διαφορετική μεθοδολογία και πληθυσμό. Επίσης, δεν υπάρχει άλλη μελέτη προς όποια σύγκριση ή αναφορά, πέρα από τη δική μας που να διερευνά την αξιοπιστία των μετρήσεων στο μετωπιαίο επίπεδο.

Αναφορικά τώρα με τις άλλες μη παρεμβατικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της ΣΣ, το flexible curve παρουσιάζει τιμή ICC από 0.82-0.97, σε intra-rater αξιολόγηση. Ωστόσο, η συγκεκριμένη μέθοδος μπορεί να αξιολογήσει μόνο την ΟΜΣΣ και μόνο στο οβελιαίο επίπεδο. Επίσης, το μέγεθος του πληθυσμού που χρησιμοποιήθηκε για εκτίμηση της αξιοπιστίας ήταν περιορισμένο ^[113]. Μία άλλη μελέτη, που διερευνά τόσο την intra-examiner, όσο και την inter-examiner αξιοπιστία τριών ειδών ινκλινομέτρων, αναφέρει φτωχή intra-examiner και inter-examiner αξιοπιστία, κάτω από 0.90 για όλες τις μετρήσεις. Η συγκεκριμένη μέθοδος, επίσης αξιολογεί μόνο την ΟΜΣΣ ^[114]. Τέλος, μία άλλη μελέτη που εξετάζει ως όργανο μέτρησης το γωνιόμετρο (στη θέση κάμψης, έκτασης, πλάγιων κάμψεων και στροφής), μόνο για την ΟΜΣΣ και μόνο στο οβελιαίο επίπεδο, συγκριτικά με το διπλό ινκλινόμετρο και τη μέθοδο Shober, καταδεικνύει πως τόσο η intra-examiner, όσο και η inter-examiner αξιοπιστίας του γωνιομέτρου, ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότερη εν συγκρίσει με τις άλλες μεθόδους σε όλες τις κινήσεις. Συγκεκριμένα, η ICC εμφάνισε τιμές από 0.76 έως 0.84. Σε όλες τις μετρήσεις εν συγκρίσει με το ινκλινόμετρο και τη μέθοδο Shober, εκτός από την κάμψη, το γωνιόμετρο φάνηκε να έχει στατιστικά πιο μικρή αξιοπιστία ($p \leq 0.025$) ^[115].

4.2 Σπονδυλική στένωση – Σπονδυλοδεσία

Τα τελευταία χρόνια όλο και μεγαλύτερη έμφαση δίνεται στην αξιολόγηση της κινητικότητας και της μορφολογίας της ΣΣ και στη συσχέτιση αυτών με την οσφυαλγία και άλλες παθήσεις. Η αξιολόγηση της μορφολογίας, του ROM και της λειτουργικότητας της ΣΣ έχουν ενταχθεί στην κλινική εξέταση των ασθενών, με στόχο τη διάγνωση και την αξιολόγηση της ανικανότητας απόκρισης στις καθημερινές ασχολίες ^[116,117]. Συνάμα, η αύξηση του μέσου όρου της ηλικίας του πληθυσμού (προσδόκιμο ζωής) έχει σαν αποτέλεσμα όλο και περισσότεροι άνθρωποι να βιώνουν την εμπειρία της οσφυαλγίας, της σπονδυλικής στένωσης και των συνοδών τους συμπτωμάτων. Η σπονδυλική στένωση, αποτελεί ολόένα και

πιο συχνή αιτία για πόνο και ανικανότητα, ενώ συγχρόνως είναι η κυριότερη ένδειξη για χειρουργική επέμβαση στη ΣΣ.

Για τους παραπάνω λόγους, αναπτύσσονται όλο και περισσότερα τεχνολογικά εργαλεία για την αξιολόγηση της ΣΣ. Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε ένα σχετικά νέο εργαλείο, το οποίο κατέγραφε τη σπονδυλική στήλη από το A7 έως το I2-I3, με στόχο να αξιολογήσει τις μεταβολές της ΣΣ ασθενών που υποβλήθηκαν σε οπίσθια σπονδυλοδεσία, λόγω σπονδυλικής στένωσης, ενώ ταυτόχρονα εξετάστηκε και η διαγνωστική ικανότητα της συγκεκριμένης μεθόδου.

Σπονδυλικά κυρτώματα οβελιαίο επίπεδο

Στην παρούσα μελέτη η OM2 στην πορεία των επανεξετάσεων αν και παρουσίασε κάποιες μεταβολές, τόσο στα θωρακικά και οσφυϊκά κυρτώματα, όσο και στη Sac_Hip, εντούτοις αυτές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι μεταβολές $1^{\circ}, 2^{\circ}$ ή 3° μοιρών, αν και προκαλούν αλλαγές στη στατική δομή της ΣΣ, δεν εκλαμβάνονταν ως σημαντικές κατά τη στατιστική ανάλυση. Αυτό που αξίζει να παρατηρήσουμε είναι η μειωμένη λόρδωση της ΟΜΣΣ που παρατηρήθηκε στους ασθενείς, η οποία αν και βελτιώθηκε μετά τους έξι μήνες, εντούτοις παρέμεινε $<20^{\circ}$. Η μειωμένη λόρδωση, πιθανόν να οφείλεται σε συνδυασμό παραγόντων. Αρχικώς είναι γνωστό πως με τη γήρανση της ΣΣ υπάρχει μείωση της οσφυϊκής λόρδωσης^[118] και στην παρούσα μελέτη συμμετείχαν άτομα με μέσο όρο ηλικίας 58.16 ± 13.92 έτη. Επίσης, ο παρασπονδυλικός μυϊκός σπασμός που παρατηρείται σε άτομα με οσφυαλγία και σε άτομα με θετικό ιστορικό σπονδύλωσης, είναι υπεύθυνος για τη μείωση της φυσιολογικής λόρδωσης^[119]. Οι δύο αυτοί παράγοντες μπορούν να αιτιολογήσουν, την προεγχειρητική μειωμένη λόρδωση ($-18.89^{\circ} \pm 2.1^{\circ}$), η οποία μειώθηκε κι άλλο στην πρώτη μετεγχειρητική μέτρηση (3 μήνες) και στη συνέχεια αυξήθηκε ελαφρώς στους έξι μήνες ($-19.96^{\circ} \pm 2.05^{\circ}$), παραμένοντας σταθερή στην τελική αξιολόγηση του έτους. Η πορεία αυτή, της αρχικής μείωσης και στη συνέχεια της αύξησης της λόρδωσης, παρατηρείται και από άλλους ερευνητές που εξετάζουν την οπίσθια σπονδυλοδεσία της ΟΜΣΣ^[120]. Ωστόσο, το ότι ακόμα και στους 12 μήνες μετεγχειρητικά η οσφυϊκή λόρδωση παρέμεινε $<20^{\circ}$, οφείλεται στην χρήση του συστήματος σταθεροποίησης με τη χρήση ράβδων στην επεμβατική τεχνική που επιλέχτηκε^[58,120]. Χαρακτηριστικά, οι Boos και Webb (1997)^[58] αναφέρουν, πως αν και η αποσυμπίεση με σπονδυλοδεσία, υπερισχύει της απλής αποσυμπίεσης, αναφορικά με τη σταθερότητα της ΣΣ, τον πόνο και τη

μετεγχειρητική ικανοποίηση των ασθενών, εντούτοις η χρήση ράβδων και ειδικά αν η σπονδυλοδεσία περιλαμβάνει και υγιή κινητικά σπονδυλικά τμήματα, μειώνει την οσφυϊκή λόρδωση.

Στη Sac_Hip δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές μεταβολές. Οι τιμές που σημειώθηκαν από $10.58^{\circ} \pm 1.82^{\circ}$ έως $11.85^{\circ} \pm 1.38^{\circ}$ είναι ελαφρώς μικρότερες από αυτές άλλων μελετών, οι οποίες ωστόσο διεξήχθησαν είτε σε υγιή πληθυσμό ($12.3^{\circ} \pm 5.9^{\circ}$) ^[104], είτε σε άτομα με απλή οσφυαλγία, όπου καταγράφονται δεδομένα ξεχωριστά για τις γυναίκες (14.3 ± 7.5) και για τους άντρες (13.6 ± 7.1). Η μικρότερη γωνία που παρατηρήθηκε, συσχετίζεται άμεσα και με τις μικρότερες τιμές που εμφάνισε η λόρδωση της ΟΜΣΣ, καθώς είναι γνωστό πως οι δύο αυτές παράμετροι, η γωνία της λόρδωσης της ΟΜΣΣ και η γωνία του ιερού με το κέντρο των μηριαίων κεφαλών συσχετίζονται ανάλογα, και όσο μικραίνει η μία, μικραίνει και η άλλη ^[121].

Τέλος, η θωρακική κύφωση κυμάνθηκε σε φυσιολογικά όρια παρουσιάζοντας μια σταδιακή αύξηση από $41.15^{\circ} \pm 2.15^{\circ}$ προεγχειρητικά, έως $44.85^{\circ} \pm 2.22^{\circ}$ στους 12 μήνες. Στη μελέτη των Chaleat-Valayer κ.α. (2011) ^[122] αναφέρεται, πως ο μέσος όρος του θωρακικού κυρτώματος σε υγιή πληθυσμό χωρίς διαταραχές στη ΣΣ είναι $50.1^{\circ} \pm 10.4^{\circ}$, ενώ σε άτομα με οσφυαλγία η γωνία της κύφωσης μειώνεται με μέσο όρο $46.7^{\circ} \pm 18.3^{\circ}$. Αντίστοιχα, σε άλλη μελέτη σε άτομα με απλή οσφυαλγία, ο μέσος όρος του θωρακικού κυρτώματος (TK) ήταν σημαντικά μικρότερος $36.9^{\circ} \pm 8.9^{\circ}$ ^[69]. Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφέρουμε, πως μπορεί η οσφυϊκή λόρδωση (LL), συνδυαστικά με τη Sac-Hip γωνία (PI), να εμφάνισαν μειωμένες τιμές συγκριτικά πάντα είτε με υγιή πληθυσμό, είτε με άτομα με οσφυαλγία, τα οποία ωστόσο δεν είχαν υποβληθεί σε καμία χειρουργική επέμβαση, ωστόσο η ΣΣ ως άθροισμα του συνόλου των κυρτωμάτων που την αποτελούν εμπίπτει στη φόρμουλα του Kim, σύμφωνα με την οποία για μία καλά ισορροπημένη ΣΣ σε οβελιαίο επίπεδο ισχύει ο παρακάτω τύπος: $PI+LL+TK \leq 45^{\circ}$ ^[123].

Σπονδυλικά κυρτώματα μετωπιαίο επίπεδο

Οι περισσότερες μελέτες διερευνούν τη ΣΣ μόνο στο οβελιαίο επίπεδο. Αν και υπάρχουν μελέτες που διερευνούν και το μετωπιαίο επίπεδο, αυτές αφορούν αποκλειστικά και μόνο περιπτώσεις σκολίωσης ^[124,125]. Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, δε βρέθηκε καμία μελέτη, η οποία να διερευνά το μετωπιαίο επίπεδο της ΣΣ, ατόμων με σπονδυλική

στένωση ή ατόμων που έχουν υποβληθεί σε οποιοδήποτε χειρουργείο ΣΣ, πλην αυτών που αφορούν τη διόρθωση και την αντιμετώπιση των σκολιωτικών ΣΣ.

Οι μικρές βελτιώσεις που παρατηρήθηκαν στις πλάγιες παρεκτοπίσεις των θωρακικών και οσφυϊκών κυρτωμάτων, στην όρθια θέση, πιθανόν να οφείλονται στη μετεγχειρητική μείωση του πόνου, την εξάλειψη των μυϊκών σπασμών και στην αποκατάσταση των παθολογικών αιτιών που προκαλούσαν τα παραπάνω συμπτώματα. Χαρακτηριστικά αναφέρεται, πως η ραχιαλγία ή ο ριζικός πόνος και η διαταραχή της ισορροπίας της ΣΣ, λόγω των εκφυλιστικών αυτών αιτιών, δημιουργούν ένα προοδευτικό πρότυπο απόκλισης της ΣΣ από την ανατομική διαμόρφωση των κυρτωμάτων της ^[126]. Αναφορικά με τις πλάγιες κάμψεις του κορμού, σημαντική αύξηση παρατηρήθηκε κυρίως στους 12 μήνες, στη ΘΜΣΣ, στη Sac_Hip και στο Incl, αλλά μόνο για την πλάγια κάμψη αριστερά. Αντιθέτως, για την πλάγια κάμψη δεξιά δε σημειώθηκε καμία στατιστικά σημαντική βελτίωση. Αυτό οφείλεται στο ότι προεγχειρητικά, τα άτομα που μελετήθηκαν είχαν μικρότερη πλάγια κάμψη προς τα αριστερά από ότι προς τα δεξιά τόσο στο θωρακικό κύρτωμα, όσο και στη Sac_Hip και επομένως επηρεάστηκε και η συνολική μέση τιμή της κλίσης του κορμού (Incl). Η διαφορά αυτή, ενδεχομένως να είναι αποτέλεσμα της αντισταθμιστικής θέσης που λάμβανε ο κορμός, λόγω του πόνου και της πάθησης και επομένως ελαττώνονταν η γωνία της κίνησης της αντίθετης, από την πάσχουσα, περιοχής. Ωστόσο, επειδή στην παρούσα μελέτη δεν έγινε καταγραφή του αν οι κήλες των μεσοσπονδυλίων δίσκων έκαναν προβολή αριστερά/δεξιά ή κεντρικά και ποια πλευρά για κάθε ασθενή παρουσίασε περισσότερο πόνο, δεν μπορούμε να προβούμε σε ασφαλή συμπεράσματα για το τι προκαλούσε τη μειωμένη γωνία κάμψης αριστερά, συγκριτικά με την αντίστοιχη δεξιά.

Κινητικότητα ΣΣ

Αναφορικά με τις μεταβολές στο ROM των θωρακικών και οσφυϊκών κυρτωμάτων στο οβελιαίο επίπεδο, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές μεταβολές στη διάρκεια των επανεξετάσεων. Στη βιβλιογραφία, δεν υπάρχουν άλλες μελέτες που να εξετάζουν ξεχωριστά το ROM της ΘΜΣΣ και της ΟΜΣΣ της ΣΣ, σε ασθενείς οι οποίοι υποβλήθηκαν σε οπίσθια σπονδυλοδεσία.

Σε μελέτες με άλλες χειρουργικές τεχνικές, διερευνούνται μόνο οι μορφολογικές μεταβολές στα κυρτώματα (λόρδωση και κύφωση) και όχι η κινητικότητα τους ^[59,61,63,71]. Σε

μία μελέτη, όπου με χρήση δυναμικών προφίλ ακτινογραφιών κάμψης/έκτασης εξετάζονται το ROM συστήματος δυναμικής στερέωσης, το ROM του κάθε υπερκείμενου και υποκείμενου επιπέδου και το ROM ολόκληρης της ΣΣ, ασθενών που υποβλήθηκαν σε οπίσθια σπονδυλοδεσία πολλαπλών επιπέδων με δυναμικό σύστημα σταθεροποίησης, αναφέρεται πως το ROM ολόκληρης της ΣΣ και των επιπέδων που περιελάμβανε η σπονδυλοδεσία παρουσίασε στατιστικώς σημαντική μείωση μετεγχειρητικά, ενώ το ROM των υπερκείμενων και υποκείμενων επιπέδων του αυξήθηκε, χωρίς ωστόσο η αύξηση αυτή να είναι στατιστικώς σημαντική ^[120]. Γενικότερα, φαίνεται πως η σπονδυλοδεσία αν και επηρεάζει το συνολικό ROM της ΣΣ, εντούτοις δεν μεταβάλλει σημαντικά την κινητικότητα της ΘΜΣΣ και της ΟΜΣΣ.

Το ROM της ΟΜΣΣ αν και μετά τους 6 μήνες παρουσίασε αύξηση, εντούτοις εμφάνισε μία μικρή στατιστικώς μη σημαντική μείωση στους 3 μήνες, η οποία μπορεί να αιτιολογηθεί από τη χρήση κηδεμόνα που έφεραν οι ασθενείς για 3 μήνες κατά μέσο όρο μετεγχειρητικά (ανάλογα με τον αριθμό των επιπέδων της σπονδυλοδεσίας και την κατάσταση του ασθενή). Οι Park κ.α. (2009) ^[120] αναφέρουν, πως οι μετρήσεις του ROM είναι πιο αξιόπιστες από τους έξι μήνες και μετά, κατόπιν της επέμβασης, και όχι νωρίτερα, καθώς η χρήση οσφυϊκού κηδεμόνα για ενάμιση με τρεις μήνες επηρεάζει το ROM και δεν υπάρχει αντικειμενική αποτίμηση της σταθεροποίησης της ΣΣ.

Η στατιστικώς σημαντική αύξηση του ROM της Sac_Hip σχεδόν σε όλες τις μετρήσεις της κινητικότητας μπορεί να οφείλεται στη βελτίωση της ισχιαλγίας. Αρχικώς, το προεγχειρητικό VAS σκορ των ασθενών για τα κάτω άκρα (VAS-leg) ήταν μεγαλύτερο, από το αντίστοιχο για τον πόνο στην πλάτη (VAS-back). Επιπλέον, μετεγχειρητικά εμφανίστηκε και στατιστικώς πιο σημαντική και ραγδαία βελτίωση για το VAS-leg. Αυτή η βελτίωση του ριζιτικού πόνου επέφερε βελτίωση στη λειτουργικότητα και στη κινητικότητα της Sac_Hip γωνίας. Η βελτίωση που επέρχεται στην ποιότητα ζωής των ασθενών, στην κινητικότητα και στη λειτουργικότητα του κορμού, μέσω της μείωσης του ριζιτικού πόνου, είναι αποδεδειγμένη ^[127].

Τέλος, για το μετωπιαίο επίπεδο δεν μπορούμε να πούμε πως υπάρχουν σημαντικές μεταβολές στην κινητικότητα. Οι μόνες στατιστικώς σημαντικές διαφορές, οι οποίες παρουσιάστηκαν κυρίως στη ΘΜΣΣ, πιθανόν να οφείλονται σε δύο παράγοντες. Αρχικώς, στην μετεγχειρητική εξάλειψη του μονόπλευρου μυϊκού σπασμού και επομένως στην

εξισορρόπηση των δυνάμεων που ενεργούν επί της ΣΣ και κατά δεύτερον στην εξάλειψη του πόνου και επομένως στη βελτίωση του εύρους κίνησης της πάσχουσας πλευράς ^[119,128].

Διαγνωστική αξία της μεθόδου

Η ROC ανάλυση έδειξε ότι κάποιες από τις παραμέτρους που καταγράφει το Spinal Mouse, όπως η πλήρης έκταση της ΟΜΣΣ στο οβελιαίο επίπεδο, έχουν ειδικότητα και ευαισθησία παραπλήσια με τη μυελογραφία, τη CT καθώς και με την MRI, όπως παρουσιάζεται και στον Πίνακα 13 ^[129,130]. Από τα παραπάνω αποτελέσματα διαπιστώνεται ότι η προτεινόμενη μέθοδος είναι πολλά υποσχόμενη, καθώς χαρακτηρίζεται από ικανοποιητική διαγνωστική ικανότητα και επαναληψιμότητα, ενώ είναι χαμηλού κόστους, εύκολη στην χρήση και μη παρεμβατική. Επιπλέον πρωτοπορεί, σε ότι αφορά την ικανότητά της να καταγράφει την κινητικότητα.

Σύγκριση της ΟΜ2 με την ΟΕ και συσχέτιση με τα επίπεδα σπονδυλοδεσίας

Από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων της τελευταίας αξιολόγησης στους 12 μήνες της ΟΜ2 με τις αντίστοιχες μετρήσεις της ΟΕ προέκυψε, πως η ΟΜΣΣ τόσο στο οβελιαίο όσο και στο μετωπιαίο επίπεδο παρουσίασε σημαντικές διαφορές, τόσο στην κινητικότητα και στη λειτουργικότητα, όσο και στις γωνίες των κυρτωμάτων. Οι τιμές της ΟΜ2 ήταν εμφανώς χαμηλότερες καταδεικνύοντας, πως η οπίσθια σπονδυλοδεσία λόγω της σταθεροποίησης και της ακινητοποίησης των σπονδυλικών τμημάτων, μείωνε την ικανότητα κίνησης της οσφύς, ενώ συγχρόνως, όπως αναφέρεται και πιο πάνω, η οσφυϊκή λόρδωση ήταν μικρότερη. Το αίτιο που ουσιαστικά μειώνει την οσφυϊκή λόρδωση και το ROM της ΟΜΣΣ είναι η χρήση των ράβδων στην τεχνική της σταθεροποίησης. Η μείωση αυτή είναι ακόμα μεγαλύτερη, όταν απαιτείται κατά τη σπονδυλοδεσία να συμπεριληφθούν και υγιή κινητικά σπονδυλικά τμήματα. Ουσιαστικά, όσα περισσότερα επίπεδα περιλαμβάνει η σπονδυλοδεσία, τόσο οι παράγοντες αυτοί μειώνονται ^[58]. Το γεγονός αυτό φάνηκε και στα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης όπου κυρίως η ΟΜΣΣ, στη θέση της έκτασης και σε κάποιες κινήσεις παρουσίασε αντιστρόφως ανάλογη συσχέτιση, με τον αριθμό των επιπέδων που περιελάμβανε η σπονδυλοδεσία. Από τα παραπάνω διαφαίνεται πως, για να είναι όσο το δυνατόν πιο λειτουργικό μορφολογικά και κινητικά το αποτέλεσμα της αντιμετώπισης μιας σπονδυλικής στένωσης με σπονδυλοδεσία, θα πρέπει αυτό να περιορίζεται σε όσο το δυνατόν λιγότερα

επίπεδα, να αποφεύγεται η σταθεροποίηση υγιών κινητικά στοιχείων και θα πρέπει να γίνεται προσπάθεια να επιτυγχάνεται η όσο το δυνατόν πιο φυσιολογική λόρδωση. Στο σημείο αυτό αξίζει να τονίσουμε, πως η αποσυμπίεση και έπειτα η σταθεροποίηση, παρουσιάζει καλύτερα αποτελέσματα μετεγχειρητικά, συγκριτικά με την απλή αποσυμπίεση χωρίς τη χρήση υλικών για σταθεροποίηση. Επίσης, η χρήση ράβδων δε φάνηκε να φέρει διαφορές ως προς τη λειτουργικότητα, συγκριτικά μόνο με άλλες μεθόδους σταθεροποίησης και η κάθε μέθοδος φαίνεται να έχει τα δικά της εξειδικευμένα μειονεκτήματα ^[131].

Ενδεχομένως, θα ήταν ενδιαφέρον να μελετηθούν συγκριτικά η σταθεροποίηση της ΟΜΣΣ, με τη ΘΟΜΣΣ και ΘΜΣΣ, αλλά ο αριθμός των περιστατικών της παρούσας μελέτης που υποβλήθηκαν σε σπονδυλοδεσία αυτών των επιπέδων, δεν επιτρέπει μια ορθή στατιστικώς σύγκριση. Συνάμα, ενδιαφέρον θα είχε η σύγκριση των παρόντων αποτελεσμάτων με ασθενείς που έχουν υποβληθεί σε δυναμική οπίσθια σταθεροποίηση.

Ερωτηματολόγια

Από την αποτίμηση των ερωτηματολογίων που καλούνταν να απαντήσουν οι ασθενείς, παρουσιάστηκαν σημαντικές σταδιακά αυξανόμενες βελτιώσεις μεταξύ όλων των επανεξετάσεων, για το SF-36 PCS, το ODI, το VAS-back και το VAS-leg. Μόνο το SF-36 MCS είχε στατιστικώς σημαντική βελτίωση μόνο στο τρίμηνο, η οποία παρέμεινε σταθερή μέχρι τους 12 μήνες και λόγω αυτού φαίνεται πως υπήρχε στατιστικώς σημαντική βελτίωση σε όλες τις επανεξετάσεις, όταν αυτές συγκρίνονταν με την προεγχειρητική αξιολόγηση. Το γεγονός αυτό σημαίνει, πως η σωματική κατάσταση, ο βαθμός της λειτουργικής ανικανότητας και η αντίληψη του πόνου είναι παράγοντες, στη βελτίωση των οποίων η επέμβαση με οπίσθια σπονδυλοδεσία συμβάλλει σημαντικά. Απεναντίας, αναφορικά με τη ψυχική κατάσταση συμπεραίνουμε, πως ο πόνος και οι καθημερινές δυσκολίες κατά τη διάρκεια διαφόρων δραστηριοτήτων επηρεάζουν σημαντικά την ψυχολογική και συναισθηματική κατάσταση των ασθενών, η οποία ωστόσο επειδή προφανώς είναι αίτιο των συμπτωμάτων της σπονδυλικής στένωσης, βελτιώνεται άμεσα με την εξάλειψη αυτών.

Το VAS-leg είχε προεγχειρητικά μεγαλύτερες τιμές από το VAS-back, γεγονός που παρατηρείται και σε άλλη μελέτη με σύστημα δυναμικής σταθεροποίησης ^[120]. Οι βελτιώσεις ωστόσο και στα δύο ήταν μεγάλες. Αν και υπάρχουν μελέτες που αναφέρουν, πως σημαντικές βελτιώσεις του πόνου εμφανίζονται μόνο σε περιπτώσεις δυναμικής σταθεροποίησης και πως

μία άκαμπτη σταθεροποίηση άνω των δύο επιπέδων αποτυγχάνει να βελτιώσει τον πόνο της ράχης, κυρίως λόγω της ακινητοποίησης και της επακόλουθης μη φυσιολογικής κατανομής των φορτίων και της πρόκλησης δυναμικών ανισορροπιών ^[57,59,63], εντούτοις στην παρούσα μελέτη δε φάνηκε να ισχύει κάτι τέτοιο, καθώς η βελτίωση του πόνου όχι απλά ήταν σημαντική, αλλά και μεγαλύτερη από αυτή των μελετών με δυναμική σταθεροποίηση. Θα ήταν ενδιαφέρον, πέρα των αποτελεσμάτων με επαναξιολογήσεις (follow-ups) ενός έτους που παρουσιάζονται στις περισσότερες εργασίες, να γίνει μια μακροχρόνια κλινική μελέτη που να διερευνά συγχρόνως τα αποτελέσματα των μεθόδων και τους παράγοντες αυτών, όπως η αστάθεια και η νόσος του υπερκείμενου επιπέδου.

Σε μελέτη όπου έγινε σύγκριση της απλής αποσυμπίεσης και της σπονδυλοδεσίας, στην αντιμετώπιση της οσφυϊκής σπονδυλικής στένωσης δύο ή περισσότερων επιπέδων σε ηλικιωμένους ασθενείς, αναφέρεται πως τόσο για το ODI, όσο και για το VAS-back και VAS-leg οι βελτιώσεις που εμφανίστηκαν στις μετεγχειρητικές αξιολογήσεις ήταν στατιστικά σημαντικές και για τις δύο μεθόδους αντιμετώπισης, χωρίς ωστόσο αυτές να παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις μεταξύ τους συγκρίσεις. Χαρακτηριστικά αναφέρεται, πως η κάθε μέθοδος έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, αλλά η σπονδυλοδεσία φαίνεται να προτιμάται σε ασθενείς με σοβαρή σπονδυλική στένωση και αστάθεια, καθώς ελαττώνει την κινητικότητα μεταξύ των σπονδύλων που εμφανίζεται λόγω εκφυλιστικών αιτιών, και επομένως μειώνει τον πόνο που προκαλείται λόγω αυτών, ενώ συγχρόνως είναι εμβιομηχανικά πιο σταθερή από άλλες μεθόδους, αυξάνοντας την ικανότητα των σπονδυλικών τμημάτων στην αποδοχή φορτίου ^[132].

Οι Kok κ.α. 2012 ^[133], μελέτησαν την Οπίσθια Οσφυϊκή Διαμεσοσπονδύλια Σπονδυλοδεσία (PLIF), με σύστημα μονής ράβδου και αναφέρουν σημαντική βελτίωση του ODI και του SF-36 PCS, αλλά στους 24 μήνες μετεγχειρητικά, ενώ το VAS-leg εμφάνισε σημαντική βελτίωση άμεσα μετεγχειρητικά στον ένα μήνα. Αναφορικά, με το SF-36 MCS παρουσιάστηκε μία οριακά στατιστικά σημαντική αύξηση και πάλι στους 24 μήνες. Ωστόσο, αξιολογήθηκαν μόλις 27 ασθενείς, με μικρότερο μέσο όρο ηλικίας (44.3 έτη). Σε άλλη μελέτη, όπου αξιολογήθηκε η PLIF και πάλι σε μικρό αριθμό ασθενών (n=20), εμφανίστηκαν παρόμοια αποτελέσματα, με τη διαφορά ότι στους 24 μήνες παρουσιάστηκε στατιστικώς σημαντική βελτίωση και για το SF-36 MCS. Εντούτοις, στη συγκεκριμένη μελέτη το προεγχειρητικό επίπεδο της πνευματικής κατάστασης ήταν 25.6% ^[134], ενώ στη δική μας μελέτη ήταν εμφανώς καλύτερο 50.269±1.94%. Σε άλλη μελέτη όπου διερευνήθηκε η προσθιο-οπίσθια σπονδυλοδεσία για χαμηλού βαθμού σπονδυλολίση σε δείγμα 23

ασθενών, αναφέρεται σημαντική βελτίωση του VAS, ODI και SF-36 PCS, ενώ δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις μετεγχειρητικά εν συγκρίσει με προεγχειρητικά για το SF-36 MCS ^[135].

Αν και δεν μπορεί να γίνει ασφαλής σύγκριση των μεθόδων και των αποτελεσμάτων τους, λόγω των διαφορετικών μεθόδων που διερευνώνται, τις διαφορές στη μεθοδολογία, στον αριθμό και στα δημογραφικά χαρακτηριστικά των ατόμων που μελετώνται, ωστόσο οι βελτιώσεις που παρουσιάζονται στα επίπεδα του πόνου, στη λειτουργική ικανότητα και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής είναι αναμφίβολες.

Πίνακας 13. Ενδεικτικές τιμές ευαισθησίας και (1-ειδικότητας) της μυελογραφίας, της CT, της MRI και του Spinal Mouse.

	Μυελογραφία	CT	MRI	Spinal Mouse									
				Οβελιαίο Επίπεδο					Μετωπιαίο Επίπεδο				
				ΟΜΣΣ Πλήρης έκταση	ΟΜΣΣ Όρθια θέση	Κορμός Πλήρης έκταση	ΟΜΣΣ Από όρθια θέση σε πλήρη έκταση	Κιν/τητα Κορμού Από όρθια θέση σε πλήρη έκταση	ΟΜΣΣ Κιν/τητα Από πλάγια κάμψη αριστερά σε πλάγια κάμψη δεξιά	ΟΜΣΣ Κιν/τητα Από όρθια θέση σε πλάγια κάμψη δεξιά	Κιν/τητα κορμού Από όρθια θέση σε πλάγια κάμψη αριστερά	ΟΜΣΣ Πλάγια κάμψη δεξιά	Κορμός Πλάγια κάμψη δεξιά
Ευαισθησία	0.77- 0.78	0.77- 0.88	0.81- 0.97	0.76	0.79	0.95	0.90	0.84	0.84	0.82	0.95	0.87	0.84
1-ειδικότητα	0.28	0.17- 0.20	0.00- 0.06	0.08	0.31	0.33	0.38	0.28	0.15	0.20	0.28	0.31	0.21

4.3 Κατάγματα σπονδύλων - Κυφοπλαστική

Είναι γνωστό, πως η διαταραχή στα κυρτώματα της ΣΣ και ο λειτουργικός περιορισμός της μετά από ένα κάταγμα, προκαλούν σημαντικά προβλήματα, ειδικά στους ηλικιωμένους ^[34]. Για το σκοπό αυτό, η ΣΣ πρέπει να εξετάζεται στο σύνολο της, μαζί με τη Sac_Hip, χωρίς ωστόσο η διαδικασία αξιολόγησης να είναι επιβαρυντική για τον εξεταζόμενο ή να έχει ακτινοβολία, ειδικά σε επαναλαμβανόμενες μετρήσεις ^[75].

Κατάγματα

Στην παρούσα μελέτη τα περισσότερα κατάγματα συνέβησαν στα επίπεδα Θ12 και Ο1. Συνολικά στο τμήμα της θωρακοσφυϊκής ένωσης, μεταξύ των επιπέδων Θ11 και Ο2, σημειώθηκε το 71,1% των καταγμάτων. Η παρατήρηση αυτή ενισχύεται και από τη βιβλιογραφία όπου αναφέρεται, πως πάνω το 60% των VF εμφανίζεται στο διάστημα Θ11-Ο2 ^[136].

Κυρτώματα ΣΣ

Οβελιαίο Επίπεδο: Σε μία τυχαιοποιημένη μελέτη όπου συγκρίνεται η ΒΚΡ με τη μη χειρουργική αντιμετώπιση, κλινικά και ακτινολογικά σε παρακολούθηση ασθενών για 1 μήνα, αναφέρονται τα πρώιμα θετικά αποτελέσματα της ΒΚΡ, τόσο κλινικά, όσο και στην ποιότητα ζωής των ασθενών ^[78]. Ενώ σε μία άλλη παρατηρήθηκαν βελτιώσεις μέχρι και 24 μήνες μετά ^[137]. Ωστόσο, οι περισσότερες μελέτες εξετάζουν το ύψος των σπονδύλων, τον πόνο της ράχης, το QOL των ασθενών και όχι τα κυρτώματα και την κινητικότητα της ΣΣ.

Στη δική μας μελέτη σημαντικό στοιχείο αποτελεί το γεγονός, πως οι περισσότερες βελτιώσεις εμφανίστηκαν πρώιμα, ήδη στους 3 μήνες συγκριτικά με την επανεξέταση στις 15 μέρες και σε μερικές παραμέτρους οι βελτιώσεις αυτές συνεχίστηκαν μέχρι τους 12 μήνες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι μετρήσεις της Sac_Hip και του Incl. Η γωνία Sac_Hip σχετίζεται άμεσα με τα σπονδυλικά κυρτώματα και πως μία παραμόρφωση της ΣΣ ^[138,139] και μία ανισορροπία

στο οβελιαίο επίπεδο δημιουργεί αντισταθμιστικούς μηχανισμούς πάνω στο Sac_Hip σύστημα. Επίσης, η Sac_Hip γωνία μεταβάλλεται με την ηλικία κάνοντας μία οπίσθια κλίση-στροφή ^[138-140]. Επομένως, η σημαντική βελτίωση αυτής της παραμέτρου, καταδεικνύει τη συνολική μείωση των παραμορφώσεων και των ανισορροπιών.

Αναφορικά με την ΟΜΣΣ, η μειωμένη λόρδωση που καταγράφηκε στις 15 μέρες μπορεί να οφείλεται στην ύπαρξη παρασπονδυλικού σπασμού ^[141], καθώς και στην ηλικία, αφού είναι γνωστό πως η οσφυϊκή λόρδωση τείνει να μειώνεται με την ηλικία ^[142]. Γενικά, σε άτομα με οστεοπόρωση VF έχουν καταγραφεί κυρτώματα από 20°-60° ^[143]. Σε άλλη μελέτη που εξετάστηκαν άτομα με οστεοπόρωση με τη μέθοδο του Spinal Mouse, καταγράφηκε επίσης μειωμένη λόρδωση ^[142]. Στη συγκεκριμένη μελέτη τονίζεται επίσης, πως η μειωμένη λόρδωση αυξάνει τον κίνδυνο για πτώση και επομένως για νέο κάταγμα, λόγω της προσθιοπίσθιας ανισορροπίας και της οπίσθια κλίσης που δημιουργείται στη λεκάνη. Από τα παραπάνω καταλαβαίνουμε, πως η βελτίωση που παρουσιάστηκε ήδη από τους 3 μήνες στο οσφυϊκό κύρτωμα, στη συγκεκριμένη μελέτη, έχει μεγάλη σημασία και επιδρά θετικά σε πολλούς παράγοντες.

Μετωπιαίο Επίπεδο: Στην παρούσα μελέτη βελτίωση παρουσίασαν όλες οι παράμετροι, κυρίως μετά τους 6 μήνες, αλλά και στους 12 δείχνοντας, πως συγκριτικά με το οβελιαίο επίπεδο οι βελτιώσεις στο μετωπιαίο επέρχονται πιο αργά.

Γενικότερα, αν και τα θετικά αποτελέσματα της ΒΚΡ στα κυρτώματα της ΣΣ ήταν άμεσα, εντούτοις πολλοί παράγοντες τείνουν να βελτιώνονται σημαντικά και μέχρι τους 12 μήνες.

Κινητικότητα ΣΣ

Οβελιαίο Επίπεδο: Η μειωμένη κινητικότητα της ΣΣ έχει αποδειχθεί πως προκαλεί σημαντική δυσλειτουργία, ειδικά σε ηλικιωμένα άτομα ^[139]. Επίσης, η μειωμένη κινητικότητα σχετίζεται αναλογικά με το QOL, σε ηλικιωμένα άτομα και σε άτομα με οστεοπόρωση ^[136]. Στην παρούσα μελέτη καταγράφηκαν πολύ σημαντικές βελτιώσεις στην κινητικότητα όλων των κυρτωμάτων που μελετήθηκαν και στο συνολικό Incl, ήδη από τους 3 μήνες. Η επεμβατική αντιμετώπιση τριπλασίασε σε πολλές περιπτώσεις την κινητικότητα, η οποία παρέμενε αμετάβλητη μεταξύ των 3 και

6 μηνών και στην συνέχεια παρουσίαζε μία νέα βελτίωση στους 12 μήνες. Αυτή η νέα αύξηση της κινητικότητας στους 12 μήνες, πιθανόν να συσχετίζεται με τον αυξημένο κίνδυνο για κάταγμα των γειτονικών επιπέδων και να αποτελεί έναν από τους παράγοντες που οδηγούν σε αυτό, καθώς έχει βρεθεί πως ένα κάταγμα γειτονικού επιπέδου εμφανίζεται κυρίως ένα χρόνο μετεγχειρητικά ^[144], γεγονός που παρουσιάστηκε και στη δική μας μελέτη. Γενικότερα όμως, η σημαντική αύξηση της κινητικότητας επιφέρει ένα πολύ σημαντικό κέρδος και βελτιώνει το επίπεδο ζωής, ενώ συγχρόνως μειώνει τους κινδύνους που προαναφέραμε.

Μετωπιαίο Επίπεδο: Ομοίως με τα αποτελέσματα που καταγράφηκαν για τα σπονδυλικά κυρτώματα, έτσι και αναφορικά με την κινητικότητα, βελτιώσεις στο μετωπιαίο επίπεδο παρουσιάστηκαν κυρίως μετά τους 6 μήνες. Πέρα από μελέτες που αφορούν την αυχενική μοίρα και τις σκολιώσεις, δεν υπάρχουν άλλες μελέτες που να εξετάζουν το μετωπιαίο επίπεδο της ΣΣ. Για το λόγο αυτό, μας είναι δύσκολο να δώσουμε μία εξήγηση στο γιατί οι βελτιώσεις σε αυτό το επίπεδο, εμφανίζονται πιο καθυστερημένα, από ότι στο οβελιαίο. Μία εξήγηση θα μπορούσε να είναι το γεγονός ότι οι αποκλίσεις της ΣΣ στο μετωπιαίο επίπεδο, συσχετίζονται με τη μεταβολή του φορτίου που ασκείται στις ζυγοαποφυσιακές αρθρώσεις (facets) ^[137], αρθρώσεις με μικρότερη κινητικότητα, των οποίων η εμβιομηχανική λειτουργία είναι η καθοδήγηση και ο περιορισμός της κίνησης.

Ερωτηματολόγια

Αναφορικά με το VAS είναι γνωστό, πως η ΒΚΡ και η σπονδυλοπλαστική, προσφέρουν άμεση και σημαντική ανακούφιση από τον πόνο και εμφανίζουν καλύτερα αποτελέσματα συγκριτικά με τη συντηρητική αντιμετώπιση ^[145,146]. Στην παρούσα μελέτη άμεσα μετεγχειρητικά τα επίπεδα του πόνου αν και βελτιώθηκαν σημαντικά, ήταν μεγαλύτερα συγκριτικά με άλλες μελέτες που χρησιμοποίησαν ΒΚΡ με οπίσθια στερέωση ^[144] ή απλή ΒΚΡ ^[137]. Ωστόσο, υπάρχουν μελέτες όπου οι μετεγχειρητική αξιολόγηση του πόνου είναι περίπου ίδια με τη δική μας μελέτη ^[78,138]. Οι διαφορές αυτές μπορεί να οφείλονται στη διαφορετική διαχείριση και μεθοδολογία της κάθε μελέτης, στο αν οι συμμετέχοντες απάντησαν βάση της μέγιστης αίσθησης πόνου ή του μέσου όρου του πόνου που νιώθουν, στο αν λάμβαναν φαρμακευτική αναλγητική

αγωγή και σε άλλες παραμέτρους ^[146]. Να σημειωθεί, πως στην παρούσα μελέτη η ερώτηση αφορούσε τη μέγιστη αίσθηση πόνου. Γενικά, η βελτίωση του πόνου ήταν σημαντική ειδικά στους 3 και στους 6 μήνες, όπου στο σύνολό τους οι περισσότερες μελέτες καταγράφουν τιμές από 0 έως 3 ^[78,137,144,146,147]. Κατόπιν αυτού τα επίπεδα του πόνου δε φάνηκε να βελτιώνονται περαιτέρω. Ενδεχομένως, η σταθερότητα που παρουσιάστηκε από τους 6 στους 12 μήνες, να οφείλεται και στο ότι κάποιοι ασθενείς βελτιώθηκαν επιπλέον, ενώ κάποιοι άλλοι χειροτέρεψαν, δημιουργώντας ένα ισοζύγιο.

Επίσης, σημαντική ήταν και η βελτίωση της λειτουργικότητας που αξιολογήθηκε με το ODI. Η βιβλιογραφία παρουσιάζει υπεροχή της ΒΚΡ έναντι των άλλων μεθόδων ^[146] και μια συνεχόμενη σταδιακή μείωση του σκορ καθ' όλη τη διάρκεια του πρώτου χρόνου ^[137], κάτι που παρατηρήθηκε και στην παρούσα μελέτη.

Αξιολόγηση πόνου

Από τα αποτελέσματα διαφαίνεται, πως οι ασθενείς που τελικά παρουσιάζουν χρόνια πόνο, ήδη από την πρώτη αξιολόγηση των 15 ημερών εμφανίζουν τιμές VAS μεγαλύτερες από αυτούς που τελικά έχουν μία καλή πορεία. Γενικά φαίνεται, πως η καταγραφή μιας τιμής $VAS \geq 6$ στις 15 ημέρες, μπορεί να αποτελέσει προειδοποιητικό παράγοντα για χρόνια πόνο. Επίσης, παρατηρήθηκε, πως αν και στους 6 μήνες δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ της ΟΜ3χπ και της ΟΜ3οπ, εντούτοις στους 12 μήνες οι ασθενείς της ΟΜ3χπ εμφάνισαν και πάλι στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερες τιμές πόνου, γεγονός που αναδεικνύει μία υποτροπή ή νέα έξαρση. Τελικά, στους 12 μήνες περίπου 1 στους 10 ασθενείς που υποβλήθηκαν σε ΒΚΡ ήταν ασθενής με χρόνια πόνο και τιμές $VAS \geq 4$.

Διαφορές στη μορφολογία και στην κινητικότητα της ΣΣ, ως προς τον πόνο

Από τη συσχέτιση του πόνου με τις παραμέτρους που κατέγραψε το Spinal Mouse προέκυψε, ότι μία μεγαλύτερη γωνία Sac_Hip στη θέση της πλήρους κάμψης και της πλάγιας κάμψης δεξιά, καθώς και η υπερκινητικότητα αυτής και του συνολικού Incl, κατά την κίνηση από την όρθια θέση στην πλήρη κάμψη, μπορούν να

αποτελέσουν μορφολογικούς και κινητικούς παράγοντες πρόβλεψης για ενδεχόμενο χρόνιο πόνο. Γενικότερα παρατηρήθηκε, πως οι ασθενείς που τελικά είχαν χρόνιο πόνο ήταν πιο υπερκινητικοί στις αξιολογήσεις των 15 ημερών και 3 μηνών, ενώ μετέπειτα η κινητικότητα των κυρτωμάτων τους μειώθηκε σημαντικά και παρέμεινε μικρότερη από αυτή που είχαν στις ίδιες αξιολογήσεις, ασθενείς δίχως πόνο. Από την άλλη, τα άτομα της ΟΜ3οπ είχαν μία ομαλή αύξηση της κινητικότητάς τους και μία σταδιακή βελτίωση στις γωνίες των κυρτωμάτων.

Συσχέτιση του πόνου με όλους τους άλλους παράγοντες

Κατά τη συσχέτιση του πόνου με όλα τα δημογραφικά και κλινικά στοιχεία, προέκυψε πως οι ασθενείς που βίωναν μεγαλύτερο αίσθημα πόνου και αυτοί που έτειναν τελικά να εμφανίσουν χρόνιο πόνο, ήταν άτομα που είχαν υποστεί οστεοπορωτικά VF.

Σύγκριση της ΟΜ3 με την ΟΕ και της ΒΚΡ με την ΒΚΡ με οπίσθια στερέωση

Παρά τα πολύ καλά αποτελέσματα που καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια των επανεξετάσεων, αναφορικά με τα κυρτώματα, την κινητικότητα, τα επίπεδα του πόνου και της λειτουργικότητας, εντούτοις ειδικά στην ΟΜΣΣ σε όλες της παραμέτρους και για όλες τις μετρήσεις η ΟΜ3 τελικά υστερούσε της ΟΕ. Παρά του ότι η κινητικότητα της ΟΜΣΣ εμφάνισε πολύ μεγάλη βελτίωση, αυτό δεν ήταν αρκετό, ώστε να φτάσει τα επίπεδα της ΟΕ. Από την άλλη όμως η ΟΜ3 εμφάνισε καλύτερη κινητικότητα στο Sac_Hip από τη ΟΕ. Το αποτέλεσμα αυτό μάλλον έχει αντισταθμιστική δράση, καθώς η γωνία Sac_Hip και η κινητικότητά αυτής, συσχετίζονται άμεσα με την οσφυϊκή λόρδωση και την κινητικότητα της ΟΜΣΣ ^[143,148].

Τέλος, στην παρούσα μελέτη δεν παρουσιάστηκαν διαφορές μεταξύ των δύο μεθόδων θεραπείας. Σε άλλη μελέτη όμως, εντοπίστηκαν διαφορές μόνο στο VAS, στο ODI και στη γωνία της κύφωσης, η οποία αξιολογήθηκε ακτινογραφικά με τη γωνία Gobb δείχνοντας, πως η στερέωση με την ΒΚΡ υπερτερούσε έναντι της απλής ΒΚΡ. Ωστόσο, στην συγκεκριμένη μελέτη οι συμμετέχοντες είχαν μεγαλύτερο μέσο όρο

ηλικίας (όλοι >65) από τη δικιά μας και εξετάστηκαν αποκλειστικά περιπτώσεις εκρηκτικών καταγμάτων ^[149].

Σύγκριση οστεοπορωτικών και τραυματικών καταγμάτων

Διαφαίνεται, πως τα άτομα με οστεοπορωτικά κατάγματα είχαν πιο φτωχά αποτελέσματα, συγκριτικά με τους ασθενείς που είχαν τραυματικά κατάγματα. Κύριος παράγοντας είναι η ηλικία, καθώς τα άτομα με οστεοπόρωση είναι μεγαλύτερα ηλικιακά και επομένως έχουν περισσότερους λειτουργικούς περιορισμούς, μειωμένη οστική πυκνότητα και μυϊκή αδυναμία. Αν και έχει αποδειχθεί, πως σε άτομα άνω των 50 ετών τα περισσότερα κατάγματα οφείλονται στην οστεοπόρωση, έναντι άλλων παραμέτρων όπως είναι το τραύμα, η μετάσταση ή το πολλαπλούν μυέλωμα ^[134], εντούτοις, η επίδραση της φύσης του κατάγματος στο τελικό αποτέλεσμα, σε συνάρτηση με όλους τους συνοδούς παράγοντες, χρήζει περαιτέρω διερεύνησης. Ενδεχομένως, κάποιος άλλος τρόπος αποκατάστασης ή ακόμα και η συντηρητική αντιμετώπιση να έχει καλύτερα αποτελέσματα στα οστεοπορωτικά κατάγματα, σε σύγκριση πάντα με τα τραυματικά και λαμβάνοντας υπ' όψιν και τις υπόλοιπες παραμέτρους και την εξατομικευμένη περίπτωση του κάθε ασθενή.

4.4 Συμπεράσματα

Το Spinal Mouse ως μέθοδος αξιολόγησης της ΣΣ, παρουσίασε υψηλή test-retest αξιοπιστία κατά την αξιολόγηση των κυρτωμάτων, της κινητικότητας, της θέσης του κορμού και ολόκληρης της ΣΣ, σε οβελιαίο και μετωπιαίο επίπεδο σε ασθενείς με οσφυαλγία και/ή ραχιαλγία. Επομένως, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση και την εκτίμηση είτε ατόμων που δε φέρουν καμία παθολογία, είτε σε ασθενείς με προβλήματα στη ΣΣ. Είναι μία μέθοδος μη παρεμβατική, με μικρό χρόνο εξέτασης, η οποία επιτρέπει μία ολοκληρωμένη διερεύνηση της ΣΣ σε πραγματικό χρόνο, αποτελώντας ένα χρήσιμο εργαλείο για την κλινική πράξη σε πρώτο χρόνο (Γενικός Ιατρός) και την ερευνητική εφαρμογή.

Αναφορικά με τη διερεύνηση των ασθενών που υποβλήθηκαν σε οπίσθια σπονδυλοδεσία μπορούμε να πούμε, πως η αντιμετώπιση της σπονδυλικής στένωσης με αποσυμπίεση και οπίσθια στερέωση αποφέρει πολύ καλά αποτελέσματα, ως προς τον πόνο και την ικανοποίηση των ασθενών, ενώ ταυτόχρονα εμφανίζει πρώιμη σωματική και λειτουργική αποκατάσταση. Η μειωμένη λόρδωση που εμφανίζεται προεγχειρητικά, μπορεί να παραμένει και μετεγχειρητικά με μικρή βελτίωση. Ωστόσο, στο σύνολο της η ΣΣ φαίνεται να δρα αντισταθμιστικά μέσω των γωνιών που σχηματίζονται στο Sac_Hip και στο θωρακικό κύρτωμα, δημιουργώντας μία δομή που μπορεί να απορροφήσει τις δυνάμεις που δέχεται και να λειτουργήσει χωρίς παθολογικά ή λειτουργικά προβλήματα.

Από την άλλη, συγκριτικά με τον υγιή πληθυσμό, αν και τα άτομα που υποβάλλονται σε οπίσθια σπονδυλοδεσία υστερούν ως προς το εύρος κίνησης της ΟΜΣΣ, εντούτοις το γεγονός αυτό δε φαίνεται να αποτυπώνεται στην υποκειμενική αξιολόγηση της κατάστασής τους βάση των ερωτηματολογίων, καταδεικνύοντας μία γενική ικανοποίηση από το τελικό αποτέλεσμα.

Τέλος, η μέθοδος αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη για την εξέταση του συνόλου της μορφολογίας της ΣΣ και της κινητικότητάς της, πέρα του ότι μοιάζει να είναι μία πολύ καλή μέθοδος αξιολόγησης είτε για μεμονωμένες, είτε για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις, φαίνεται να έχει και πολύ καλή ευαισθησία και ειδικότητα στο διαχωρισμό των ατόμων με σπονδυλική στένωση από τους υγιείς.

Αξίζει επίσης να αναφέρουμε, πως η συγκεκριμένη μελέτη είναι η μόνη που εξετάζει ολόκληρη τη ΣΣ έπειτα από την αντιμετώπιση ενός κατάγματος και ως προς τα κυρτώματά της και ως προς την κινητικότητά της. Συνάμα, εξετάζει τη ΣΣ σε δύο επίπεδα και συγκρίνει όλες τις παραμέτρους μεταξύ τους, δίνοντας μια ολοκληρωμένη και πλήρη εικόνα.

Τόσο η ΒΚΡ, όσο και η ΒΚΡ με στερέωση, παρουσιάζουν σημαντικές πρώιμες βελτιώσεις στα κυρτώματα και στην κινητικότητα της ΣΣ, ειδικά στην ΟΜΣΣ και στη Sac_Hip, τα οποία επιδρούν στη βελτίωση της στάσης, της ισορροπίας, της QOL, ενώ συγχρόνως μειώνουν τις παραμορφώσεις και περιορίζουν τον κίνδυνο για πτώση. Στις περισσότερες παραμέτρους συνεχίζουν να καταγράφονται βελτιώσεις κατά τη διάρκεια των επανεξετάσεων. Εντούτοις, η αυξημένη υπερκινητικότητα της Sac_Hip και της Incl

στις 15 ημέρες και στους 3 μήνες, αποτελεί προγνωστικό παράγοντα για χρόνιο πόνο. Μία ομαλή και σταδιακή βελτίωση, με πιο συντηρητική δραστηριότητα το πρώτο διάστημα κατόπιν της επέμβασης, επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα. Επιπλέον, αν ο πόνος και η ανικανότητα μειώνονται σημαντικά και σε συνδυασμό με τις βελτιώσεις στη δομή της ΣΣ, εντούτοις τελικά 1 στους 10 ασθενείς που υποβάλλονται σε ΒΚΡ τείνουν ακόμα και ένα χρόνο μετά να βιώνουν έντονο πόνο και 1 στους 2 χαρακτηρίζεται ασθενής με χρόνιο πόνο. Τα άτομα που τελικά βιώνουν αυξημένη αίσθηση πόνου ήταν ασθενείς που είχαν υποστεί οστεοπορωτικό VF. Συμπερασματικά διαφαίνεται, πως η ΒΚΡ είναι πιο αποτελεσματική θεραπεία για περιπτώσεις τραυματικών καταγμάτων, από ότι οστεοπορωτικών VF.

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε πως η μέθοδος αποτελεί ένα πολύ καλό εργαλείο κωδικοποίησης και αντικειμενικής αξιολόγησης του μετεγχειρητικού αποτελέσματος, το οποίο εξετάζει τη συνολική λειτουργικότητα της ΣΣ και προσδιορίζει αριθμητικά το αποτέλεσμα της θεραπείας.

Βιβλιογραφία

1. Abu-Faraj ZO. Bioengineering, biomedical engineering education. In ZO. Abu-Faral (Ed.), *Handbook of research on biomedical Engineering education and advanced bioengineering learning: Interdisciplinary concepts* (pp. 1-59). 2012, Pennsylvania, USA: IGI Global.
2. Cuello JC. Engineering to biology and biology to engineering. The bi-directional connection between engineering and biology in biology engineering design. *International Journal of engineering Education*, 2007; 22(1): 1-7.
3. Slavens B. & Harris GF. Biomechanics. Bioengineering, biomedical engineering education. In Z.O. Abu-Faral (Ed.), *Handbook of research on biomedical Engineering education and advanced bioengineering learning: Interdisciplinary concepts* (pp. 284-338). 2012, Pennsylvania, USA: IGI Global.
4. Knudson D. Fundamentals of biomechanics. 2003, New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
5. Christensen DA. Introduction to biomedical engineering: Biomechanics and bioelectricity (Part 1). In J.D. Enderle (Ed), *Synthesis lectures in biomedical engineering* (pp. 1-118). 2009, Morgan & Claypool Publishers.
6. Mow VC & Huiskes R. Basic orthopaedics biomechanics and mechano-biology (3rd Ed). 2005, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
7. Nordin M & Frankel VH. Basic biomechanics of musculoskeletal system (3rd Ed). 2001, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
8. Doitout DG. Biomechanics of biomaterials in orthopaedics. 2004, London: Springer.
9. Haher TR., Valdevit A, Caruso S. Spinal Biomechanics. In CM Bono, SR Garfin (Eds), *Spine* (pp. 278-284). 2004, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
10. Rausching W. Surgical anatomy of thoracic and lumbar spine. In JS Thalgott & M Aebi (Eds), *Manual of internal fixation of the spine* (pp. 9-21). 1996, Philadelphia: Lippincott-Raven.

11. Dickson AP. & Butt PW. Biomechanics of the spine. In AP Dickson & PW Butt (Eds), *The medico-legal back: An illustrated guide* (pp. 37-52). 2003, Cambridge University Press.
12. Benzel EC. Physical principles and kinematics. In: EC enzel (Ed), *Biomechanics of spine stabilization* (pp. 19-28). 2001, USA: Thieme medical publishers.
13. Butler J, Ferrara LA, Benzel EC. Basic biomechanically relevant anatomy. In EC Benzel (Ed), *Spine surgery: Techniques, complication avoidance and management* (pp. 1397-417). 2003, Philadelphia: Elsevier.
14. Nachemson A. The load on lumbar discs in different positions of the body. *Clin Orthop*, 1966; 45:107-122.
15. Nachemson A. Towards a better understanding of low-back pain: A review of the mechanics of the lumbar disc. *Rheumatol Rehabil*, 1975; 14(3):129-143.
16. Niosi CA & Oxland TR. Degenerative mechanics of lumbar spine. *The Spine Journal*, 2004; 4(6 Suppl): 202S-208S.
17. Shirazi-Adl A & Shrivastava SC, Ahmed AM. Stress analysis of the lumbar disc-body unit in compression: A three-dimensional nonlinear finite element study. *Spine*, 1984; 9:120-134.
18. White AA 3rd & Panjabi MM. The basic kinematics of the human spine. A review of past and current knowledge. *Spine (Phila Pa 1976)*; 3(1):12-20.
19. Van Schaik JP, Verbiest H, Van Schaik FD. The orientation of laminae and facet joints in lower lumbar spine. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1985; 10(1): 59-63.
20. Shirazi-Adl A. Finite element evaluation of contact loads on facets of an L2-L3 lumbar segment in complex loads. *Spine*, 1991; 16:533-541.
21. Singh K & Vaccaro AR. Thoracic and lumbar trauma. In Bono CM & Garfin SR (Eds), *Orthopaedic surgery essentials* (pp. 45-57): *Spine*. 2004, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
22. Karaiovic EE, Kunakomsawat S, Daubs MD, Madsen TW, Gaines RW Jr. Surgical anatomy of the cervical pedicles: landmarks for posterior pedicle entrance localization. *J Spinal Disord*, 2000; 13(1):63-72.

23. Krag MH, Weaver DL, Beynon BD, Haugh LD. Morphometry of the thoracic and lumbar spine related to transpedicular screw placement for surgical spinal fixation. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1988; 13(1):27-32.
24. Gelb DE, Lenke LG, Bridwell KH, Planke K, McEneaney KW. An analysis of sagittal plane in 100 asymptomatic middle and older aged volunteers. *Spine*, 1995, 20(12):1351-1358.
25. Damasceno LHF, Catarin SRG, Campos AD, Defino HLA. Lumbar lordosis: A study of angle values and of vertebral bodies and intervertebral discs role. *Acta Ortop Bras*, 2006; 14(4):193-198.
26. Amonoo-Kuofi HS. Changes in the lumbosacral angle, sacral inclination and the curvature of the lumbar spine during aging. *Acta Anat*, 1992; 145:373-377.
27. Bernhardt M & Bridwell KH. Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spine and thoracolumbar junction. *Spine*, 1989; 14:717-21.
28. Lin RM, Jou IM, Yu CY. Lumbar lordosis: normal adults. *J Formos Med Assoc*, 1992; 91(3):329-333.
29. Fon GT, Pitt MJ, Thies AC Jr. Thoracic kyphosis: range in normal subjects. *AJR Am J Roentgenol*, 1980; 134(5):979-983.
30. Bialek M. Conservative treatment of idiopathic scoliosis according to FITS concept: presentation of the method and preliminary, short term radiological and clinical results based on SOSORT and SRS criteria. *Scoliosis*, 2011; 6:25.
31. Duval-Beaupere G & Lamireau T. Scoliosis at less than 30 degrees. Properties of evolutivity (risk of progression). *Spine (Phila Pa 1976)*, 1985; 10(5):421-424.
32. Negrini S, Negrini F, Fusco C, Zaina F. Idiopathic scoliosis patients with curves more than 45 Cobb degrees refusing surgery can be effectively treated through bracing with curve improvements. *Spine J*, 2011; 11(5):369-380.
33. Mayer TG, Robinson R, Pegues P, Kohles S, Gatchel RJ. Lumbar segmental rigidity: can its identification with facet injections and stretching exercises be useful? *Arch Phys Med Rehabil*, 2000; 81(9):1143-1150.

34. Korovessis P, Koureas G, Papazisis Z. Correlation between backpack weight and way of carrying, sagittal and frontal spinal curvatures, athletic activity, and dorsal and low back pain in schoolchildren and adolescents. *J Spinal Disord Tech*, 2004; 17:33-40.
35. Harrison DD, Calliet R, Janik TJ, Troyanovich SJ, Harrison DE, Holland B. Elliptical modeling of the sagittal lumbar lordosis and segmental rotation angles as a method to discriminate between normal and low back pain subjects. *J Spinal Disord*, 1998; 11:430-439.
36. Jackson RP, McManus AC. Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex and size. A prospective controlled clinical study. *Spine*, 1994; 19:1611-1618.
37. Evcik D. & Yücel A. Lumbar lordosis in acute and chronic low back pain patients. *Rheumatol Int*, 2003; 23:163-165.
38. Amonoo-Kuofi HS. Changes in the lumbosacral angle, sacral inclination and the curvature of the lumbar spine during aging. *Acta Anat*, 1992; 145:373-377.
39. Walker ML, Rothstein JM, Finucane SD, Lamb RL. Relationships between lumbar lordosis, pelvic tilt and abdominal muscle performance. *Phys Ther*, 1987; 67:512-516
40. Knutsson F. The instability associated with disk degeneration in the lumbar spine. *Acta Radiologica*, 1944; 25:593-609.
41. Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*, 2003; 13(4):371-379.
42. Morgan FP, King T: Primary instability of lumbar vertebrae as a common cause of low back pain. *J Bone Joint Surg Br*, 1957; 39B(1):6-22.
43. Salisbury PJ & Porter RW. Measurement of lumbar sagittal mobility. A comparison of methods. *Spine*, 1987; 12:190-193.
44. Norton BJ, Kelly H, Zou D. Comparisons among non-invasive methods for measuring lumbar curvature in standing. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 2002; 32(8):405-414.
45. Hard FD, Strickland D, Cliffe P. Measurement of spinal mobility. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 1974; 33:136-139.

46. Gill K, Krag MH, Johnson GB, Haugh LD, Pope MH. Repeatability of four clinical methods for assessment of lumbar spinal motion. *Spine (Philadelphia Pa 1976)*, 1988; 13(1):50-53.
47. Viitanen JV, Kokko ML, Heikkila S, Kautiainen H. Neck mobility assessment in ankylosing spondylitis: A clinical study on nine measurements including new tape method for cervical rotation and lateral flexion. *British Journal of Rheumatology*, 1988; 37:377-381.
48. Haley SM, Tada WL, Carmichael EM. Spinal mobility in young children. *Physical Therapy*, 1986; 66(11):1697-1705.
49. Brenner DJ. Should we be concerned about the rapid increase in CT usage? *Reviews on Environmental Health*, 2010; 25(1):63-68.
50. Mannion AF, Knecht K, Balaban G, Dvorak J, Grob D. A new skin-surface device for measuring the curvature and global and segmental ranges of motion of the spine: reliability of measurements and comparison with data reviewed from literature. *European Spine Journal*, 2004; 13:122-136.
51. Cho KJ & Rah UW. Study of the lumbar curvature with various factors of pelvic inclination. *Yonsei Medical Journal*, 1995; 36(2):153-160.
52. Brenner DJ & Elliston CD. Estimated radiation risks potentially associated with full-body CT screening. *Radiology*, 2004; 233:735-738.
53. de Gonzalez AB & Darby S. Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries. *Lancet*, 2004; 363:345-351.
54. Gstoettner M, Sekyra K, Walochnik N, Winter P, Wachter R, Bach CM. Inter- and intraobserver reliability assessment of the Cobb angle: manual versus digital measurement tools. *European Spine Journal*, 2007; 16(10):1587-1592.
55. Botwin KP & Gruber RD. Lumbar spinal stenosis: anatomy and pathogenesis. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2003; 14: 1-15.
56. Genevay S and Atlas SJ. Lumbar spinal stenosis. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2010; 24(2): 253-265.
57. Gibson JN & Waddell G. Surgery for degenerative lumbar spondylosis. *Cochrane Database Syst Rev* 2005; 19(4):CD001352.
58. Boos N & Webb JK. Pedicle screw fixation in spinal disorders: a European view. *Eur Spine J* 1997; 6: 2-18.

59. Song JJ, Barrey CY, Ponnappan RK, Bessey JT, Shimer AL, Vaccaro AR. Pedicle screw-based dynamic stabilization of the lumbar spine. *Pan Arab Journal of Neurosurgery* 2010; 14(1): 1-8.
60. Fischgrund JS, Mackay M, Herkowitz HN, Brower R, Montgomery DM, Kurz LT. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis: A prospective, randomized study comparing decompressive laminectomy and arthrodesis with and without spinal instrumentation. *Spine* 1997; 22(24): 2807-2812.
61. Tang S, Xu W, Rebholz B. Anterior lumbar interbody fusion combined with percutaneous pedicle screw fixation for degenerative lumbar instability: Minimum four-year follow-up. *Turkish Neurosurgery* 2012; 22(2): 156-160.
62. Evans JH & Eng B. Biomechanics of lumbar fusion. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1985; 193: 38-46.
63. Sengupta DK & Herkowitz HN. Pedicle screw-based posterior dynamic stabilization: Literature review. *Advances in Orthopaedics* 2012; 2012: 1-7.
64. Schulitz KP. Lumbar spine fusion-indication under special consideration of spinal instrumentation. In Wittenberg RH, Steffen R (Eds). *Instrumented spinal fusion* (pp. 86-106). 1994, New York: Georg Thieme Verlag 1994.
65. King D. Internal fixation for lumbosacral fusion. *J Bone Joint Surg Am*, 1948; 30:560-565.
66. Roy-Camille R, Roy-Camille M, Demeulenaere C. Osteosynthesis of dorsal, lumbar, and lumbosacral spine with metallic plates screwed into vertebral pedicles and articular apophyses. *Presse Med*, 1970; 78:1447-1448.
67. Steffen AD, Biscup RS, Sitkowski DJ. Segmental spine plates with pedicle screw fixation. A new internal fixation device for disorders of the lumbar and thoracolumbar spine. *Clin Orthop*, 1986; 203: 45-53.
68. Dantas FLR, Prandini MN, Ferreira MAT. Comparison between posterior lumbar fusion with pedicle screws and posterior lumbar interbody fusion with pedicle screws in adult spondylolisthesis. *Arq Neuropsiquitar*, 2007; 65(3B): 764-70.

69. Mellin G. Correlations of spinal mobility with degree of chronic low back pain after correction for age and anthropometric factors. *Spine* 1987; 12(5): 464-468.
70. Williams JM, Haq I, Lee RY. Dynamic lumbar curvature measurement in acute and chronic low back pain sufferers. *Arch Phys Med Rehabil* 2012; 93: 2094-2099.
71. Jackson RP & McManus AC. Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex and size: A prospective controlled clinical study. *Spine* 1994; 19(14): 1611-1618.
72. Johnell O & Kanis JA. An estimate of the worldwide prevalence and disability associated with osteoporotic fractures. *Osteoporos Int*, 2006; 17(12):1726-1733.
73. Alexandru D & So W. Evaluation and management of vertebral compression fracture. *Perm J*, 2012; 16(4):46-51.
74. Becker S, Meissner J, Bartl R, Bretschneider W, Ogon M. Preliminary results with modified techniques of balloon kyphoplasty for vertebra plana, traumatic fractures and neoplasms. *Acta Orthop Belg*, 2006; 72(2):187-193.
75. Vaccaro AR & Silber JS. Post-traumatic spinal deformity. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2001; 26(24 Suppl):S111-8.
76. Garfin SR, Yuan HA, Reiley MA. New technologies in spine: kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2001; 26(14):1511-1515.
77. Koller H, Frank A, Hempfing A, et al. Long-term investigation of nonsurgical treatment for thoracolumbar and lumbar burst fractures: an outcome analysis in sight of spinopelvic balance. *Eur Spine J*, 2008; 17(8):1073-1095.
78. Van Meirhaeghe J, Bastian L, Boonen S, Ranstam J, Tillman JB, Wardlaw D. A randomized trial of balloon kyphoplasty and nonsurgical management for treating acute vertebral compression fractures: Vertebral body kyphosis correction and surgical parameters. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2013; 38(12):971-983.

79. Wang HJ, Giambini H, Zhang WJ, et al. A modified sagittal postural classification and its relationship to deformities and spinal mobility in a Chinese osteoporotic population. *PLoS ONE* 7(6):e38560.
80. Galibert P, Deramond H, Rosat P, Le GD. Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty. *Neurochirurgie*, 1987; 33:166–168.
81. Grohs JG, Matzner M, Trieb K, Krepler P. Minimal invasive stabilization of osteoporotic vertebral fractures: a prospective nonrandomized comparison of vertebroplasty and balloon kyphoplasty. *J Spinal Disord Tech*, 2005; 18:238–242.
82. Kumar K, Nguyen R, Bishop S. A comparative analysis of the results of vertebroplasty and kyphoplasty in osteoporotic compression fractures. *Neurosurgery*, 2010; 67(3Suppl): 171S–188S.
83. Schofer MD, Efe T, Timmesfeld N, Kortmann HR, Quante M. Comparison of kyphoplasty and vertebroplasty in the treatment of fresh vertebral compression fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2009; 129(10):1391–1399.
84. Hagg O, Fritzell P, Nordwall A. The clinical importance of changes in outcome scores after treatment for chronic low back pain. *Eur Spine J*, 2003; 12(1):12-20.
85. Fuentes S, Blondel B, Metellus P, et al. Percutaneous kyphoplasty and pedicle screw fixation for the management of thoraco-lumbar burst fracture. *Eur Spine J*, 2010; 19(8):1281-1287.
86. Papanastassiou ID, Phillips FM, Van Meirhaeghe J, et al. Comparing effects of kyphoplasty, vertebroplasty, and nonsurgical management in a systematic review of randomized and non-randomized controlled studies. *Eur Spine J*, 2012; 21(9):1826-1843.
87. Legaye J. Follow-up of the sagittal spine by optical technique. *Ann Phys Rehabil Med*, 2012; 55(2):76-92.
88. Gupta D, Filippov TV, Kirichenko AF, Kirichenko DE, Vernik IV, Sahu A, Sarwana S, Shevchenko P, Talalaevskii A, Mukhanov OA. Digital Channelizing Radio Frequency Receiver. *IEEE Transactions on applied superconductivity*, 2007; 17(2): 430-437.

89. Breed G. RF signal conditioning for analogue-to-digital conversion. *High Frequency Electronics*, 2007: 48-50.
90. Graves JE, Pollock ML, Carpenter DM, Leggett SH, Jones A, MacMillan M, Fulton M. Quantitative assessment of full range-of-motion isometric lumbar extension strength. *Spine (Philadelphia Pa 1976)*, 1990; 15(4):289-294.
91. Severinsson Y, Elisson L, Bunketorp O. Reliability of measuring the cervical sagittal translation mobility with a simple method in a clinical setting. *Rehabilitation Research and Practice*, 2012; 9.
92. Topalidou A, Tzagarakis G, Souvatzis X, et al. Evaluation of the reliability of a new non-invasive method for assessing the functionality and mobility of the spine. *Acta Bioeng Biomech*. 2014; 16(1) (Accepted for publication).
93. Lafage V, Schwab F, Skalli W, Hawkinson N, Gegey PM, Ondra S, Farcy JP. Standing balance and sagittal plane deformity analysis of spinopelvic and gravity line parameters. *Spine*, 2008; 33(14): 1572-1578.
94. Borges PA, Ocampos GP, Filho JAM, Letaif OB, Marcon RM, Cristante AF. The sagittal balance in idiopathic and neuromuscular scoliosis. *Acta Orthop Bras*, 2014; 22(4): 179-182.
95. Breivik H, Borchgrevink PC, Allen SM, Rosseland LA, Romundstad L, Breivik Hals EK, Kvarstein G, Stubhaug A. Assessment of pain. *British Journal of Anaesthesia* 2008; 101(1): 17-24.
96. Fairbank JC & Pynsent PB. The Oswestry Disability Index. *Spine* 2000; 25(22): 2940-2952.
97. Jenkinson C. The SF-36 physical and mental summary measures: an example of how to interpret scores. *Journal of Health Services and Research Policy*, 1998; 3: 92-96.
98. Misailidou V, Malliou P, Beneka A, Karagiannidis A, Godolias G. Assessment of patients with neck pain: a review of definitions, selection criteria, and measurement tools. *Journal of Chiropractic Medicine*, 2010; 9:49-59.

99. Jones KR, Vojir CP, Hutt E, Fink R. Determining mild, moderate, and severe pain equivalency across pain-intensity tools in nursing home residents. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 2007; 44(2):305-314.
100. Perneger TV. What's wrong with Bonferroni adjustments? *British Medical Journal*, 1998; 316:1236-1238.
101. Weir J. Quantifying test-retest reliability using the Intraclass Correlation Coefficient and the SEM. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2005; 19(1):231-240.
102. Chinn S. Repeatability and method comparison. *Thorax*, 1991; 46:454-456.
103. Fenter PC, Bellew JW, Pitts TA, Kay RE. Reliability of stabilised commercial dynamometers for measuring hip abduction strength: a pilot study. *British journal of sports medicine*, 2003; 37:331-334.
104. Vaz G, Roussouly P, Berthonnaud E, Dimnet J. Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine. *Eur Spine J*, 2002; 11:80-87.
105. Post RB & Leferink VJM. Spinal mobility: sagittal range of motion measured with the SpinalMouse, a new non-invasive device. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 2004; 124:187-192.
106. Carlucci L, Chiu JC, Cilifford TJ. Spinal mouse for assessment of spinal mobility. *The Internet Journal of Minimally Invasive Spinal Technology*, 2001; 1:30-31.
107. Kellis E, Adamou G, Tziliou G, Emmanouilidou M. Reliability of spinal range of motion in healthy boys using a skin-surface device. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 2008; 31(8):570-576.
108. Keller S, Mannion FA, Grob D. Reliability of a new measuring device "Spinal Mouse" in recording the sagittal profile of the back. *European Spine Journal*, 2000; 9:303.
109. Bautmans I, van Arken J, van Mackelenberg M, Mets T. Rehabilitation using manual mobilization for thoracic kyphosis in elderly postmenopausal patients with osteoporosis. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 2010; 42:129-135.

110. Bruton A, Conway JH, Holgate ST. Reliability: What is it, and how it is measured? *Physiotherapy*, 2000; 86:94-99.
111. Fleiss JL. The design and analysis of clinical experiments. New York, NY: Wiley, 1986.
112. Sleivert GG, Wenger HA. Reliability of measuring isometric and isokinetic peak torque, rate of torque development, integrated electromyography, and tibial nerve conduction velocity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 1994; 75:1315-1321.
113. Youdas JW, Suman VJ, Garrett TR. Reliability of measurements of lumbar spine sagittal mobility obtained with the flexible curve. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 1995; 21:13-20.
114. Chen SP, Samo DG, Chen EH, Crampton AR, Conrad KM, Egan L, Mitton J. Reliability of tree lumbar sagittal motion measurement methods: surface inclinometers. *J Occup Environ Med*, 1997; 39:217-223.
115. Dopf CA, Mandel SS, Geiger DF, Mayer PJ. Analysis of spine motion variability using a computerized goniometer compared to physical examination. A prospective clinical study. *Spine*, 1994; 19:586-595.
116. Rae PS, Waddell G, Venner RM. A simple technique for measuring lumbar spinal flexion. Its use in orthopaedic practice. *J R Coll Surg Edinb*. 1985;29(5):281-284.
117. Batti'e MC, Bigos SJ, Sheehy A, et al. Spinal flexibility and individual factors that influence it. *Phys Ther*. 1987;67(5):653-658.
118. Papadakis M, Sapkas G, Papadopoulos EC, Katonis P. Pathophysiology and biomechanics of the aging spine. *The Open Orthopaedics Journal* 2011; 5: 335-342.
119. Gilbert JW, Wheeler GR, Storey BB, Mick GE, Herder SL, Richardson G, Wyttenbach WH, Martin JC. Lumbar magnetic resonance imaging hypolordosis in symptomatic patients: association with paraspinal muscle spasms. *Journal of Chiropractic Medicine* 2009; 8(3): 95-100.
120. Park H, Zhang HY, Cho BY, Park JY. Change of lumbar motion after multi-level posterior dynamic stabilization with bioflex system: 1 year follow up. *Journal of Korean Neurosurgical Society* 2009; 46(4): 285-291.

121. Sengupta DK. Dynamic stabilization devices in the treatment of low back pain. *Neurol India* 2005; 53(4): 466-474
122. Chaleat-Valayer E, Mac-Thiong JM, Paquet J, Berthonnaud E, Siani F, Roussouly P. Sagittal spino-pelvic alignment in chronic low back pain. *European Spine Journal* 2011; 20(Suppl 5): 634-640.
123. Rose PS, Bridwell KH, Lenke LG, Cronen GA, Mulconrey DS, Buchowski JM, Kim YJ. Role of pelvic incidence, thoracic kyphosis, and patient factors on sagittal plane correction following pedicle subtraction osteotomy. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009; 34(8): 785-791.
124. Nowakowski A. Biomechanics of scoliosis. *Chir Narzadow Ruchu Orthop Pol* 2004; 69(5): 341-347.
125. Halm H. Ventral and dorsal correcting and stabilizing methods in idiopathic scoliosis. Long-term outcome. *Orthopade* 2000; 29(6): 543-562.
126. Guigui P. Spinal deformity in the adult. *Presse Med* 1999; 28(37): 2075-2085.
127. Riouallon G, Lachaniette CH, Poignard A, Allain J. Outcomes of anterior lumbar interbody fusion in low-grade isthmic spondylolisthesis in adults: a continuous series of 65 cases with an average follow-up of 6.6 years. *Orthop Traumatol Surg Res* 2013; 99(2): 155-161.
128. Giemza C, Bodnar A, Kabala T, Gruszecka D, Lipnicki W, Magiera P, Kowalski J. The efficiency assessment of rehabilitation with DBC method in low back pain patients. *Orthop Tramamol Rehabil* 2006; 8(6): 650-657.
129. Bell GR, Rothman RH, Booth RE et al. A study of computer-assisted tomography. II. Comparison of metrizamide myelography and computed tomography in the diagnosis of herniated lumbar disc and spinal stenosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 1883; 9(6): 522-526.
130. Boden SD, Davis DO, Dina TS, Patronas TS, Wiesel SW. Abnormal magnetic-resonance scans of lumbar spine in asymptomatic subjects. *J Bone Joint Surg Am* 1990; 72A:403-408.
131. Mardjetko SM, Connoly PJ, Shott S. Degenerative lumbar spondylolisthesis. A meta-analysis of literature 1970-1993. *Spine (Phila Pa 1976)* 1994; 19(20Suppl): 2256S-2265S.

132. Son S, Kim WK, Lee SG, Park CW, Lee K. A comparison of the clinical outcomes of decompression alone and fusion in elderly patients with two-level or more lumbar spinal stenosis. *J Korean Neurosurg Soc* 2013; 53(1): 19-25.
133. Kok D, Grevitt M, Wapstra FH, Veldhuizen AG. The memory metal spinal system in posterior lumbar interbody fusion (PLIF) procedure: A prospective, non-comparative study to evaluate the safety and performance. *The Open Orthopaedics Journal* 2012; 6: 220-225.
134. Logroscino CA, Proietti L, Pola E, Scaramuzza L, Tamburrelli FC. A minimally invasive posterior lumbar interbody fusion for degenerative lumbar spine instabilities. *Eur Spine J* 2011; 20(Suppl1): 41S-45S.
135. Quirno M, Kamerlink JR, Goldstein JA, Spivak JM, Bendo JA, Errico TJ. Outcomes analysis of anterior-posterior fusion for low grade isthmic spondylolisthesis. *Bull NYU Hosp Jt Dis* 2011; 69(4): 316-319
136. Nevitt MC, Ettinger B, Black DM, Stone K, Jamal SA, Ensrud K, Segal M, Genant HK, Cummings SR. The association of radiographically detected vertebral fractures with back pain and function: a prospective study. *Annals of Internal Medicine*. 1998, 128(10):793-800.
137. Boonen S, Van Meirhaeghe J, Bastian L, Cummings SR, Ranstam J, Tillman JB, Eastell R, Talmadge K, Wardlaw D. Balloon kyphoplasty for the treatment of acute vertebral compression fractures: 2-year results from a randomized trial. *J Bone Miner Res*, 2011; 26(7): 1627-1637.
138. Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, Dimnet J. Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2005; 30(3): 346-353.
139. Barrey C, Jund J, Nosedà O, Roussouly P. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases. *Eur Spine J*, 2007; 16(9): 1459-1467.
140. Mac-Thiong JM, Roussouly P, Berthonnaud E, Guigui P. Age- and sex-related variations in sagittal sacropelvic morphology and balance in asymptomatic adults. *Eur Spine J*, 2011; 20 (Suppl 5): S572-S577.
141. Hinman MR. Comparison of thoracic kyphosis and postural stiffness in younger and older women. *Spine J*, 2004; 4(4): 413-417.

142. Ishikawa Y, Miyakoshi N, Kasukawa Y, Hongo M, Shomada Y. Spinal curvature and postural balance in patients with osteoporosis. *Osteoporos Int*, 2009; 20(12): 2049-2053.
143. Wang HJ, Giambini H, Zhang WJ, et al. A modified sagittal postural classification and its relationship to deformities and spinal mobility in a Chinese osteoporotic population. *PLoS ONE*, 2012; 7(6):e38560.
144. Fuentes S, Blondel B, Metellus P, Gaudart J, Adetchessi T, Dufour H. Percutaneous kyphoplasty and pedicle screw fixation for the management of thoraco-lumbar burst fractures. *Eur Spine J*, 2010; 19(8):1281-1287.
145. Garfin SR, Yuan HA, Reiley MA. New technologies in spine: kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2001; 26(14):1511-1515.
146. Papanastassiou ID, Phillips FM, Van Meirhaeghe J, et al. Comparing effects of kyphoplasty, vertebroplasty, and nonsurgical management in a systematic review of randomized and non-randomized controlled studies. *Eur Spine J*, 2012; 21(9):1826-1843.
147. Taylor RS, Fritzell P, Taylor RJ. Balloon kyphoplasty in the management of vertebral compression fractures: an updated systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J*, 2007; 16(8): 1085-1100.
148. Legaye J. Follow-up of the sagittal spine by optical technique. *Ann Phys Rehabil Med*, 2012; 55(2):76-92.
149. Barrey C, Jund J, Nosedá O, Roussouly P. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases. *Eur Spine J*, 2007; 16(9): 1459-1467.

Συντομογραφίες

AE:	Από όρθια θέση σε πλήρη έκταση (κίνηση)
AF:	Από όρθια θέση σε πλήρη κάμψη (κίνηση)
ANOVA:	ANalysis Of Variance – Ανάλυση διακύμανσης
AUC:	Area Under the Curve – Περιοχή κάτω από την καμπύλη
BKP:	Balloon Kyphoplasty Procedure – Κυφοπλαστική (με μπαλόνη)
CI:	Confidence Interval – Διάστημα εμπιστοσύνης
CT:	Computed Tomography – Αξονική Τομογραφία
FE:	Από πλήρη κάμψη σε πλήρη έκταση (κίνηση)
ICC:	Intraclass Correlation Coefficient - Συντελεστής ενδοταξικής συσχέτισης
Incl:	Overall trunk inclination – Συνολική κλίση του κορμού
Left:	Πλάγια κάμψη αριστερά (μετωπιαίο επίπεδο)
LR:	Από πλάγια κάμψη αριστερά σε πλάγια κάμψη δεξιά (κίνηση)
MRI:	Magnetic Resonance Imaging – Μαγνητική Τομογραφία
ODI:	Oswestry Disability Index – Δείκτης ανικανότητας Oswestry
QOL:	Quality Of Life – Ποιότητα ζωής
Right:	Πλάγια κάμψη δεξιά (μετωπιαίο επίπεδο)
ROC:	Receiver operating characteristic – Λειτουργικός χαρακτηριστικός δείκτης
ROM:	Range Of Motion – Εύρος κίνησης
Sac_Hip:	HIP SACral angle – η γωνία που σχηματίζει το ιερό οστό με το κέντρο της μηριαίας κεφαλής
SD:	Standard Deviation – Τυπική απόκλιση
SEM:	Standard Error of the Mean - Σταθμισμένο σφάλμα μέτρησης
SL:	Από όρθια θέση σε πλήρη πλάγια κάμψη αριστερά (κίνηση)
SR:	Από όρθια θέση σε πλήρη πλάγια κάμψη δεξιά (κίνηση)

VAS:	Visual Analogue Scale – Οπτική αναλογική κλίμακα
VF:	Vertebral Fractures – Σπονδυλικό κάταγμα
ΑΜΣΣ:	Αυχενική Μοίρα Σπονδυλικής Στήλης
ΘΜΣΣ:	Θωρακική Μοίρα Σπονδυλικής Στήλης
ΘΟΜΣΣ:	Θωρακοσφυϊκή Μοίρα Σπονδυλικής Στήλης
ΟΕ:	Ομάδα Ελέγχου
ΟΜ:	Ομάδα Μελέτης
ΟΜ3-χπ:	Ομάδα Μελέτης 3 – χρόνιος πόνος
ΟΜ3-οπ:	Ομάδα Μελέτης 3 – όχι πόνος
ΟΜΣΣ:	Οσφυϊκή Μοίρα Σπονδυλικής Στήλης
ΣΣ:	Σπονδυλική Στήλη

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας τη διδακτορική μου διατριβή θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους ανθρώπους που αυτό το διάστημα συμπορεύτηκαν δίπλα μου.

Πρωτίστως, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους πρώτους τρεις καθηγητές με τους οποίους ξεκίνησα τη συγκεκριμένη εργασία. Τον Αν. Καθηγητή Ορθοπαιδικής Παύλο Κατόνη, τον Καθηγητή Ακτινολογίας Απόστολο Καραντάνα και τον Επίκουρο Καθηγητή Ιατρικής Φυσικής Θωμά Μαρή, για την εμπιστοσύνη που μου δείχνανε, τη βοήθειά τους, τη καθοδήγησή τους και τις γνώσεις που απλόχερα μοιράστηκαν μαζί μου. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την Επίκουρη Καθηγήτρια Αναισθησιολογίας Αλεξία (Αλεξάνδρα) Παπαϊωάννου, που εν συνεχεία ανέλαβε ως Α' Επιβλέπουσα τη διατριβή μου και την καθοδήγησή μου, καθώς και την Λέκτορα Ορθοπαιδικής Πόπη (Καλλιόπη) Αλπαντάκη. Η βοήθεια και η στήριξή τους ήταν ιδιαίτερα σημαντική για την περάτωση της διατριβής.

Συνάμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους Επιμελητές, τους Ειδικευομένους και το νοσηλευτικό προσωπικό της Ορθοπαιδικής Κλινικής του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Ηρακλείου..

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω το Κοινωφελές Ίδρυμα Αλέξανδρος Σ. Ωνάσης για τη στήριξή του όλα αυτά τα χρόνια και για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου, καθώς και την οικογένεια μου και τους ανθρώπους που σταθήκανε δίπλα μου.

Η συγγραφέας της διατριβής για την εκπόνηση αυτής, έλαβε Υποτροφία από το Κοινωφελές Ίδρυμα Αλέξανδρος Σ. Ωνάσης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ