

# Η Εμβιομηχανική Ανάλυση στάσης-δύναμης-αντοχής και ιδιοδεκτικότητας των δομών της σπονδυλικής στήλης με αντικειμενικές μεθόδους αξιολόγησης

B' ΜΕΡΟΣ

Γ. ΓΟΥΔΕΒΕΝΟΣ<sup>1</sup>, Ι. ΣΑΡΑΤΣΙΩΤΗΣ<sup>2</sup>, Ν.ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>D.N., P.T., Manual Medicine, Dr. of Manual Medicine - Φυσικοθεραπευτής, Επιστημονικός Συνεργάτης Ορθοπαιδικής Κλινικής Πανεπιστημίου Κρήτης Osteo-Physio Therapy Lab in Athens, Greece, <sup>2</sup>BSc, DC, D.Acup, Doctor of Chiropractic-NYCC, New York, USA, Contemporary Medical Acupuncture Osteo-Physio Therapy Lab in Athens, Greece, <sup>3</sup>Bsc, PT, MT

## Εκφύλιση Μεσοσπονδυλίου Δίσκου

- Από το κέντρο στην περιφέρεια (εικόνα 1)
- Από την περιφέρεια στο κέντρο (εικόνα 2)
- Πρωτογενής στροφική κάκωση των facet
- Δευτερογενής ρήξη του ινώδους δακτυλίου

## Εκφύλιση Μεσοσπονδυλίου Δίσκου: Μηχανικοί παράγοντες

- Θεωρία στροφικής κάκωσης: Πέραν των 3<sup>ο</sup> στις αρθρικές αποφύσεις. Η φυσική εξέλιξη μπορεί να είναι η ίαση ή αν εξακολουθήσουν οι επαναλαμβανόμενες κακώσεις θα έχουν σαν αποτέλεσμα τη ρήξη του ινώδους δακτυλίου από την περιφέρεια προς το κέντρο. Συνήθως στον Ο4-Ο5.
- Κάκωση σε οξεία υπερκάμψη: Πέραν των 7<sup>ο</sup> ανά σπόνδυλο. Ο μοναδικός μηχανισμός που μπορεί να προκαλέσει οξεία Κ.Μ.Δ.
- Θεωρία της συμπίεστικής κάκωσης: Μια συμπίεστική κάθετη φόρτιση μπορεί να προκαλέσει ρήξη της τελικής πλάκας με επακόλουθη κήλη (όζιοι του Schmorl). Φυσική εξέλιξη μπορεί να είναι η ίαση ή η διεύδυση του κοκκωματώδους ιστού της τελικής πλάκας εντός του δίσκου.

- Θεωρία των επαναλαμβανόμενων συμπίεστικών φορτίων σε κάμψη: Προκαλούν προβολή του δίσκου στην κατώτερη ΟΜΣΣ.
- Θεωρία κακώσεων μεσοσπονδυλίου δίσκου από δονήσεις: Ο δίσκος δονείται στα 4-6 Hz. Τα περισσότερα αυτοκίνητα έχουν ίδια δόνηση με το δίσκο. Όταν συντονίζεται, τότε επηρεάζεται η αιμάτωση του δίσκου λόγω απόφραξης αρτηριδίων. Έτσι, έχουμε ταχύτερη εκφύλιση δίσκου. Μπορεί να συμβεί κατά την οδήγηση πάνω από 2 ώρες.

## Εκφύλιση Μεσοσπονδυλίου Δίσκου: Χημική θεωρία

Στηρίζεται στο γεγονός ότι διάφορες χημικές μεταβολές στο δίσκο μπορεί να προκαλέσουν φλεγμονές και εκφύλιση του δίσκου. Οι μηχανικοί παράγοντες μπορεί να προκαλέσουν χημικές διαταραχές και επομένως κάποια χημική αντίδραση που θα έχει ως αποτέλεσμα την εκφύλιση του δίσκου.

## Τρεις παθολογικές φάσεις

- Dysfunction - Δυσλειτουργία
- Instability - Αστάθεια
- Stabilization - Σταθεροποίηση

## Στοιχεία διερεύνησης

- Ποιότητα Στάσης και Κίνησης Σπονδυλικής Στήλης (Τηλεμετρία) (εικόνα 3)
- Ποιότητα Στήριξης Μυϊκού Έργου Ισχύος (MedX) (εικόνα 4)
- Ποιότητα Εκτέλεσης Κινήσεων (Ιδιοδεκτικότητα) (εικόνα 5)

## Σύγχρονοι τρόποι αντικειμενικής μέτρησης της Σ.Σ.

- Τηλεμετρία (Spinal Mouse)
- Κινηματική και κινητική ανάλυση
- Εργομετρικά - ηλεκτρονικά μηχανήματα τύπου Medx
- Ηλεκτρονικά μηχανήματα ιδιοδεκτικότητας

## Κινητική Ανάλυση Σπονδυλικής Στήλης με τη Μέθοδο της Τηλεμετρίας (Spinal Mouse) (εικόνα 6)

- Μέτρηση σε οβελιαίο επίπεδο (εικόνα 7)
- Μέτρηση σε μετωπιαίο επίπεδο (εικόνα 8)
- Σπονδυλογράφημα (εικόνα 9)
- Μέτρηση Αυχενικής Μοίρας (εικόνα 10)
- Κάταγμα Θ3/Θ4 και σπονδυλολίση Ο4/Ο5 (εικόνα 11)
- Ευθειασμός οσφυϊκής μοίρας (flat back) (εικόνα 12)
- Κύφωση (εικόνα 13)
- Μεταβολή κύφωσης στην εκτατική θέση (εικόνα 14)
- Σκολίωση (εικόνα 15)
- Μετωπιαίο επίπεδο 1<sup>η</sup> μέτρηση (εικόνα 16)
- Μετωπιαίο επίπεδο 2<sup>η</sup> μέτρηση (εικόνα 17)
- Πιθανό συμπίεστικό κάταγμα (εικόνα 18)
- Στένωση σπονδυλικού σωλήνα (εικόνα 19)
- Στένωση σπονδυλικού σωλήνα με ευθειασμό Θ.Ο.Μ.Σ.Σ. (εικόνα 20)
- Κύφωση ανώτερης Θ.Μ.Σ.Σ. και σπονδυλίτιδα (εικόνα 21)
- Σποδυλοδεσία Ο3-Ι1 (εικόνα 22)
- Σπονδυλόλυση Ο3/Ο4 (εικόνα 23)

- Αγκυλοποιητική σπονδυλίτιδα (εικόνα 24)

## Έλεγχος αξιοπιστίας (σχήμα 1)

## Εργομετρικά - ηλεκτρονικά μηχανήματα τύπου Medx (εικόνα 25)

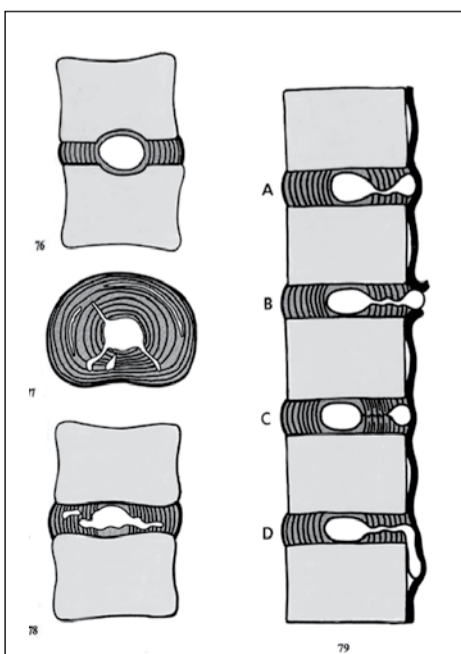
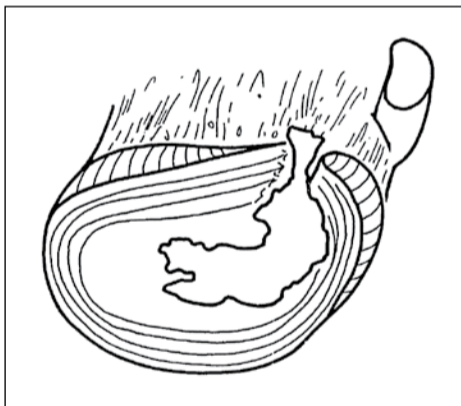
## ΗΜΓ καταγραφή των εν τω βάθει και επιπολής μυών της ΣΣ (εικόνα 26, 27)

## Εργομετρικό - ηλεκτρονικά μηχανήματα τύπου Medx για μέτρηση μυϊκού έργου-ισχύος και κινητικότητας της ΣΣ (εικόνα 28)

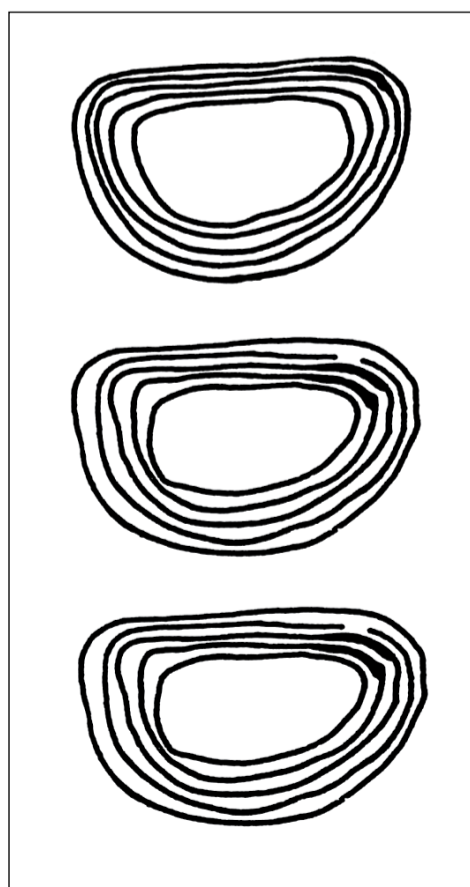
## Διόρθωση της ασυμμετρίας στη δύναμη και της στάσης σε ιδιοπαθή σκολίωση (Mooney et al, 2008, Spine)

Πρόσφατες έρευνες έχουν δείξει ότι η δύναμη της θωρακικής στροφής σε ερήβους με ιδιοπαθή σκολίωση είναι άνιση ανάμεσα στις 2 πλευρές (εικόνας 29, 30). Ο σκοπός της έρευνας αυτής ήταν να δείξει ότι η ασυμμετρία αυτή μπορεί να διορθωθεί με άσκηση αντίστασης και να δείξει και τυχόν αποτέλεσμα στις καμπύλες της σπονδυλικής στήλης. Η έρευνα διεξήχθη στο San Diego της Καλιφόρνια και το Auckland της Νέας Ζηλανδίας.

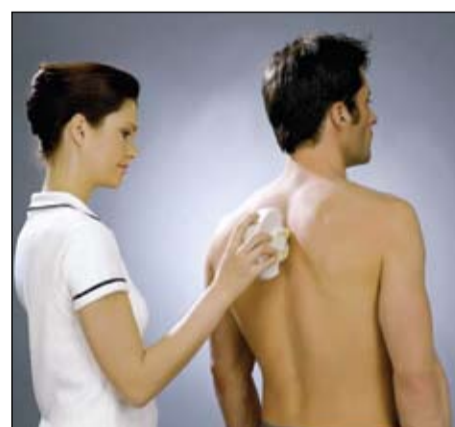
Το δείγμα ήταν 31 έφηβοι με ιδιοπαθή σκολίωση. Πραγματοποιήθηκαν ακτινογραφίες και



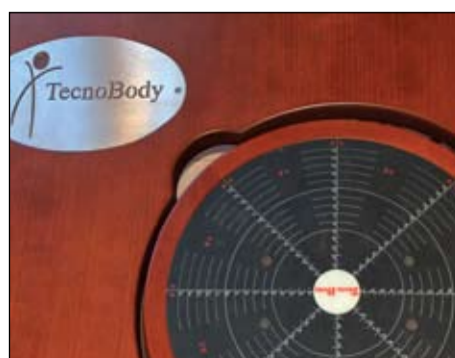
Εικόνα 1.



Εικόνα 2.



Εικόνα 3.



Εικόνα 5.

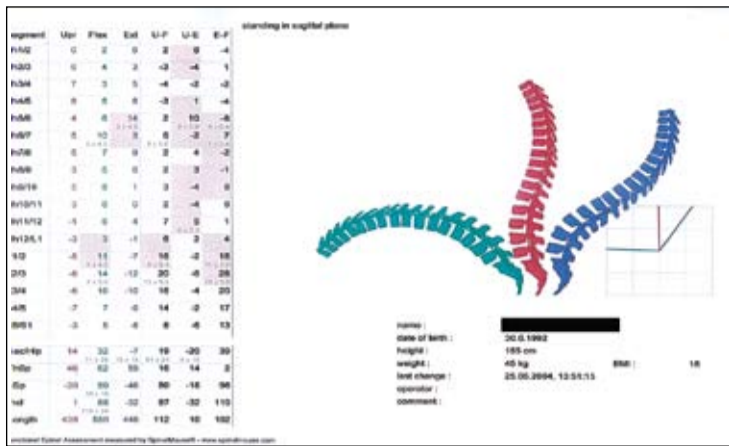


Εικόνα 4.

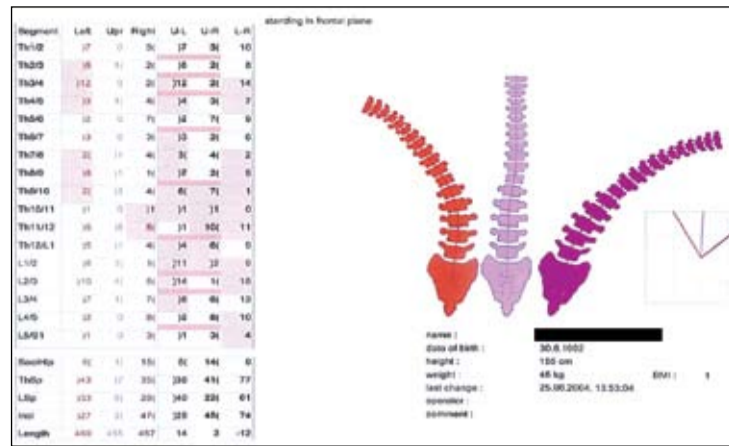


Εικόνα 6.

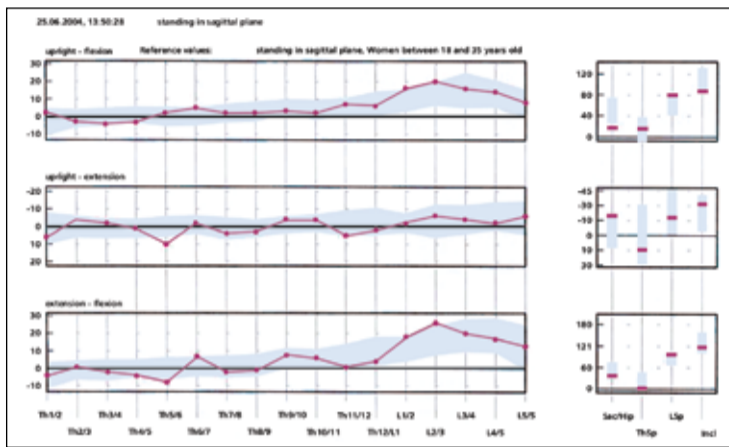




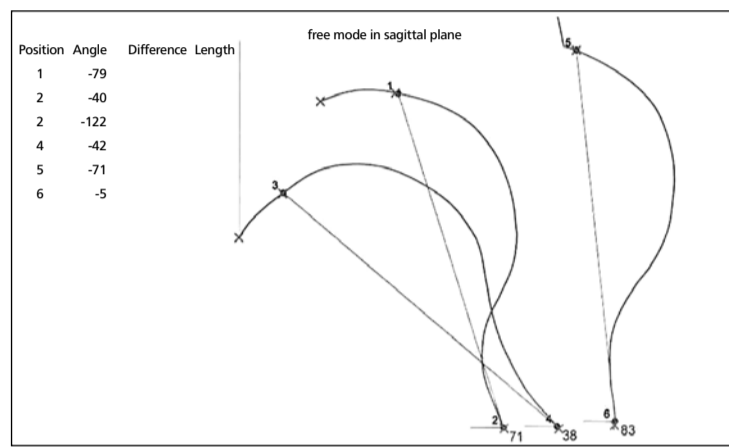
Εικόνα 7.



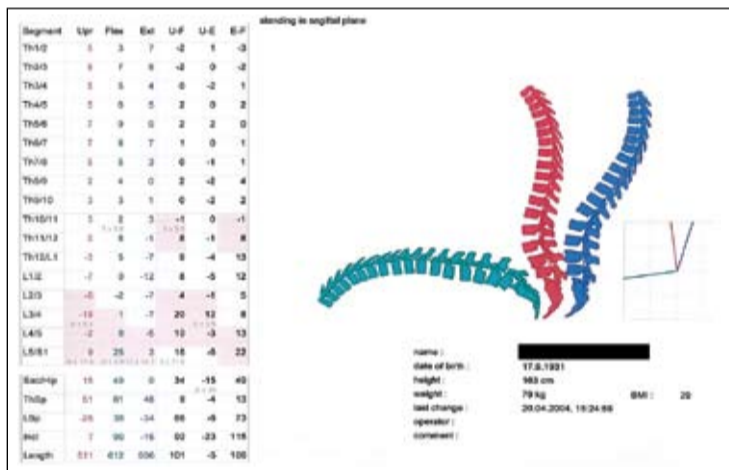
Εικόνα 8.



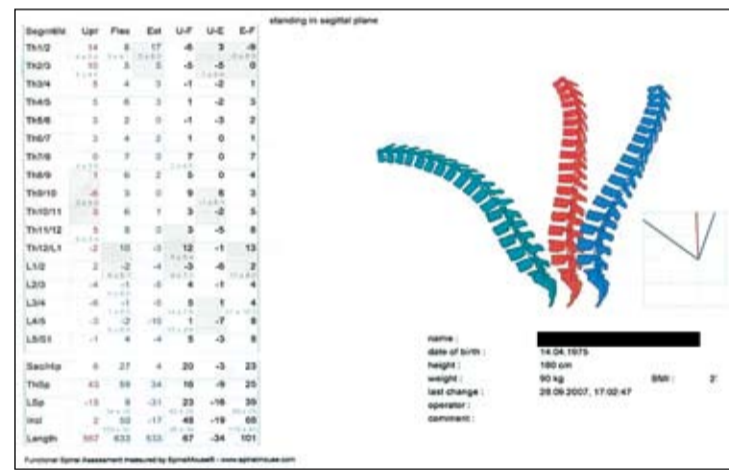
Εικόνα 9.



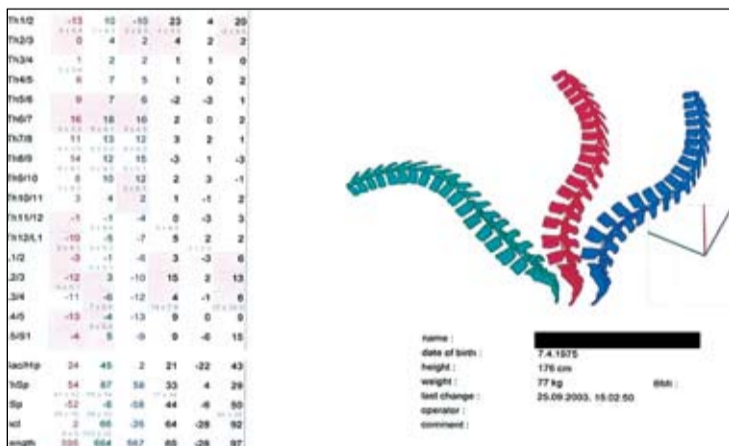
Εικόνα 10.



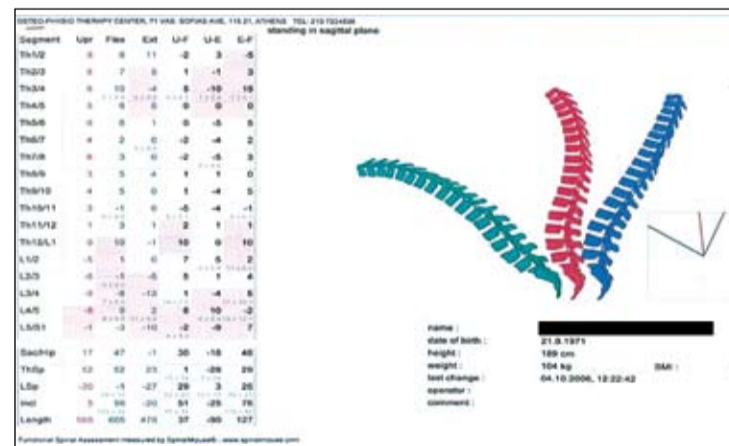
Εικόνα 11.



Εικόνα 12.



Εικόνα 13.



Εικόνα 14.

μετρήσεις θωρακικής δύναμης πριν και μετά τη θεραπεία. Όλοι οι ασθενείς έκαναν ακτινογραφία πριν την έρευνα με ευρήματα ιδιοπαθούς σκολίωσης. Μόνο σκολίωση μικρότερη των 45° περιελήφθη στην έρευνα.

Η μέτρηση της δύναμης και η θεραπεία έγινε σε μηχανήματα MedX θωρακικής στροφής, όπου η ηλεκτρική ήταν ακινητοποιημένη και ο κορμός ελέγχθηκε σε αντίσταση μέχρι να παρουσιαστεί κόπωση, πρώτα από δεξιά προς τα αριστερά και μετά από αριστερά προς τα δεξιά.

Το αρχικό βάρος ήταν 1/4 έως 1/2 του σωματικού βάρους, ανάλογα με την αντοχή του ασθενούς. Μόλις κατάφερε ο ασθενής να πραγματοποιήσει 20 επαναλήψεις, το βάρος αυξανόταν κατά περίπου 5%. Ακολούθησε άσκηση 2 φορές την εβδομάδα, μέχρι να φτάσουμε την μέγιστη δυνατή δύναμη που μπορούσε να επιτευχθεί.

Ακολούθησε άσκηση 1 φορά την εβδομάδα, μέχρι ο ακτινολογικός έλεγχος να δείξει σταθεροποίηση στην καμπυλότητα της σπονδυλικής στήλης.

Κανείς δε φορούσε κηδεμόνα κατά τη διάρκεια της έρευνας. Κανείς δεν παρουσίασε αύξηση στις μοίρες της σκολίωσης κατά τη διάρκεια της έρευνας. Ο Μ.Ο. της καμπυλότητας ήταν 29,5° (από 10° έως 45°) κατά την έναρξη της θεραπείας και 25,1° (minimum μείωση 4°, maximum μείωση 43°) κατά τη λήξη της θεραπείας.

Παρουσιάστηκε εξισορρόπηση στη δύναμη της θωρακικής στροφής μετά από περίπου 4 εβδομάδες άσκησης. Ο Μ.Ο. αλληλαγής της δύναμης ήταν 108,5% (minimum 35%, maximum 200%).

Όλοι οι ασθενείς ολοκλήρωσαν τη θεραπεία. Αρχικά, όλοι οι ασθενείς παρουσίασαν δια-

φορά στη δύναμη. Όταν όμως ακολούθησε άσκηση με σταθεροποιημένη τηλεκάνη και απομονωμένο τον κορμό, η δύναμη ήταν ίση στις 2 πλευρές σε περίπου 4 εβδομάδες. Κανείς δεν εμφάνισε αύξηση της σκολίωσης κατά τη διάρκεια της έρευνας. Οι περισσότεροι εμφάνισαν σημαντική βελτίωση στην καμπυλότητα της σπονδυλικής στήλης.

**Τρόποι Αντιμετώπισης Δυσλειτουργιών της Σ.Σ. (εικόνες 31-32)**

- Εργονομία
- Διόρθωση στάσης
- Εκμάθηση σωστής αναπνοής
- Ειδικές εκτατικές ασκήσεις
- Σταθεροποιητικές ασκήσεις

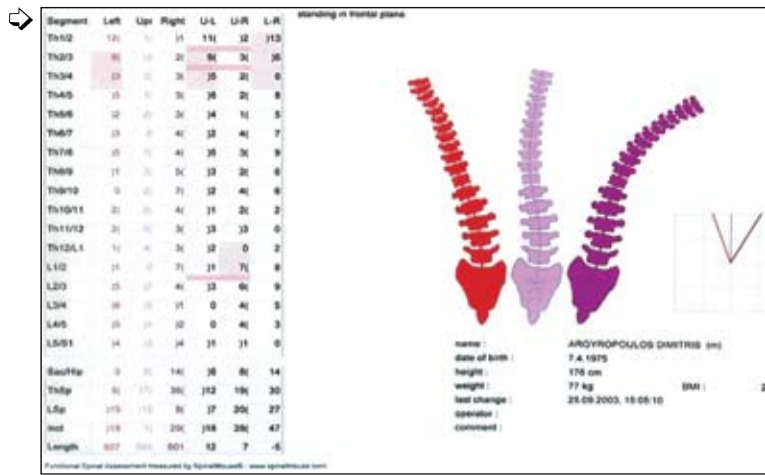
- Ασκήσεις ενδυνάμωσης με ειδικά εργομετρικά μηχανήματα
- Prokin

**Ορθοπαιδική εμβιομηχανική τεχνολογία**

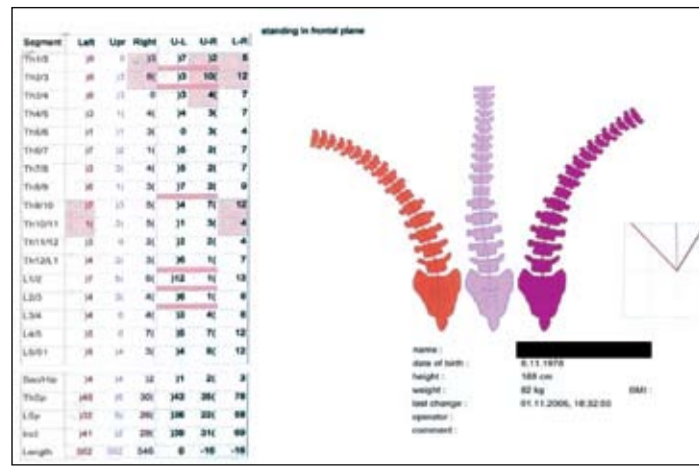
- Ορθοπαιδικά εμφυτεύματα (π.χ. αρθροπλαστικές, σπονδυλοδεσίες κ.λπ.)
- Ορθωτική τεχνολογία με ειδικούς κηδεμόνες σπονδυλικής στήλης
- Προσθετική τεχνολογία (τεχνητοί δίσκοι, μοσχεύματα, τεχνητά άκρα)

**«Ανεπάρκειες» στη θεραπεία και την πρόληψη της οσφυαλγίας**

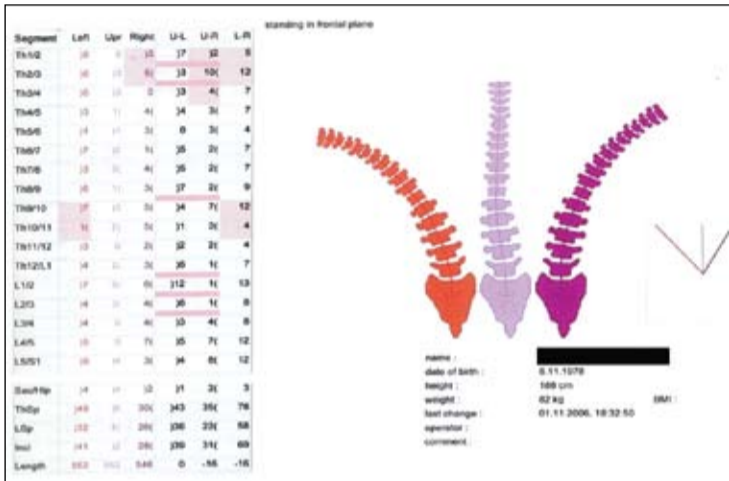
- Πληθώρα μελετών για την οσφυαλγία
- Σχέση σχήματος U της φόρτισης και του



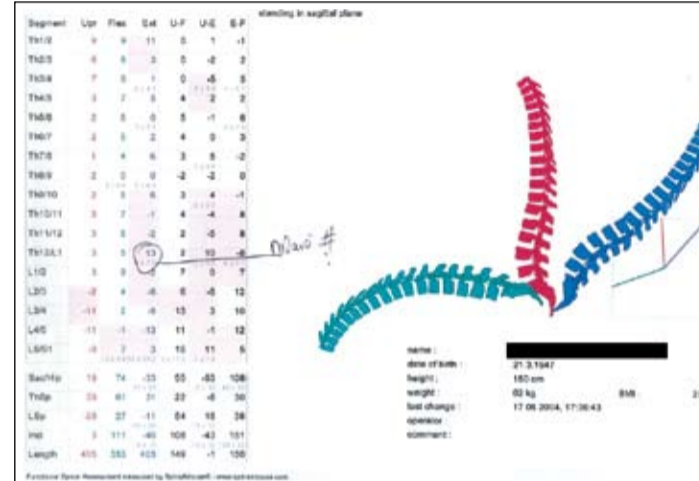
Εικόνα 15.



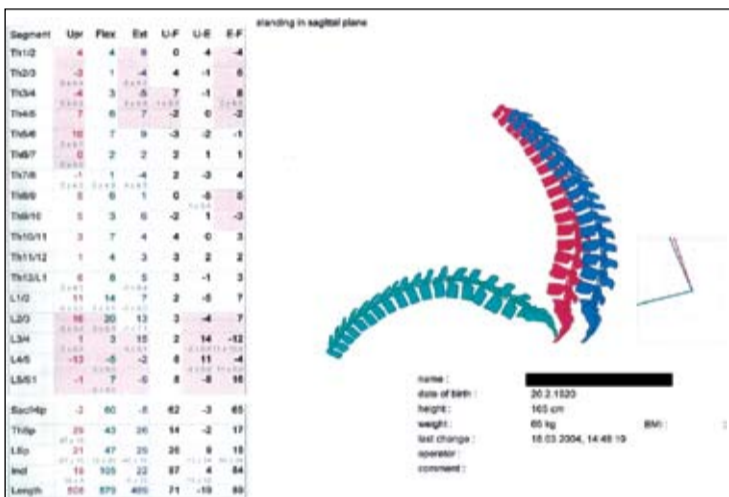
Εικόνα 16.



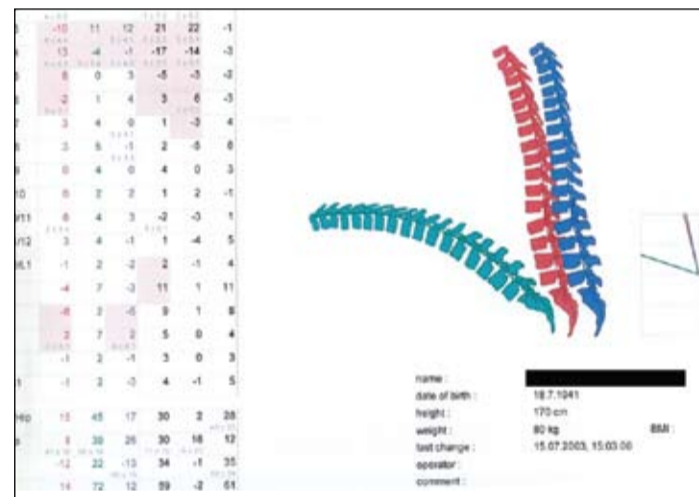
Εικόνα 17.



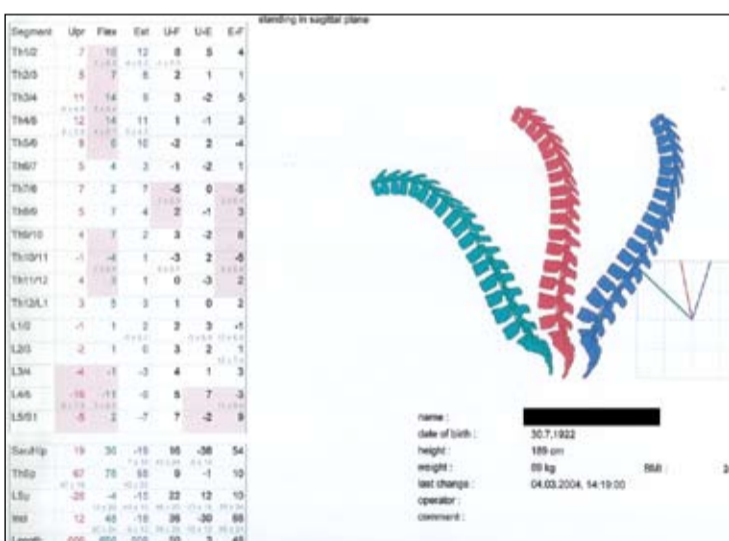
Εικόνα 18.



Εικόνα 19.



Εικόνα 20.



Εικόνα 21.

Variability (standard deviation SD, n=50)  
 (A) = trained (B) = untrained

Systematic (invariant spine shape - laying position)  
 (A): SD = +/- 0.8° (B): SD = +/- 1.3°

Intra-individual (repeated upright position after walking)  
 (A): SD = +/- 1.3° (B): SD = +/- 1.8°

Intra-rater reproducibility (n=50)  
 mean correlation coefficient r for segmental angles  
 (A): r = 0.97 (B): r = 0.94

Inter-rater reproducibility (4 trained raters; 20 healthy probands)  
 cross-correlation coefficient r = 0.93

Comparison with functional radiograph (Th11 to sacrum)  
 flexion-extension: r(segmn) = 0.84 r(lumb) = 0.95  
 upright-flexion: r(segmn) = 0.87 r(lumb) = 0.98

Σχήμα 1.

- επακόλουθου ρίσκου τραυματισμού
- Μεγάλο ρίσκο τραυματισμού με πολύ μικρή και πολύ μεγάλη φόρτιση
- Σχέση έντασης, διάρκειας της φόρτισης και της περιόδου ανάπαυσης

**Πρέπει ο πρωταρχικός σκοπός της αποκατάστασης να είναι η επανάκτηση του εύρους κίνησης;**

Αυξημένο εύρος κίνησης της ΣΣ μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο μελλοντικών τραυματι-

σμών (Battie et al, 1990, Biering-Sorenson, 1984, Burton-Tillotson, Troup, 1989). Ο κύριος λόγος για την αύξηση του ROM είναι η σύνδεση με το βαθμό ανικανότητας. Βάσει της αθλητικής κουλτούρας, αυξημένο ROM αυξάνει την επίδοση. Αυτό ισχύει για μερικές μόνο περιπτώσεις. Μπορεί να ισχύει για κάποιες αρθρώσεις, αλλά δεν ισχύει πάντα για τη ΣΣ. Η επιτυχής αποκατάσταση της οσφυαλγίας πολλές φορές καθυστερεί όταν ακολουθούνται αθλητικές πρακτικές.

**Μηχανική φόρτιση και ο μηχανισμός τραυματισμού**

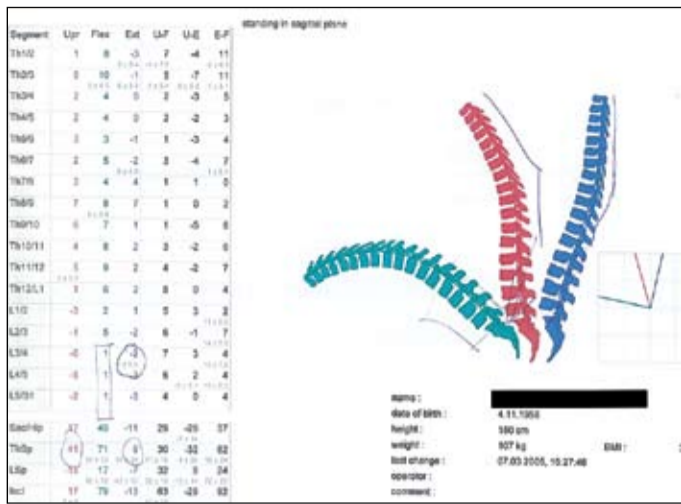
Το όριο ασφαλείας παρατηρείται στον πρώτο κύκλο της φόρτισης. Στο δεύτερο κύκλο φόρτισης, το φορτίο αυξάνεται, ενώ μειώνεται ταυτόχρονα το όριο ασφαλείας στο 0, οπότε και προκύπτει τραυματισμός. Ο οδηγός του snowboard θα δεχθεί αξονική φόρτιση στη ΣΣ, η οποία βρίσκεται σε πλήρη κάμψη. Ένα μοναδικό, αλλά μέγιστο φορτίο μπορεί να μειώσει το όριο ασφαλείας στο 0, αν το φορτίο

ξεπεράσει το όριο δύναμης των σπληνικών ιστών. Επαναλαμβανόμενα υπομέγιστα φορτία οδηγούν σε κόπωση, μειώνοντας την αντοχή, και οδηγώντας σε κάκωση (εικόνα 34).

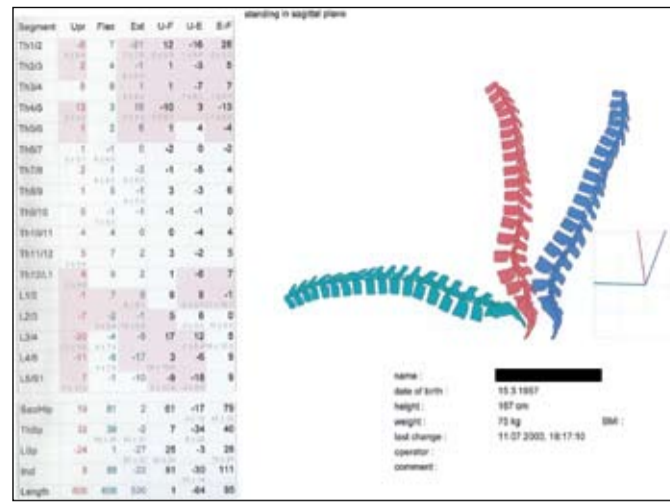
Οι εργάτες της εικόνας 35, που δουλεύουν με τη ΣΣ σε πλήρη κάμψη, φορτίζουν οπίσθιους παθητικούς ιστούς για μεγάλο χρονικό διάστημα. Μειώνεται έτσι η αντοχή των ιστών οδηγώντας σε κάκωση (εικόνα 36).

Η φόρτιση είναι απαραίτητη για την υγεία των ιστών. Όταν η φόρτιση και η επακόλου-

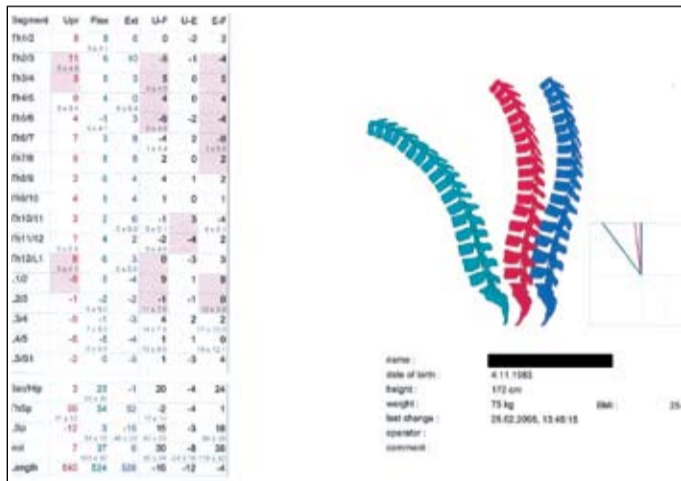




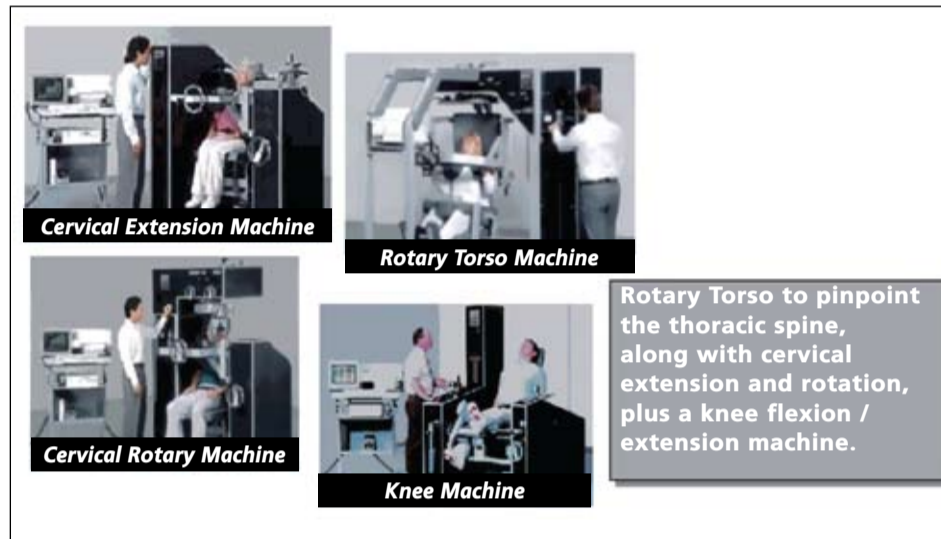
Εικόνα 22.



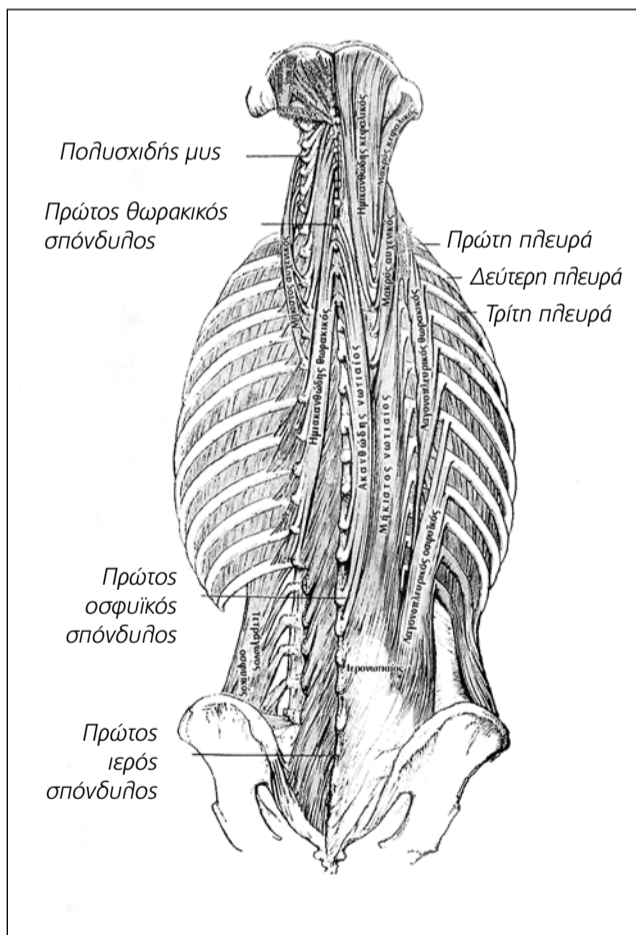
Εικόνα 23.



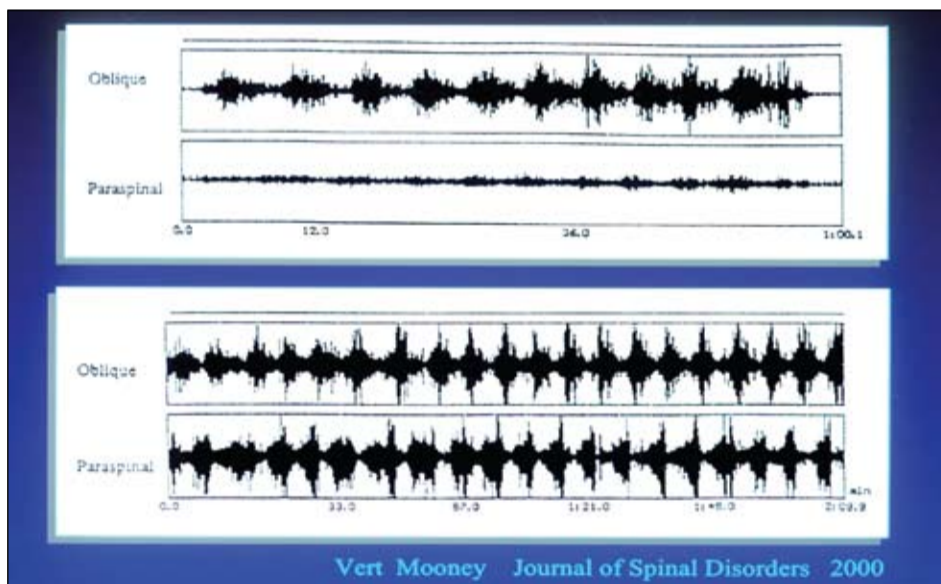
Εικόνα 24.



Εικόνα 25.



Εικόνα 26. Ράχη, εν τω βάθει μυς.



Εικόνα 27.

Η μείωση της αντοχής ακολουθούνται από περίοδο ανάπαυσης, έχουμε ως αντίδραση την αύξηση της αντοχής (εικόνα 36).

**Πολυδιάστατοι σύνδεσμοι ανάμεσα σε Εμβιομηχανικές, Ψυχοκοινωνικές και Προσωπικές Μεταβλητές - 3 σημαντικές έρευνες**

- Retrospective έρευνα Εργοστάσιο Boeing, 1986. 4645 τραυματισμοί (900 στην ΟΜΣΣ). Διάρκεια: 15 μήνες.
- Συσχετισμός ανάμεσα στον τραυματισμό και τη χαμηλή αυτοεκτίμηση έως και 6 μήνες πριν τον τραυματισμό.
- 1991 έρευνα με n=3020 (279 στην ΟΜΣΣ)

με συνεντεύξεις και ερωτηματολόγια που αφορούσαν την υποστήριξη από το οικογενειακό και το εργασιακό περιβάλλον και την εργασιακή ικανοποίηση. Ανέλυσαν ισομετρική δύναμη, ευκαμψία, αερόβια ικανότητα, ύψος και βάρος.

- Κατέληξαν ότι οι ψυχοκοινωνικές μεταβλητές έχουν τη μεγαλύτερη βαρύτητα. Όσοι δεν ήταν ικανοποιημένοι από την εργασία τους ήταν 1.85 φορές πιο πιθανό να αναφέρουν τραυματισμό. Αυτό δε σημαίνει ότι η μηχανική φόρτιση είναι ασήμαντη (Bigos et al, 1986).
- Έρευνα survey σε 400 επαγγέλματα, όπου απαιτείται η άρση βάρους.
- Ταξινομήθηκαν οι εργασίες ως χαμηλού, μετρίου και υψηλού κινδύνου για πρόκληση

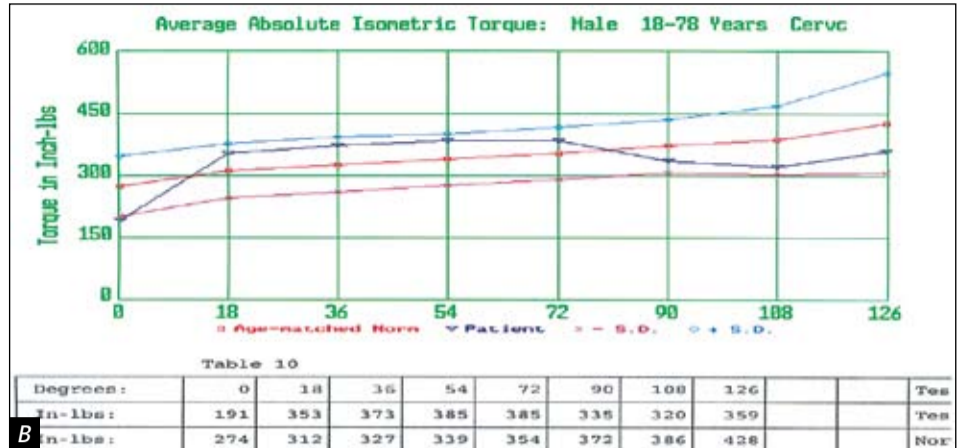
οσφυσαλγίας. Καταγράφηκαν διάφοροι εμβιομηχανικοί παράγοντες και η ικανοποίηση από την εργασία.

- Η πιο σημαντική μεταβλητή ήταν η μέγιστη ροπή της ΟΜΣΣ. Άλλοι παράγοντες ήταν η ταχύτητα κίνησης, το εύρος κίνησης, το μέγιστο βάρος, η συχνότητα άρσης και η ικανοποίηση από την εργασία (Marras et al, 1995).
- Έρευνα case-control σε αυτοκινητοβιομηχανία. Διάρκεια: 2 έτη. Πληθυσμός έρευνας: 104 ασθενείς με οσφυσαλγία και 130 control group.
- Χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια και εμβιομηχανικά στοιχεία.
- Οι σημαντικότερες μεταβλητές ήταν η μέγιστη απαιτούμενη δύναμη ΟΜΣΣ και χεριών, συμπίεση μεσοσπονδυλίου δίσκου, ικανοποίηση από την εργασία, υποστήριξη από το εργασιακό περιβάλλον και μορφωτικό επίπεδο (Norman et al, 1998).

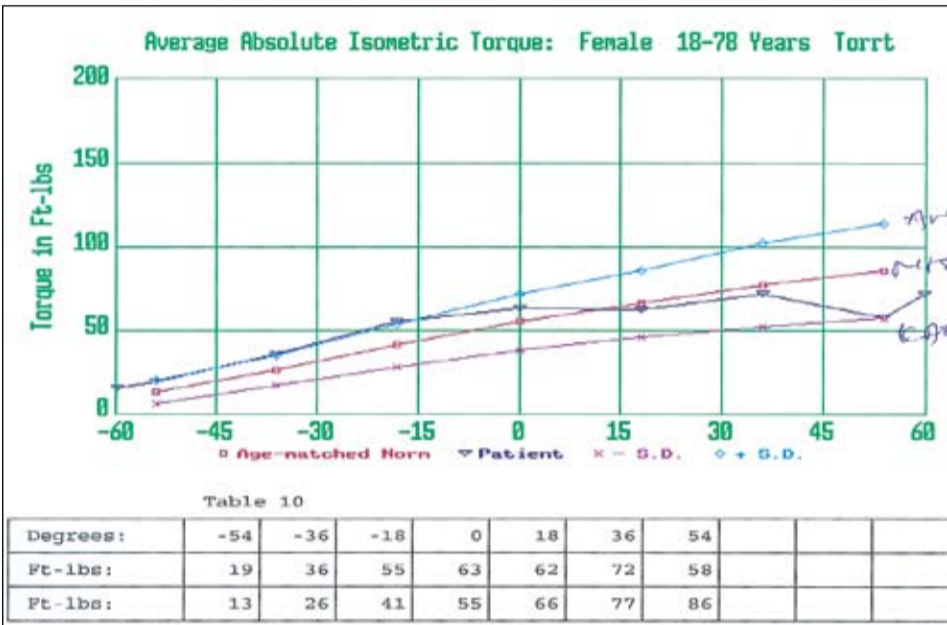
**Ποια η σημασία των στοιχείων ενός πρώτου τραυματισμού για την αιτία και την πρόληψη της οσφυσαλγίας;**

- Προηγούμενο ιστορικό οσφυσαλγίας είναι ισχυρή ένδειξη για μελλοντικό επεισόδιο με τον ίδιο μηχανισμό.
- Έρευνα σε αστυνομικούς, που φορούσαν >8kg εξοπλισμό σε σχέση με άλλους, που δε φορούσαν έδειξε γρηγορότερη εμφάνιση του 1ου επεισοδίου οσφυσαλγίας στην 1η ομάδα.
- Μεγάλη συσχέτιση ανάμεσα σε παραμονή σε όχημα >2 ώρες ημερησίως και σε εμφάνιση οσφυσαλγίας (Burton, Tillotson, Symond et al. 1996).
- Οι πτώσεις στον εργασιακό χώρο σχετίζονται με μεγαλύτερη περίοδο ανάρρωσης και μεγαλύτερη πιθανότητα επανάληψης (Troup, Martin, Llooyd, 1981).
- Τα άτομα με μεγαλύτερη κινητικότητα ΣΣ

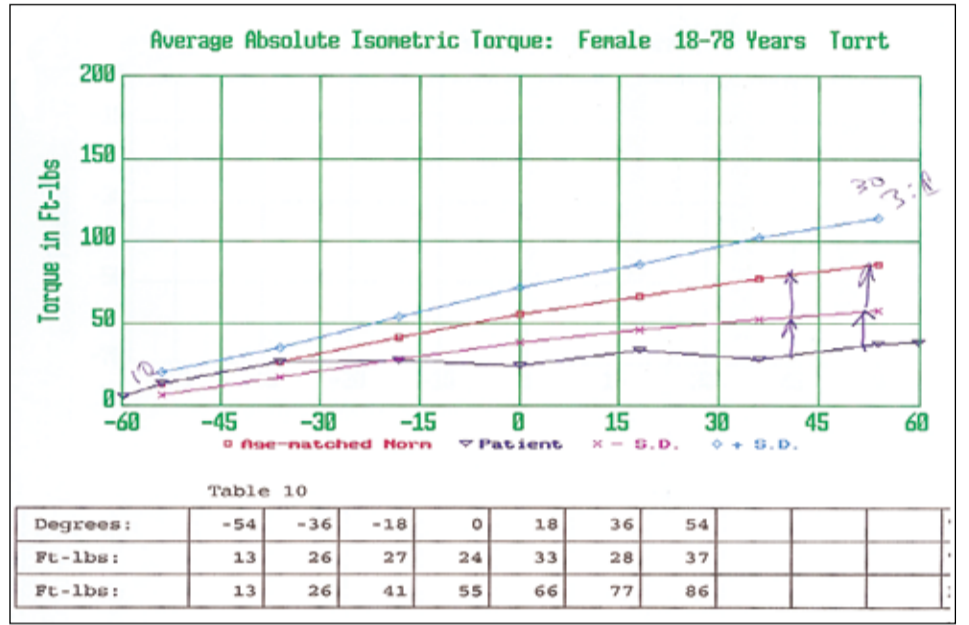




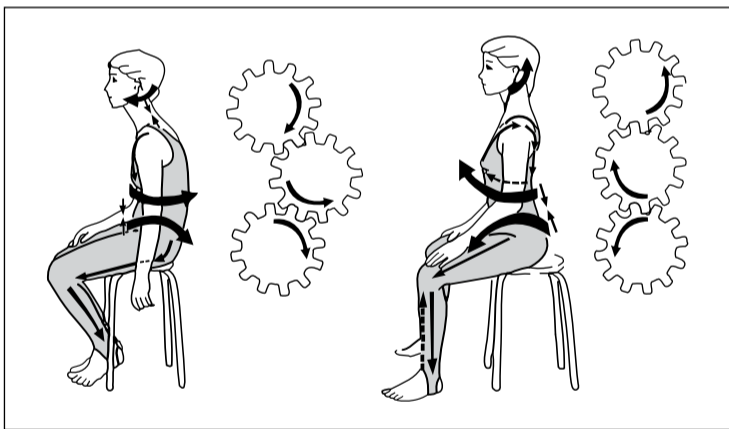
Εικόνα 28.



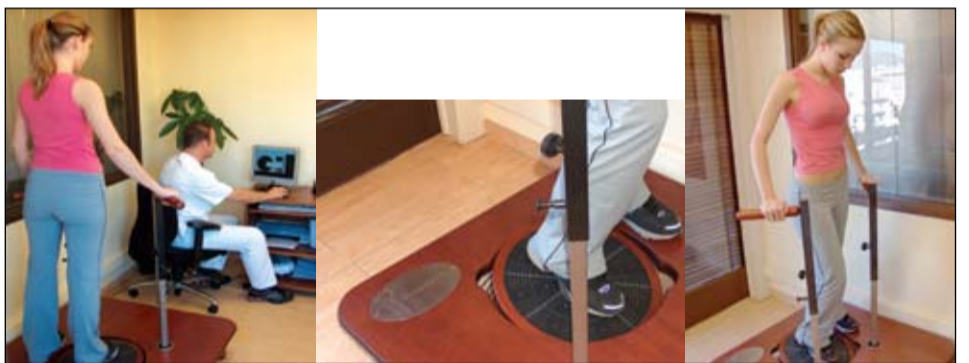
Εικόνα 29. Μέτρηση δύναμης θωρακικής μοίρας (αριστερή πλευρά).



Εικόνα 30. Μέτρηση δύναμης θωρακικής μοίρας (δεξιά πλευρά).



Εικόνα 31.



Εικόνα 33.



Εικόνα 32.



και λιγότερη αντοχή των εκτεινόντων της ΣΣ είχαν αυξημένη πιθανότητα να εμφανίσουν οσφυαλγία (Biering-Sorensen, 1984, Luoto, et al, 1995).

- Οι τραυματισμοί είναι πιο πιθανοί σε άτομα με ανεπαρκή μηχανισμό κινητικού ελέγχου (Berenton, McGill, 1999).

**Ποιοι εμβιομηχανικοί παράγοντες επηρεάζουν την οσφυαλγία;**

- Στατικές θέσεις εργασίας.
- Εργασία σε καθιστή θέση.
- Μεγάλη συχνότητα κάμψης και στροφής.
- Άρση, έλξη και ώθηση βάρους.
- Δόνηση.

**Τι υποστηρίζουν τα στοιχεία ερευνών;**

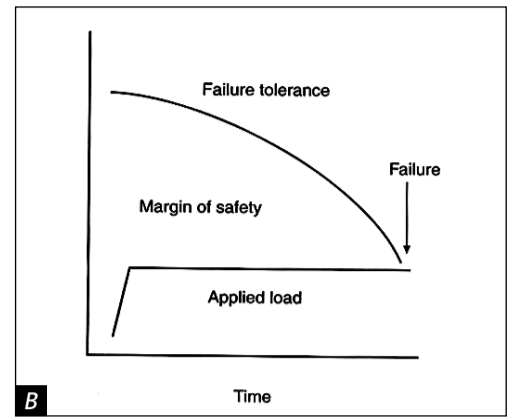
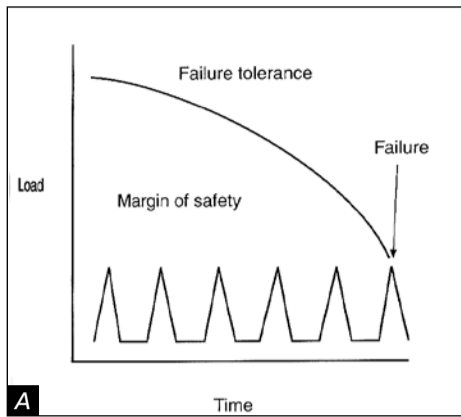
Οι εμβιομηχανικοί παράγοντες σχετίζονται με την πρώτη εμφάνιση οσφυαλγίας, την απουσία από τη δουλειά και πιθανά επόμενα επεισόδια. Οι ψυχοκοινωνικοί παράγοντες είναι εξίσου σημαντικοί, αλλά συνδέονται περισσότερο με επανεμφάνιση οσφυαλγίας. Οι ψυχοκοινωνικοί και οι εμβιομηχανικοί

παράγοντες αλληλοεπηρεάζονται, τόσο στην αιτία της απουσίας από τη δουλειά όσο και στην πορεία της αποκατάστασης. Η σχέση ανάμεσα στη φόρτιση και την οσφυαλγία είναι σχήματος U με τη βέλτιστη φόρτιση να είναι μετρίου επιπέδου.

Η κάκωση ιστών μπορεί να προκαλέσει αλληπάλληλες αλλαγές, που μπορεί να προκαλέσουν πόνο σε ορισμένες δραστηριότητες. Πολλοί τύποι κακώσεων των ιστών μπορεί να μην είναι εύκολο να διαγνωστούν με ιατρικές απεικονιστικές εξετάσεις. Μη-συγκεκριμένη διάγνωση λοιπόν δε σημαίνει ότι δεν υπάρχει μηχανική βλάβη.

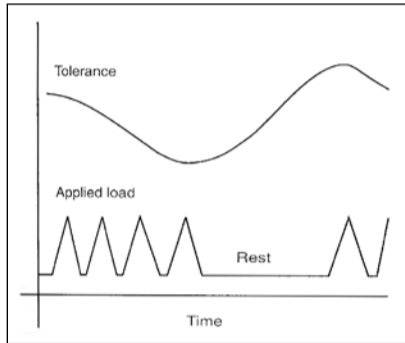
**Ενέργεια σε σχέση με τη δυσκαμψία και την αποθήκευση ελαστικής ενέργειας**

Αυξάνοντας τη μυϊκή ανελαστικότητα αυξάνεται η σταθερότητα και η ικανότητα να υποστηρίζονται μεγαλύτερα φορτία. Αν η ανελαστικότητα είναι ανάλογη και στις 2 πλευρές, η στήλη δεν ανατρέπεται. Αν αυξηθεί η ανελαστικότητα της μίας μόνο πλευράς, θα μειωθεί η αντοχή του συμπίεστικού φορτίου (εικόνα 37).



Εικόνα 34.

Εικόνα 35.



Εικόνα 36.

Η ανελαστικότητα και σταθερότητα της ΣΣ επιτυγχάνεται με σύνθετη αλληλεπίδραση

A) δομικών στοιχείων κατά μήκος της ΣΣ και

B) αυτών που σχηματίζουν το τείχος του κορμού (εικόνα 38). Η ισορροπημένη ανελαστικότητα σε όλες τις πλευρές της ΣΣ είναι πιο κρίσιμη για τη διασφάλιση της σταθερότητας από το να υπάρχουν υψηλές δυνάμεις σε μία μόνο πλευρά. Αν υπάρχει ανισορροπία της ελαστικότητας και της δύναμης μεταξύ των δομών της ΣΣ, τότε η ΣΣ θα γίνει ασταθής (εικόνα 39).

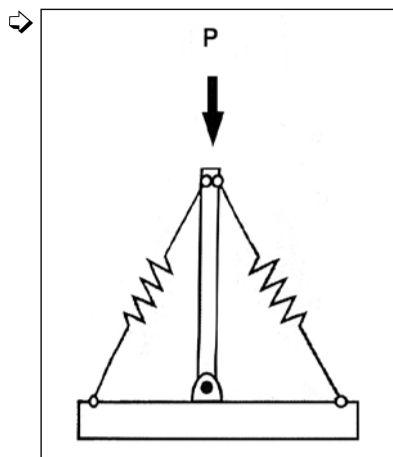
### Ανασκόπηση

- Διερεύνηση και εντοπισμός της αιτίας της πάθησης.
- Σχεδιασμός μεθοδολογίας.
- Έλεγχος του προγράμματός μας ανά τακτά χρονικά διαστήματα για την πορεία της κατάστασης.
- Cost-benefit → ratio
- Στοιχεία απαραίτητα για την επιτυχία της θεραπείας είναι τα εξής:
  - Αυτοεκτίμηση
  - Άρνηση = Ερώτηση που ζητάει απάντηση → στοιχειοθέτηση - τεκμηρίωση - εκπαίδευση - προσανατολισμός του ασθενή
  - Στόχοι ιδανικοί με τρόπους επιτυχούς
  - Εμπιστοσύνη αμοιβαία

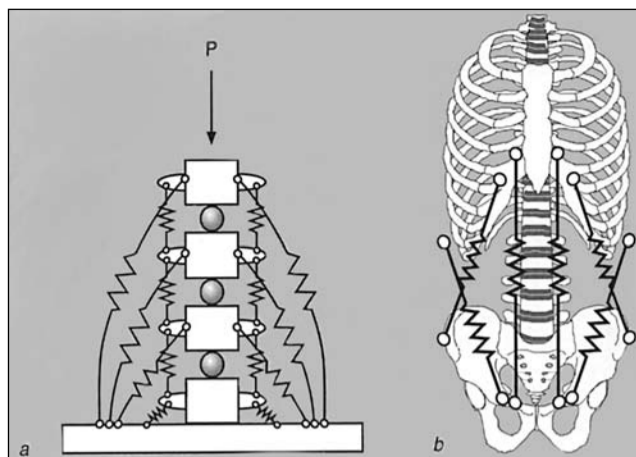
### Συμπέρασμα

Η εμβιομηχανική ανάλυση γίνεται με σύγχρονα μέσα καταγραφής και ανάλυσης βάρδισης, κίνησης, κινητικότητας και στάσης σπονδυλικής στήλης (όπως τηλεμετρία, ανάλυση μυϊκού έργου-ισχύος, ανάλυση βάρδισης με πελματογράφημα/βαροπόδομετρο κ.λπ.). Μπορεί να μας δώσει ουσιαστικές λύσεις στην ανεύρεση της αιτίας της πάθησης, φτάνοντας ίσως έτσι στην αιτιοπαθογενή αποκατάσταση και όχι στη συμπτωματική θεραπεία.

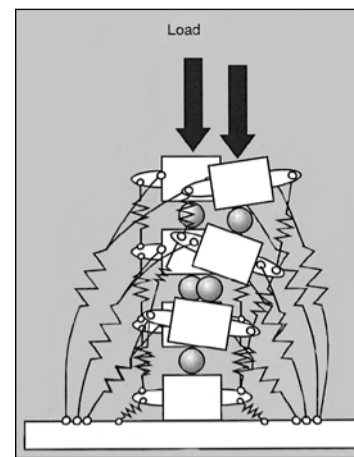
Οι νέες τεχνικές και μέθοδοι είναι πλέον στα χέρια των ειδικών, που, ως ομάδες και όχι ως μονάδες, μπορούν να αποκτήσουν καλύτερη μηχανολογική αντίληψη και μη-



Εικόνα 37.



Εικόνα 38.



Εικόνα 39.

χανική εφαρμογή, διατηρώντας έτσι όσο το δυνατόν την αρχιτεκτονική εικόνα του ανθρώπινου σώματος. Αρκεί να συνεργαστούν μεταξύ τους όλες οι διαφορετικές ειδικότητες που εμπλέκονται στη μελέτη, κατανόηση, θεραπεία και αποκατάσταση του μυοσκελετικού συστήματος του ανθρώπινου σώματος.

### Βιβλιογραφία

1. Nash L, Nicholson H, Lee AS, Johnson GM. Configuration of the connective tissue in the posterior atlanto-occipital interspace: a sheet plastination and confocal microscopy study. *Spine* 2005 Jun 15; 30(12):1359-66.
2. Dvorak J, Panjabi M, Gerber M, Wichmann W. CT-functional diagnostics of the rotatory instability of upper cervical spine. 1. An experimental study on cadavers. *Spine* 1987 Apr; 12(3):197-205.
3. Roche CJ, King SJ, Dangerfield PJ. The atlanto-axial joint: physiological range of rotation on MRI and CT. *Clin Radiol* 2002 Feb; 57(2):103-8
4. Barton JW, Margolis MT. Rotational obstructions of the vertebral artery at the atlantoaxial joint. *Neuroradiology* 1975 Aug 7; 9(3):117-20.
5. Hack GD et al. Anatomic relation between the rectus capitis posterior minor muscle and the dura mater. *Spine* 1995 Dec 1; 20(23):2484-6.
6. Helliwell PS, Evans PF, Wright V. The straight cervical spine: does it indicate muscle spasm? *J Bone Joint Surg Br.* 1994 Jan; 76(1):103-6.
7. Α. Χατζηπαύλου, Μ. Τζεμμαδιδανος, Ι. Γαϊτάνης. Σπονδυλική Στήλη: Τι πρέπει να γνωρίζετε. Ιατρικές Εκδόσεις Πασαλιδής: 2005.
8. Humphreys BK, Kenin S, Hubbard BB, Cramer GD. Investigation of connective tissue attachments to the cervical spinal dura mater. *Clin Anat* 2003 Mar; 16(2):152-9.
9. White III AA, Panjabi MM. Clinical biomechanics of the spine, 2nd edition, Kinematics of the spine: 1990, p. 88-89.
10. Bogduk N, Amino B, Percy M. A biological basis for instantaneous centres of rotation of the vertebral column. *Proc Inst Med Eng* 1995; 209(3):177-83.
11. Schneider G, Percy M, Bogduk. Abnormal motion in spondylolytic spondylolisthesis. *Spine* 2005; 30(10): 1159-1164.
12. Opper, Richard. Paradoxical motion, the cause of hypolordosis and kyphotic migration in the cervical spine secondary to hyperflexion/hyperextension injury. *J Am Chiro Assoc* 1999.
13. White III AA, Panjabi MM. Biomechanical considerations in the surgical management of cervical spondylolytic myelopathy. *Spine* 1988 Jul; 13(7):856-60.
14. Pellengahr C, Pfahler M, Kuhr M, Hohmann D. Influence of facet joint angles and asymmetric disk collapse on degenerative olisthesis of the cervical spine. *Orthopedics* 2000 Jul; 23(7):697-701.
15. Bronfort G, Evans R, Nelson B, Aker PD, Goldsmith CH, Vernon H. A randomized clinical trial of exercise and spinal manipulation for patients with chronic neck pain. *Spine*. 2001 Apr 1; 26(7):788-97.
16. Evans R, Bronfort G, Nelson B, Goldsmith CH. Two-year follow-up of a randomized clinical trial of spinal manipulation and two types of exercise for patients with chronic neck pain. *Spine* 2002 Nov 1; 27(21):2383-9.
17. Schultz S, Maximilian L. Measurement of shape and mobility of spinal column, validation of the spinal mouse by comparison with functional radiographs. University, 1999 Munich Germany.
18. Keller S. Reliability of a new measuring device (spinal mouse) in recording the sagittal profile of the back. *European Spine Journal* Aug 2000; Vol. 9.
19. Carlucci CC. Spinal mouse for assessment of spinal mobility. *J Minim Invasive Spinal*. 10