

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ**

**ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ**

**ΚΛΙΝΙΚΗ ΟΡΘΟΠΑΙΔΙΚΗΣ-ΤΡΑΥΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ**

Διευθυντής: Καθηγητής Αλέξανδρος Χατζηπαύλου

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**ΑΓΗΣΙΛΑΟΥ Κ. ΑΛΙΓΙΖΑΚΗ**

Ορθοπαιδικού Χειρουργού

**ΑΛΓΟΡΙΘΜΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ**

**ΣΤΟ ΧΕΙΡΙΣΜΟ ΤΩΝ**

**ΘΩΡΑΚΟΟΣΦΥΙΚΩΝ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ**

**Ηράκλειο 2002**

**Στους γονείς μου**  
**Στην Ευτυχία και τη Λύδια-Σμάρω**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ΠΡΟΛΟΓΟΣ

### ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

#### ΕΜΒΡΥΟΛΟΓΙΑ ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ 9 - 18

##### Εισαγωγή

##### 1.1 Ανάπτυξη του εμβρύου

##### 1.2 Ανάπτυξη του νευρικού συστήματος

##### 1.3 Ανάπτυξη των μηνίγγων-Σχέση νωτιαίου μυελού και Σπονδυλικής Στήλης

##### 1.4 Οργανογένεση σπονδυλικής στήλης

##### 1.5 Αύξηση της σπονδυλικής στήλης. Διαμόρφωση των φυσιολογικών

##### κυρτωμάτων

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ.

#### ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΑΤΟΜΙΑΣ ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ 19 - 30

##### 2.1 Οστά και σύνδεσμοι της θωρακοσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης

##### 2.2 Αγγεία και νεύρα της σπονδυλικής στήλης

##### 2.3. Οι αυτόχθονες μυς της σπονδυλικής στήλης και η νεύρωσή τους.

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

#### ΚΙΝΗΣΙΟΛΟΓΙΑ ΘΩΡΑΚΟΟΣΦΥΪΚΗΣ ΜΟΙΡΑΣ 31 - 35

##### 3.1 Οργάνωση της σπονδυλικής στήλης

##### 3.2 Η σπονδυλική στήλη σε κίνηση

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

#### ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΘΟΜΣΣ 36 - 46

##### 4.1 Φορτία και δυνάμεις που ασκούνται στη θωρακοσφυϊκή μοίρα

##### 4.2 Σταθερότητα της ΘΟΜΣΣ

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ**

### **ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΘΩΡΑΚΙΚΗΣ ΜΟΙΡΑΣ ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ 47-58**

#### **5.1 Ιστορικά στοιχεία**

#### **5.2 Ταξινομήσεις των κακώσεων της σπονδυλικής στήλης**

#### **5.3 Θεραπεία θωρακοσφυϊκών καταγμάτων**

## **ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ**

### **ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΤΩΝ ΘΩΡΑΚΟΟΣΦΥΪΚΩΝ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΕΩΝ ΤΟΥ GERTZBEIN ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ (LOAD SHARING). 59 - 73**

#### **6.1 Εισαγωγή**

#### **6.2 Υλικό-Μέθοδος**

#### **6.3 Αποτελέσματα**

#### **6.4 Συζήτηση**

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ**

### **ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ ΘΩΡΑΚΟΟΣΦΥΪΚΩΝ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΤΗΚΑΝ ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΑ ΜΕ ΠΡΩΪΜΗ ΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΘΗΚΑΝ ΜΕ ΤΗΝ ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ (LOAD SHARING SCORING). 74 - 88**

#### **7.1 Εισαγωγή**

#### **7.2 Υλικό-Μέθοδος**

#### **7.3 Αποτελέσματα**

#### **7.4 Συζήτηση**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ****ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΑΣΤΑΘΩΝ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ ΤΗΣ****ΘΩΡΑΚΟΟΣΦΥΙΚΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΕΩΝ ΤΟΥ****GERTZBEIN ΚΑΙ ΤΟΥ LOAD SHARING SCORING.****89 - 113****8.1 Εισαγωγή****8.2 Υλικό-Μέθοδος****8.3 Αποτελέσματα****8.4 Συζήτηση****ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ****114 -115****ΠΕΡΙΛΗΨΗ****116 - 118****SUMMARY****119 - 121**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Οι βλάβες της σπονδυλικής στήλης είναι γνωστές εδώ και χιλιάδες χρόνια. Από την εποχή του Ομήρου ο αναγνώστης μπορεί να διαπιστώσει τις αναφορές που γίνονται στις κακώσεις της σπονδυλικής στήλης. Ο Ιπποκράτης αργότερα, περιγράφει και τη θεραπεία, τονίζοντας παράλληλα τη σοβαρότητα της βλάβης.

Είναι γνωστό ότι το 50% των καταγμάτων της σπονδυλικής στήλης αφορούν τη θωρακοσφυϊκή μοίρα. Μέχρι σήμερα πολλές ταξινομήσεις έχουν προταθεί για την αξιολόγηση της σοβαρότητας και της πρόγνωσης της βλάβης, με σκοπό τη σωστότερη θεραπευτική αντιμετώπιση των ασθενών. Παρόλα αυτά μέχρι σήμερα δεν υπάρχει καμία ταξινόμηση που να πληρεί από μόνη της τις παραπάνω προϋποθέσεις.

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η έρευνα για την εύρεση της κατάλληλης ταξινόμησης και των παραγόντων που μπορούν να βοηθήσουν τον Ορθοπαιδικό στην αλγοριθμική προσέγγιση για τη θεραπεία των ασθενών με ασταθή κατάγματα της θωρακοσφυϊκής μοίρας με ή χωρίς νευρολογική βλάβη.

Τρεις σχετικές δημοσιεύσεις σε έγκυρα επιστημονικά περιοδικά έχουν προηγηθεί πριν η διατριβή πάρει τη σημερινή της μορφή: το *Acta Orthopaedica Belgica*, το *European Journal of Orthopaedics and Surgical Traumatology* και *Clinical Orthopaedics and Related Research*.

Αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω την τριμελή επιτροπή που όλο αυτό το διάστημα μου συμπαραστάθηκε: τους κ. Κων/νο Στεργιόπουλο, Αναπληρωτή καθηγητή, κ. Αστέριο Κατσαμούρη, Αναπληρωτή καθηγητή και κ. Σπύρο Καραμπέκιο, Επίκουρο καθηγητή. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή της Ορθοπαιδικής κ. Αλέξανδρο Χατζηπαύλου για τις πολύτιμες συμβουλές και καθοδήγηση στη συγγραφή των εργασιών και της διατριβής.

Επίσης τα μέλη της επταμελούς εξεταστικής επιτροπής:

κ. Παύλο Κατώνη, Επίκουρο καθηγητή, κ. Στέλιο Συμπυράκη, Καθηγητή και κ. Ελένη Ασκητοπούλου, Καθηγήτρια.

## **ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ**

### **ΕΜΒΡΥΟΛΟΓΙΑ ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ**

#### **Εισαγωγή**

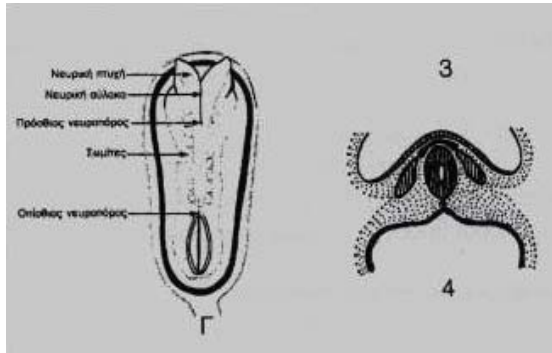
Η σπονδυλική στήλη είναι μεσοδερμικής - σωματικής προέλευσης. Η αρχή διάπλασής της βρίσκεται πολύ πίσω, στα πρώτα βήματα της εμβρυϊκής ζωής και λαμβάνει χώρα γύρω από τη νωτιαία χορδή, η οποία θα δώσει γένεση στο νωτιαίο σωλήνα. Η μελέτη επομένως της οργανογένεσης της σπονδυλικής στήλης από τη δεύτερη ακόμη εβδομάδα της εμβρυϊκής ζωής είναι χρήσιμη (1).

#### **1.1 Ανάπτυξη του εμβρύου**

Κατά τη δεύτερη εβδομάδα ζωής του εμβρύου τα κύτταρα της εμβρυοβλάστης διαφοροποιούνται σε δύο στοιβάδες, το ενδόδερμα και το εξώδερμα. Η βλαστοκύστη εμβυθίζεται πλήρως εντός του ενδομητρίου και εμφανίζεται το εξωεμβρυϊκό μεσόδερμα, ενώ παράλληλα παρατηρείται αύξηση του διπέταλου βλαστικού δίσκου (εξώδερμα, ενδόδερμα). Στην κεφαλική περιοχή το ενδόδερμα παρουσιάζει μια πάχυνση, την προχορδιαία πλάκα.

Τη τρίτη εβδομάδα ανάπτυξης του εμβρύου εμφανίζονται (2):

- 1) Η αρχική γραμμή (linea primitiva)
- 2) Ο κόμβος του Hansen
- 3) Σχηματίζεται το μεσόδερμα (τριπέταλος βλαστικός δίσκος) και
- 4) Η νωτιαία χορδή. Με την πρόοδο της ανάπτυξης η νωτιαία χορδή θα αποτελέσει τη βάση του αξονικού σκελετού (εικ. 1).



**Εικόνα 1.** Τέλος 3<sup>ης</sup> εβδομάδας. Σχηματισμός νευρικών πτυχών και νευρικής αύλακας.

### **A) Παράγωγα του εξωδέρματος**

Το νευρικό σύστημα εμφανίζεται αρχικά ως πάχυνση του εξωδέρματος, στενότερη στην αυχενική περιοχή και ευρύτερη στην κεφαλική. Η επιμήκης αυτή πλάκα αποτελεί τη νευρική πλάκα. Στο τέλος της τρίτης εβδομάδας τα πλάγια χείλη της νευρικής πλάκας σχηματίζουν τις νευρικές πτυχές με αποτέλεσμα η βαθύτερη μέση περιοχή να σχηματίζει τη νευρική αύλακα. Η ένωση των νευρικών πτυχών σχηματίζει το νευρικό σωλήνα. Ο νευρικός σωλήνας παραμένει προσωρινά σε επικοινωνία με την αμνιακή κοιλότητα μέσω του πρόσθιου και οπίσθιου νευροπόρου, οι οποίοι συγκλείονται την 25<sup>η</sup> και 27<sup>η</sup> ημέρα αντίστοιχα. Από το εξώδερμα γενικά προέρχονται τα όργανα και οι δομές που είναι υπεύθυνα για την επαφή του οργανισμού με το εξωτερικό περιβάλλον, όπως το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ), το περιφερικό νευρικό σύστημα και οι αισθητήριες απολήξεις για τα διάφορα όργανα όπως είναι η ρίνα, τα ώτα, οι οφθαλμοί, η επιδερμίδα και τα νύχια.

### **B) Παράγωγα μεσοδέρματος.**

Τα μεσοδερματικά κύτταρα σχηματίζουν ένα χαλαρό ιστό μεταξύ εξωδέρματος και ενδοδέρματος, γύρω από τη μέση γραμμή. Από τη 17<sup>η</sup> μέρα, τα μεσοδερματικά κύτταρα, που βρίσκονται κοντά στη μέση γραμμή, πολλαπλασιάζονται και σχηματίζουν το παρααξονικό μεσόδερμα. Στο τέλος της

τρίτης εβδομάδας, το παρααξονικό μεσόδερμα χωρίζεται σε ομάδες επιθηλιοειδών κυττάρων, τους σωμίτες. Το πρώτο ζεύγος σωμιτών εμφανίζεται κεφαλικά περί την εικοστή ημέρα της ανάπτυξης και ανά τρεις ημέρες ακολουθούν τα άλλα ζεύγη. Η κατεύθυνση είναι κεφαλικά προς ουραία, ώστε στο τέλος της 5<sup>ης</sup> εβδομάδας να έχουμε 42 - 44 ζεύγη σωμιτών: 4 ινιακούς, 8 αυχενικούς, 12 θωρακικούς, 5 οσφυϊκούς, 5 ιερούς και 8-10 κοκκυγικούς. Από αυτούς εξαφανίζονται αργότερα ο πρώτος ινιακός και οι τελευταίοι 5-7 κοκκυγικοί.

Από την αρχή της τέταρτης εβδομάδας, τα επιθηλιοειδή κύτταρα, που σχηματίζουν το κοιλιακό και μέσο τοίχωμα του σωμίτη, χάνουν την επιθηλιακή τους μορφή, μετατρέπονται σε πολύμορφα και μεταναστεύουν προς τη νωτιαία χορδή. Αυτά τα κύτταρα απαρτίζουν το σκληροτόμιο και σχηματίζουν το μεσέγγυμα. Τα κύτταρα αυτά θα περιβάλλουν το νωτιαίο μυελό και τη νωτιαία χορδή και στο μέλλον θα σχηματίσουν τη σπονδυλική στήλη. Από το πλάγιο και ραχιαίο σωμιτικό τοίχωμα, που ονομάζεται δερμοτόμιο, προέρχονται τα κύτταρα που θα σχηματίσουν το μυοτόμιο, το οποίο δίνει τη μυϊκή συνιστώσα κάθε επιπέδου. Όταν τα κύτταρα του δερμοτόμιου σχηματίσουν το μυοτόμιο, χάνουν την επιθηλιακή τους μορφή και διασκορπίζονται κάτω από το εξώδερμα και δημιουργούν την επιδερμίδα και τον υποδόριο ιστό του δέρματος.

Συνεπώς κάθε σωμίτης θα σχηματίσει το δικό του σκληροτόμιο που είναι υπεύθυνο για το σχηματισμό του χόνδρινου και οστικού στοιχείου του δεδομένου επιπέδου, το δικό του μυοτόμιο για το μυϊκό στοιχείο και το δερμοτόμιο για το δερματικό στοιχείο. Έτσι κάθε δερμοτόμιο και κάθε μυοτόμιο έχει τη δική του νεύρωση.

Η μελέτη των παραγώγων του ενδοδέρματος, από το οποίο προέρχεται το πεπτικό σύστημα δεν θα μας απασχολήσει σε αυτό το κεφάλαιο.

## 1.2 Ανάπτυξη νευρικού συστήματος.

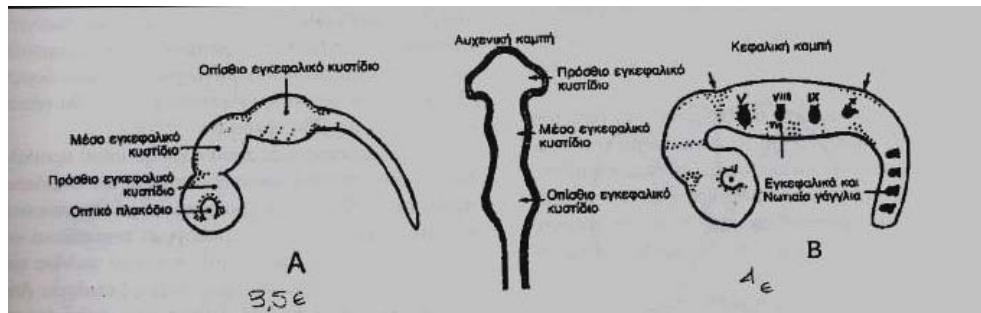
Το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ) αποτελείται από τον εγκέφαλο και το Νωτιαίο Μυελό (ΝΜ). Εμβρυολογικά το ΚΝΣ προέρχεται από το νευρικό σωλήνα, ενώ το μεγαλύτερο μέρος του περιφερικού νευρικού συστήματος προέρχεται από τη νευρική ακρολοφία, όπως είναι οι μήνιγγες, τα κύτταρα του Schwann και τα μελανοκύτταρα. Για τη φυσιολογική ανάπτυξη του νευρικού συστήματος, θεωρούνται απαραίτητες οι παρακάτω διεργασίες (3):

- 1) Η επαγωγή του εξωδέρματος από την απόφυση της νωτιαίας χορδής και το μεσέγγυμα.
- 2) Η ολοκληρωμένη σύγκλειση του νευρικού σωλήνα.
- 3) Ο φυσιολογικός κυτταρικός πολ/σμός, θάνατος και κυτταρική μετανάστευση.

Την τρίτη βδομάδα της ανάπτυξης σχηματίζεται μέσω της πάχυνσης του εξωδέρματος η νευρική πλάκα, η οποία θα σχηματίσει τη νευρική αύλακα και τις νευρικές πτυχές. Η σύγκλειση των κυττάρων των νευρικών πτυχών θα δώσει γένεση στο νευρικό σωλήνα, ενώ τα πλάγια χείλη της νευρικής πλάκας σχηματίζουν τη νευρική ακρολοφία. Τα κύτταρα αυτά, τελικά θα διαφοροποιηθούν σε κύτταρα νωτιαίων γαγγλίων, αισθητικών γαγγλίων εγκεφαλικών συζυγίων, αυτόνομων γαγγλίων συμπαθητικού και παρασυμπαθητικού, κυττάρων Schwann, μηνίγγων και άλλων δομών. Ο προσωρινά ανοικτός νευρικός σωλήνας θα κλείσει τελικά μέχρι την 28<sup>η</sup> μέρα ανάπτυξης.

Ο πολλαπλασιασμός του νευρικού ιστού δημιουργεί αύλακες, πτυχώσεις και διογκώσεις στον επιμήκη άξονα του εμβρύου. Το κρανιακό τμήμα του νευρικού σωλήνα περιέχει τα τρία πρωτογενή εγκεφαλικά κυστίδια (εικ. 2). Το υπόλοιπο τμήμα του νευρικού σωλήνα επιμηκύνεται, αλλά παραμένει μικρότερης διαμέτρου. Από

αυτό θα σχηματιστεί ο ΝΜ. Ταυτόχρονα εμφανίζονται καμπές επί του εμβρυϊκού σώματος. Ο ΝΜ αποτελείται από 3 στοιβάδες κυττάρων, που από το κέντρο προς την περιφέρεια είναι: α) η βλαστική ή κοιλιακή στοιβάδα, β) η ενδιάμεση στοιβάδα (μελλοντική φαιά ουσία), γ) η επιχείλια στοιβάδα, που σχηματίζεται από τις νευρικές ίνες των ινοβλαστών. Από αυτή θα προέλθει η λευκή ουσία του ΝΜ.



**Εικόνα 2.** Σχηματισμός εγκεφαλικών κυστιδίων και νωτιαίου μυελού. Α. Έμβρυο 3,5 εβδομάδων. Β. Έμβρυο 4 εβδομάδων, όπου τα βέλη δείχνουν την κεφαλική και αυχενική καμπή.

### 1.3 Ανάπτυξη των μηνίγγων - Σχέση νωτιαίου μυελού και Σπονδυλικής Στήλης.

Οι μηνίγγες προέρχονται από το χαλαρό μεσεγγυματικό ιστό των σκληροτομιών. Η χοριοειδής και η αραχνοειδής μήνιγγα προέρχονται από τα κύτταρα της νευρικής ακρολοφίας. Η σκληρή μήνιγγα περιβάλλει το ΝΜ από το ύψος του μείζονος ινιακού τρήματος, όπου διαμέσου αυτού συνεχίζεται στη σκληρά μήνιγγα του εγκεφάλου, έως το ύψος του 2<sup>ου</sup> ιερού σπονδύλου, περιβάλλοντας επίσης και τις ρίζες των νωτιαίων νεύρων, μεταπίπτοντας στο επινεύριο. Η μέση μήνιγγα, η αραχνοειδής, στον τελείως ανεπτυγμένο ΝΜ φθάνει μέχρι το επίπεδο του δεύτερου ιερού σπονδύλου και επεκτείνεται πλάγια περιβάλλοντας τις νευρικές ρίζες. Η χοριοειδής μήνιγγα είναι προσκολλημένη στο νευρικό ιστό και στέλνει ινώδη διαφράγματα στο νωτιαίο μυελό. Μεταξύ χοριοειδούς και αραχνοειδούς μήνιγγας υπάρχει ο υπαραχνοειδής χώρος που περιέχει το εγκεφαλονωτιαίο υγρό (ΕΝΥ) (4).

Ο ρυθμός ανάπτυξης του ΝΜ και του σπονδυλικού σωλήνα είναι ίδιος μέχρι τον 3<sup>ο</sup> εμβρυϊκό μήνα. Στη συνέχεια η Σπονδυλική Στήλη (ΣΣ) και η σκληρή μήνιγγα αυξάνουν πιο γρήγορα από το ΝΜ, έτσι ώστε κατά τη γέννηση αυτός να επεκτείνεται μέχρι το 2<sup>ο</sup> ή 3<sup>ο</sup> οσφυϊκό σπόνδυλο και κατά την ενηλικίωση στο 1<sup>ο</sup> οσφυϊκό σπόνδυλο. Το γεγονός ότι ο ρυθμός ανάπτυξης ΣΣ και ΝΜ δεν είναι παράλληλος, έχει ως αποτέλεσμα οι πρόσθιες και οπίσθιες ρίζες των νωτιαίων νεύρων, μετά την έκφυσή τους, να κατέρχονται λοξά μέσα στο νωτιαίο σωλήνα, προς το αντίστοιχο σημείο εξόδου τους. Από τις μήνιγγες, η σκληρή βρίσκεται προσκολλημένη στη ΣΣ, ενώ η χοριοειδής κατέρχεται συνοδεύοντας τις νωτιαίες ρίζες, σχηματίζοντας το τελικό νημάτιο. Το τελικό νημάτιο και οι λοξά προς τα κάτω πορευόμενες νωτιαίες ρίζες αποτελούν την ιππουρίδα, η οποία κατέρχεται μέσα στον υπαραχνοειδή χώρο, έως το επίπεδο του 2<sup>ου</sup> ιερού σπονδύλου (5).

#### **1.4 Οργανογένεση σπονδυλικής στήλης**

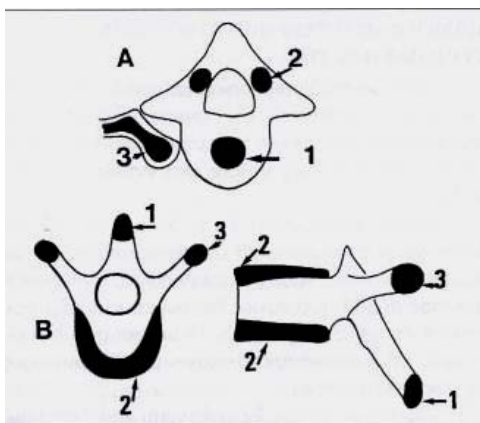
Η οστεοποίηση της σπονδυλικής στήλης διακρίνεται σε 3 στάδια (6):

1. Το προχόνδρινο
2. Της χονδροποίησης
3. Της οστεοποίησης

Στο πρώτο στάδιο, το προχόνδρινο κατά τη διάρκεια της 4<sup>ης</sup> εβδομάδας, τα κύτταρα του σκληροτομίου μεταναστεύουν προς 3 κατευθύνσεις: α) Ραχιαία. Τα μεσεγχυματικά κύτταρα σχηματίζουν το σπονδυλικό τόξο και συμμετέχουν στο σχηματισμό των εγκάρσιων αποφύσεων των θωρακικών σπονδύλων. β) Κοιλιακά και εξωτερικά. Τα μεσεγχυματικά κύτταρα σχηματίζουν τις πλευρικές αποφύσεις των οσφυϊκών σπονδύλων και τις πλευρές. γ) Κοιλιακά και εσωτερικά. Από εδώ θα σχηματισθεί ο μεσοσπονδύλιος δίσκος και το σώμα του σπονδύλου.

Στο δεύτερο στάδιο της χονδροποίησης την 6<sup>η</sup> εμβρυϊκή εβδομάδα, εμφανίζονται οι πυρήνες της χονδροποίησης. Υπάρχουν δύο πυρήνες χονδροποίησης σε κάθε σπονδυλικό σώμα που ενώνονται μεταξύ τους και σχηματίζουν το σπονδυλικό σώμα και δύο σε κάθε σπονδυλικό τόξο που ενώνονται επίσης μεταξύ τους και με το σώμα σχηματίζοντας τις ακανθώδεις και τις εγκάρσιες αποφύσεις (7).

Στο τρίτο και τελευταίο στάδιο της οστεοποίησης που αρχίζει στην εμβρυϊκή ηλικία και ολοκληρώνεται το 25<sup>ο</sup> έτος ζωής, εμφανίζονται 3 πρωτογενείς πυρήνες οστέωσης: ένας κοιλιακά στο σπονδυλικό σώμα και δύο ραχιαία στο σπονδυλικό τόξο που ενώνονται μεταξύ τους με γέφυρες χόνδρου. Τον πρώτο χρόνο ζωής γίνεται η συνένωση των δύο ημίσεων του σπονδυλικού τόξου, το 3<sup>ο</sup> με 6<sup>ο</sup> έτος γίνεται η συνένωση τόξου-σπονδυλικού σώματος και μετά την εφηβεία εμφανίζονται 5 δευτερογενείς πυρήνες οστέωσης (8). Οι δευτερογενείς πυρήνες εντοπίζονται ένας στο ραχιαίο άκρο της ακανθώδους απόφυσης, δύο στις εγκάρσιες αποφύσεις και δύο στο σπονδυλικό σώμα (άνω και κάτω) (εικ. 3). Η ακτινολογική απεικόνιση των σπονδύλων κατά την ανάπτυξη δίνει χαρακτηριστικές εικόνες (9).



**Εικόνα 3.** Πρωτογενής και δευτερογενείς πυρήνες οστέωσης των σπονδύλων.

### **1.5 Αύξηση της σπονδυλικής στήλης. Διαμόρφωση των φυσιολογικών κυρτωμάτων της.**

Το μήκος της σπονδυλικής στήλης τριπλασιάζεται μεταξύ της γέννησης και της ενηλικίωσης, αυξανόμενο από 24 εκατοστά κατά τη γέννηση σε 70 εκατοστά στους άνδρες και 60 εκατοστά στις γυναίκες, στην ενηλικίωση. Η θωρακική μοίρα αυξάνεται από 11 εκατοστά στη γέννηση σε 28 εκατοστά στους άνδρες και 26 εκατοστά στις γυναίκες κατά την ενηλικίωση, αντιπροσωπεύοντας το 30 % του ύψους του καθισμένου σώματος και το 40% του ύψους της σπονδυλικής στήλης. Επίσης οι μεσοσπονδύλιοι δίσκοι αντιπροσωπεύουν το 18% του ύψους της θωρακικής μοίρας. Η οσφυϊκή μοίρα της ΣΣ αυξάνεται αντίστοιχα από 7 εκατοστά κατά τη γέννηση σε 16 εκατοστά στους άνδρες και 15,5 εκατοστά στις γυναίκες, στο τέλος της αύξησης. Αντιπροσωπεύει το 18% του ύψους του καθισμένου σώματος και το 23% του συνολικού μήκους της ΣΣ. Οι μεσοσπονδύλιοι δίσκοι εδώ είναι μεγαλύτεροι και αποτελούν το 35% του μήκους της οσφυϊκής μοίρας (10).

Η αύξηση της ΣΣ πραγματοποιείται ανά ώσεις και δεν ακολουθεί τους ρυθμούς ανάπτυξης του υπόλοιπου σώματος. Το πρώτο αυξητικό κύμα εμφανίζεται κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους ζωής, με διπλασιασμό του μήκους του παιδιού. Ακολουθεί επιβράδυνση ως τα 7 έτη οπότε η αυξητική καμπύλη αρχίζει να μειώνει την κλίση της. Στην εφηβεία ξεκινά το δεύτερο αυξητικό κύμα και μετά από 2-3 χρόνια επιβραδύνεται. Η ΣΣ όμως συνεχίζει να αναπτύσσεται και θεωρείται ότι επέρχεται πλήρης ωρίμανση όταν οι πυρήνες οστέωσης των λαγόνιων ακρολοφιών ενωθούν με τα λαγόνια οστά (11).

Εκτός όμως από την αύξηση σε μήκος της ΣΣ, ο όγκος αυξάνει κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης μέχρι και είκοσι φορές.



Το έμβρυο, όπως και το βρέφος, πριν αρχίσει να κάθεται, να ορθοστατεί και να βαδίζει, εμφανίζει καμπύλωση της ΣΣ με το κοίλο κοιλιακά. Η αυχενική λόρδωση εμφανίζεται όταν αρχίζει να κάθεται, ενώ η οσφυϊκή λόρδωση, αρχίζει να δημιουργείται όταν ο άνθρωπος αναλάβει την όρθια θέση και βαδίζει. Τα στάδια ανάπτυξης και διαμόρφωσης της ΣΣ και των φυσιολογικών της κυρτωμάτων, που είναι συνέπεια της ανάπτυξης και διαμόρφωσης του ύψους και της θέσης στο χώρο των σπονδυλικών σωμάτων και των μεσοσπονδυλίων δίσκων, είναι παράμετροι άμεσα εξαρτώμενες από τη φόρτιση της ΣΣ.

### **Βιβλιογραφία**

1. Αγγελουπούλου Ρ. Εμβρυολογία. Εκδ. Πασχαλίδης, Αθήνα, 1993.
2. Falkner F, Tanner JM. Human growth. London: Baillere Tindall, 1976.
3. Langman J. Medical embryology. Baltimore: Williams and Willkins, 1981.
4. O' Rahilly R, Benson D. The development of the vertebral column. In: Bradford DS, Hensinger RN (eds). The Pediatric spine, N.Y.: Thieme, 1985:3-17.
5. Pansky P. Review of medical embryology. N.Y., Macmillan, 1982.
6. Peretti f, Argenson C. Organogenesis and development of the thoracic, lumbar and sacral spine. In: Floman Y, Farcy JPC, Argenson C (eds). Thoracolumbar Spine Fractures. N.Y.: Raven press Ltd, 1993.
7. Brandner ME. Normal values of the vertebral body and intervertebral disc index during growth. AJR 1970, 110-618.
8. Schwytzer FX. Study of the growth of the vertebral bodies in adolescents. Acta Anat 1977, 98:52-61.
9. Taylor JP. Growth of human intervertebral disks and vertebral bodies. J Anat 1975: 120:49-68.

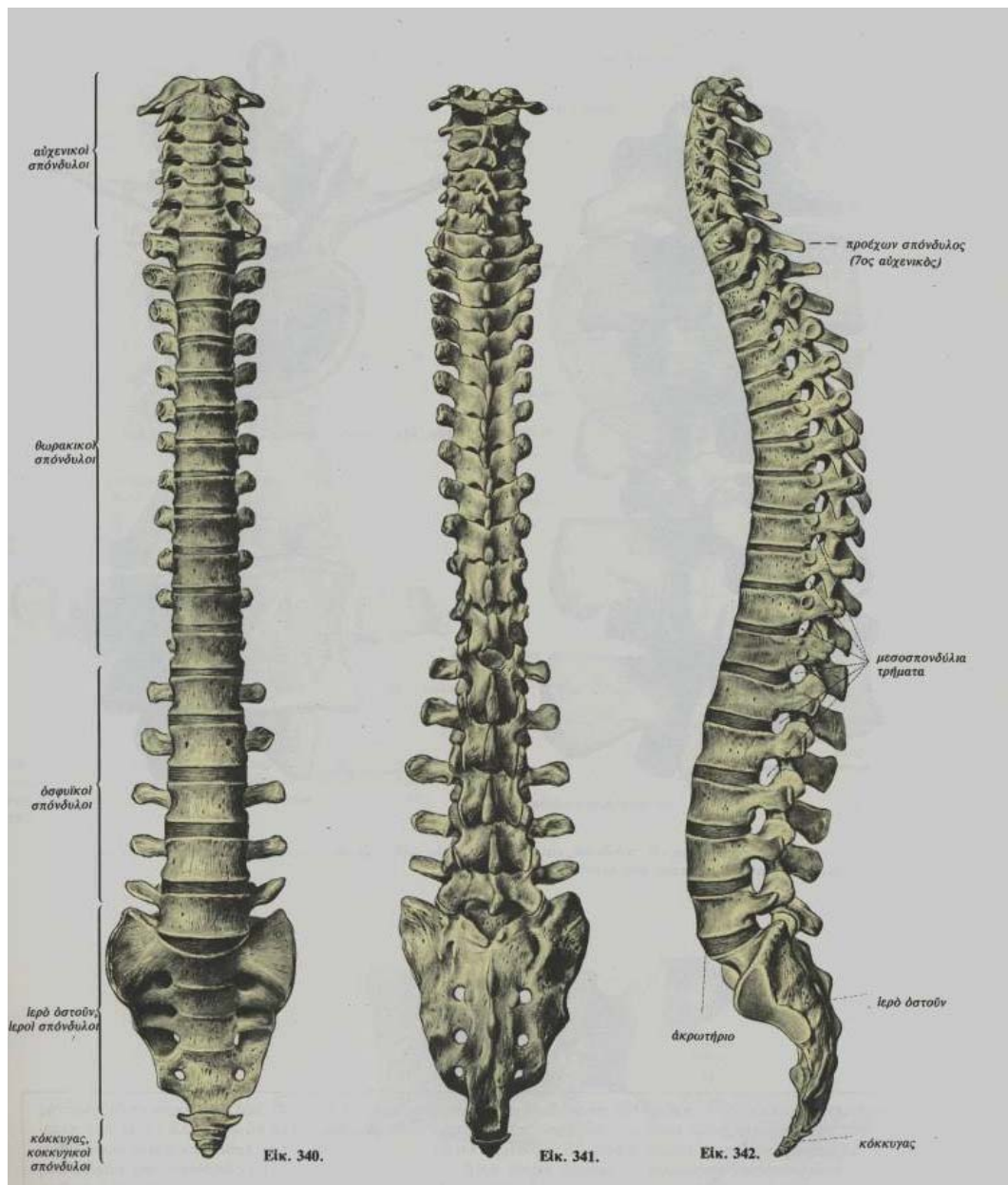
10. Tuchman-Duplessis H, David G, Haegel P. Illustrated human embryology. Embryogenesis Vol. 1, N.Y., Springer-Verlag, 1972.
11. Turek S. Orthopaedics. Principles and Their Application. 4<sup>th</sup> ed, Philadelphia: Lippincott, 1984.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

### ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ

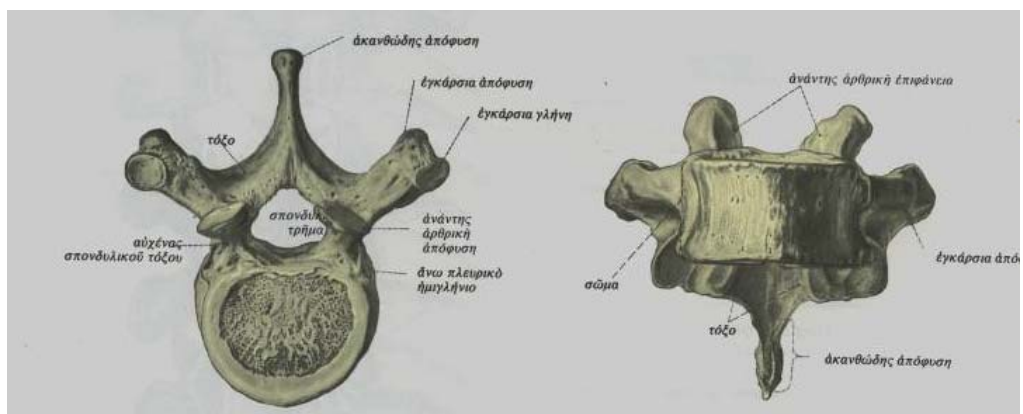
#### 2.1 Οστά και σύνδεσμοι της θωρακοσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης

Η σπονδυλική στήλη σχηματίζει τον αξονικό σκελετό του ανθρώπου. Έχει σχήμα S παρουσιάζοντας δύο λорδώσεις (αυχενική και οσφυϊκή μοίρα) και δύο κυφώσεις (θωρακική μοίρα και ιερό). Αποτελείται από 33 - 35 σπονδύλους που διακρίνονται σε 5 μοίρες: 7 αυχενικοί, 12 θωρακικοί, 5 οσφυϊκοί, 5 ιεροί, 4 (3-6) κοκκυγικοί (εικ. 1), (1).



**Εικόνα 1.** Ανατομία του σκελετού της σπονδυλικής στήλης στα 3 επίπεδα του χώρου.

Κάθε σπόνδυλος αποτελείται από το σώμα και το τόξο. Το σπονδυλικό τόξο με την οπίσθια επιφάνεια του σώματος αφορίζουν το σπονδυλικό τρήμα. Το σύνολο των τρημάτων σχηματίζει το σπονδυλικό σωλήνα που περικλείει το νωτιαίο μυελό. Το σπονδυλικό τόξο αποτελείται από τον αυχένα και το πέταλο. Ο αυχένας συνδέεται με το άνω μισό του σώματος του σπονδύλου και στο άνω και κάτω χείλος δημιουργείται μια άνω ή κάτω σπονδυλική εντομή. Οι μεταξύ τους στραμμένες εντομές δύο προσκείμενων σπονδυλικών τόξων ορίζουν ένα μεσοσπονδύλιο τρήμα, μέσα από το οποίο βγαίνει ένα νωτιαίο νεύρο. Το πέταλο του σπονδυλικού τόξου έχει δύο προεξοχές, μία με κατεύθυνση προς τα πάνω (άναντη αρθρική απόφυση) και μια προς τα κάτω (κατάντη αρθρική απόφυση), οι οποίες αρθρώνονται αντίστοιχα, η άνω αρθρική απόφυση του επόμενου σπονδύλου με την κάτω αρθρική απόφυση του προηγούμενου σπονδύλου. Προς τα πλάγια από κάθε σπονδυλικό τόξο ξεκινάει η εγκάρσια απόφυση και προς τα πίσω η ακανθώδης που βρίσκεται στο κέντρο και καλύπτει από πίσω τον σπονδυλικό σωλήνα (εικ. 2), (1).



**Εικόνα 2.** Θωρακικός σπόνδυλος από μπροστά και από επάνω.

Τα σπονδυλικά σώματα συνδέονται μεταξύ τους με τους μεσοσπονδύλιους δίσκους και τα σπονδυλικά τόξα με αρθρικές αποφύσεις και συνδέσμους. Το σώμα των σπονδύλων αποτελείται από σπογγώδη ουσία με το μέγεθος και το σχήμα να

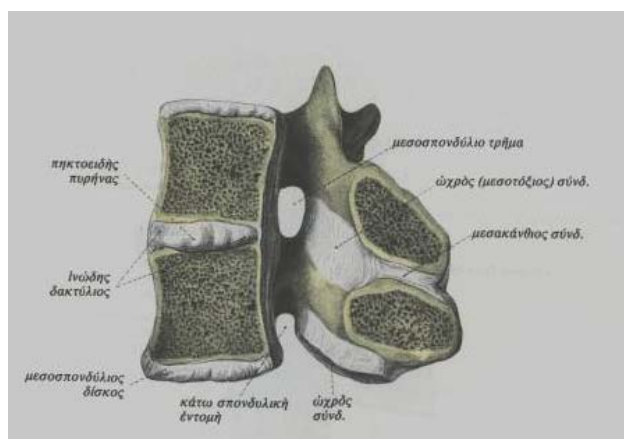
ποικίλει ανάλογα με τη μοίρα της ΣΣ που ανήκει ο κάθε σπόνδυλος. Στην αυχενική μοίρα το μέγεθος είναι μικρό και το σπονδυλικό τμήμα μεγάλο. Στη θωρακική μοίρα οι σπόνδυλοι έχουν σχήμα ‘κούπας’ (παιχνιόχαρτο ή τριγωνικό και το σπονδυλικό τμήμα είναι στενό και στρογγυλό. Χαρακτηριστική είναι η διαμόρφωση περιχονδρωμένων αρθρικών επιφανειών στο σώμα και τις εγκάρσιες αποφύσεις των σπονδύλων για άρθρωση με την ελεύθερη πλευρά. Ο 2<sup>ος</sup> - 9<sup>ος</sup> θωρακικός σπόνδυλος φέρουν στο άνω και κάτω άκρο από μισή αρθρική γλύνη, το άνω και κάτω πλευρικό ημιγλύνιο. Ο πρώτος θωρακικός σπόνδυλος αρθρώνεται με 1,5 πλευρά και έχει μια πλήρη γλύνη προς τα πάνω και ένα πλευρικό ημιγλύνιο προς τα κάτω και ο 10ος θωρακικός σπόνδυλος φέρει μόνο ένα ημιγλύνιο για την κάτω κεφαλή της 10ης πλευράς. Το σώμα του 11<sup>ου</sup> και 12<sup>ου</sup> θωρακικού σπονδύλου φέρουν από μία ακέραιη αρθρική γλύνη για τις αντίστοιχες πλευρές. Η εγκάρσια απόφυση των θωρακικών σπονδύλων φέρει την εγκάρσια γλύνη για την άρθρωση με τα φύματα των πλευρών αν και μπορεί να λείπει στον 11<sup>ο</sup> και 12<sup>ο</sup> θωρακικό σπόνδυλο. Οι επίπεδες αρθρικές επιφάνειες των αρθρικών αποφύσεων φέρονται μετωπιαία με τις ανάντις να βλέπουν πίσω και τις κατάντις εμπρός. Οι ακανθώδεις αποφύσεις είναι μακριές και οι πρώτες 10 εμφανίζουν έντονη κλίση προς τα κάτω, έτσι ώστε να καλύπτουν η μία την άλλη σαν κεραμίδια.

Οι οσφυϊκοί σπόνδυλοι έχουν ισχυρά γεφυροειδή σώματα και τα σπονδυλικά τμήματα είναι τριγωνικά. Οι ισχυρές, πλατυσμένες από τα πλάγια ακανθώδεις αποφύσεις έχουν κατεύθυνση προς τα πίσω και η μεταξύ τους απόσταση είναι μεγάλη. Στην οσφυοϊερή σύνδεση υπάρχει μια κλίση περίπου 35<sup>0</sup> προς τα εμπρός έναντι της οριζόντιας επιφάνειας, δημιουργώντας κίνδυνο ολίσθησης του 5<sup>ου</sup> οσφυϊκού σπονδύλου.

Στο ιερό οι 5 σπόνδυλοι συνδέονται για να σχηματίσουν ένα ενιαίο τριγωνικό οστό. Εγκάρσιες αποφύσεις, υποτυπώδεις πλευρές και οστεοποιημένοι σύνδεσμοι σχηματίζουν τις πλάγιες επιφάνειες στις δύο πλευρές του σώματος του ιερού οστού (pars lateralis). Σε αυτές τις επιφάνειες ο πρώτος και δεύτερος ιερός σπόνδυλος σχηματίζουν τις ωτοειδείς επιφάνειες που αρθρώνονται με το λαγόνιο οστό σχηματίζοντας τις ιερολαγόνιες αρθρώσεις. Στην περιοχή των 4 άνω ιερών σπονδύλων, στη θέση των μεσοσπονδύλιων τρημάτων, υπάρχουν 4 οστέινοι αγωγοί σχήματος T διαμέσου των οποίων περνούν τα ιερά νεύρα (1<sup>ο</sup>- 4<sup>ο</sup>).

Το οστό του κόκκυγα ενώνεται με το ιερό οστό με τα δύο κέρατα του κόκκυγα και τον αρθρικό ιεροκοκκυγικό σύνδεσμο.

Οι μεσοσπονδύλιοι δίσκοι συνδέουν από το 2<sup>ο</sup> αυχενικό σπόνδυλο μέχρι το ιερό οστό, τα σώματα δύο συνεχόμενων σπονδύλων. Το ύψος των δίσκων αυτών αποτελεί το ένα τέταρτο του συνολικού ύψους της προϊερής σπονδυλικής στήλης (2). Ανάλογα με τα τυπικά κυρτώματα της ΣΣ, οι μεσοσπονδύλιοι δίσκοι είναι ψηλότεροι προς τα εμπρός στην αυχενική και οσφυϊκή μοίρα, ενώ στη θωρακική μοίρα προς τα πίσω. Το μήκος και η επιφάνειά τους αυξάνεται από πάνω προς τα κάτω (εικ. 3), (1).



**Εικόνα 3.** Δύο θωρακικοί σπόνδυλοι κομμένοι στο οβελιαίο επίπεδο με τους συνδέσμους τους.

Οι μεσοσπονδύλιοι δίσκοι αποτελούνται από (3):

α) τον ινώδη δακτύλιο που αποτελείται από ομόκεντρα πέταλα συνδετικού ιστού και ινώδη χόνδρο και

β) τον πηκτοειδή πυρήνα που βρίσκεται στο κέντρο και έχει 80% νερό.

Τα σπονδυλικά σώματα συνδέονται μεταξύ τους με τον πρόσθιο και οπίσθιο επιμήκη σύνδεσμο. Ο πρόσθιος επιμήκης πορεύεται από το ινιακό οστό και το πρόσθιο φύμα του άτλαντα και καταλήγει ως πρόσθιος ιεροκοκκυγικός σύνδεσμος. Συνδέεται στερεά με την πρόσθια επιφάνεια των σωμάτων των σπονδύλων και στην πυελική επιφάνεια του ιερού οστού είναι συγχωνευμένος με το περίοστεο. Ο οπίσθιος επιμήκης είναι λεπτότερος και πορεύεται κατά μήκος της ραχιαίας επιφάνειας των σωμάτων των σπονδύλων μεταπίπτοντας προς τα κάτω στον εν τω βάθει οπίσθιο ιεροκοκκυγικό σύνδεσμο. Αυτός είναι συνδεδεμένος στο άνω και κάτω χείλος του σώματος των σπονδύλων και στους μεσοσπονδύλιους δίσκους. Ενώ ο πρόσθιος επιμήκης γίνεται όλο και πλατύτερος από πάνω προς τα κάτω, ο οπίσθιος είναι σαφώς στενότερος προς τα κάτω, αλλά διευρύνεται κάθε φορά στο ύψος των μεσοσπονδύλιων δίσκων.

Τα σπονδυλικά τόξα συνδέονται μεταξύ τους: α) στις μεσοσπονδύλιες αρθρώσεις και στις αρθρικές αποφύσεις όπου ο αρθρικός θύλακος είναι πλατύς και χαλαρός στις αρθρώσεις των αυχενικών σπονδύλων, ενώ στην περιοχή της θωρακικής και της οσφυϊκής μοίρας στενός και ισχυρός και β) μέσω των συνδέσμων μεταξύ των σπονδυλικών τόξων, που είναι οι κίτρινοι σύνδεσμοι, οι μεσακάνθιοι (μεταξύ των ακανθωδών αποφύσεων), ο επακάνθιος (από 7<sup>ο</sup> αυχενικό μέχρι το ιερό), ο αυχενικός σύνδεσμος, οι μεσεγκάρσιοι (βρίσκονται στις εγκάρσιες αποφύσεις της θωρακικής και οσφυϊκής μοίρας).

Στην περιοχή των σπονδυλικών τόξων βρίσκονται οι ελαστικοί ωχροί σύνδεσμοι που συμπληρώνουν πίσω από τα μεσοσπονδύλια τρήματα το τοίχωμα του σπονδυλικού σωλήνα ανάμεσα στα σπονδυλικά τόξα.

Η μορφή και η θέση των αρθρικών επιφανειών των αρθρικών αποφύσεων είναι διαφορετικές στις διάφορες περιοχές της ΣΣ. Ανάλογα με την περιοχή διαφέρουν σε κατεύθυνση και στο εύρος της επιτρεπόμενης κίνησης.

## **2.2 Αγγεία και νεύρα της σπονδυλικής στήλης**

Η αγγείωση της ΣΣ γίνεται από κλάδους τμηματικών αρτηριών της αντίστοιχης περιοχής. Η αυχενική μοίρα εφοδιάζεται με κλάδους της σπονδυλικής αρτηρίας, η θωρακική και οσφυϊκή μοίρα με τμήματα των οπισθίων κλάδων των μεσοπλευρίων, οσφυϊκών και λαγονοοσφυϊκών αρτηριών. Το ιερό εφοδιάζεται από κλάδους της πλάγιας και μέσης ιερής αρτηρίας. Το φλεβικό αίμα απομακρύνεται από τους σπονδύλους από τα έξω και έσω σπονδυλικά φλεβικά πλέγματα (που είναι χωρίς βαλβίδες). Στη συνέχεια αποχετεύεται στις σπονδυλικές και εν τω βάθει αυχενικές φλέβες (αυχενική μοίρα), τις τμηματικές μεσοπλευρίες, τις οσφυϊκές φλέβες (θωρακική και οσφυϊκή μοίρα) και τις φλέβες του ιερού πλέγματος (ιερά μοίρα). Το έξω σπονδυλικό φλεβικό πλέγμα αποτελείται από το πρόσθιο τμήμα που βρίσκεται στην πρόσθια και πλάγια επιφάνεια των σωμάτων των σπονδύλων και καλύπτεται εν μέρει από τον πρόσθιο επιμήκη σύνδεσμο και από το οπίσθιο τμήμα που βρίσκεται στις δύο πλευρές των ακανθωδών και εγκάρσιων αποφύσεων καλυπτόμενο από τους αυτόχθονες μυς της ράχης. Το έσω σπονδυλικό φλεβικό πλέγμα έχει επίσης πρόσθιο και οπίσθιο τμήμα και βρίσκεται εντός του σπονδυλικού σωλήνα. Τα δύο πλέγματα είναι σε επικοινωνία μεταξύ τους. Επίσης το οπίσθιο έξω σπονδυλικό πλέγμα συνδέεται προς τα πάνω με τους φλεβώδεις κόλπους της σκληρής μήνιγγας.

Η νεύρωση στην οπίσθια επιφάνεια των σωμάτων των σπονδύλων, του τοιχώματος του σπονδυλικού σωλήνα και των αρθρικών αποφύσεων γίνεται από τους



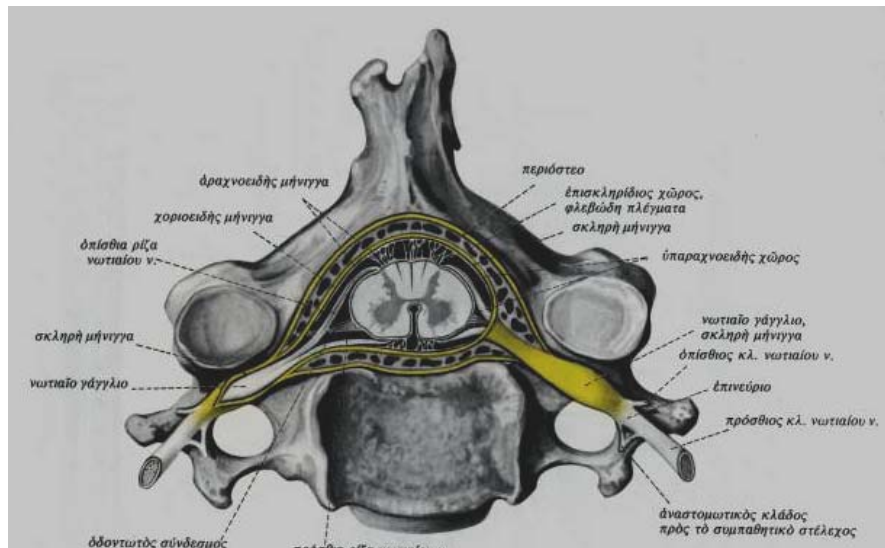
μηνιγγικούς κλάδους του νωτιαίου νεύρου που παλινδρομεί στο σπονδυλικό σωλήνα διαμέσου του σπονδυλικού τρήματος (4).

Ο σπονδυλικός σωλήνας συνδέεται προς τα πάνω με το ινιακό τρήμα και φτάνει μέχρι το ιερό σχίσμα. Περιέχει το νωτιαίο μυελό, τις ρίζες των νωτιαίων νεύρων, τις μήνιγγες, αγγεία, λιπώδη και συνδετικό ιστό. Ο νωτιαίος μυελός έχει μήκος 45 εκατοστά στον ενήλικο και καταλήγει στο μυελικό κώνο στο ύψος του 1<sup>ου</sup> - 2<sup>ου</sup> οσφυϊκού σπονδύλου, φτάνοντας στον κόκκυγα με τη μορφή του τελικού νηματίου. Περιβάλλεται από 3 μήνιγγες: Α) την **σκληρή μήνιγγα** που προσφύεται στο ινιακό τρήμα πάνω και 1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> ιερό σπόνδυλο κάτω και χωρίζεται από το τοίχωμα του σπονδυλικού σωλήνα από τον επισκληρίδιο χώρο. Οι σακοειδείς προεκβολές της σκληρής μήνιγγας περιβάλλουν τις ρίζες των νωτιαίων νεύρων. Εδώ συγχωνεύεται με την αραχνοειδή μήνιγγα και σχηματίζουν το κοινό μηνιγγικό έλυτρο, που σχηματίζει την κάψα του νωτιαίου γαγγλίου και συνεχίζει σαν επί- ή περινεύριο στα νωτιαία νεύρα. Στον επισκληρίδιο χώρο υπάρχει ινώδης συνδετικός ιστός, λίπος και τα πρόσθια και οπίσθια έσω σπονδυλικά φλεβικά πλέγματα.

Β) Η **αραχνοειδής μήνιγγα** είναι ένα λεπτό πλέγμα συνδετικού ιστού που εκτείνεται ανάμεσα στη χοριοειδή και τη σκληρή μήνιγγα. Είναι φτωχή σε τριχοειδή, χωρίς νεύρα και είναι κολλημένη πάνω στη σκληρή μήνιγγα, ενώ από κάτω (μεταξύ αραχνοειδούς και χοριοειδούς) βρίσκεται ο υπαραχνοειδής χώρος με το ΕΝΥ. Επικοινωνεί προς τα πάνω με τον υπαραχνοειδή χώρο του εγκεφάλου και καταλήγει στο ύψος του 2<sup>ου</sup> ιερού σπονδύλου. Επίσης η αραχνοειδής μήνιγγα συνεχίζεται στα περινευρικά έλυτρα των νωτιαίων νεύρων όπου μέσω των λεμφικών σχισμών αποχετεύεται το ΕΝΥ.

Γ) Η **χοριοειδής μήνιγγα** βρίσκεται πάνω στο νωτιαίο μυελό και είναι αγγεοβριθής και νευροβριθής. Συνδέεται από τις δύο πλευρές με τη σκληρή μήνιγγα

με τον οδοντωτό σύνδεσμο (lig. denticulatum) στερεώνοντας παράλληλα και την αραχνοειδή μήνιγγα. Ο σύνδεσμος αυτός χρησιμεύει σαν σύστημα στήριξης του νωτιαίου μυελού (από 1<sup>ο</sup> αυχενικό έως 3<sup>ο</sup> οσφυϊκό νευροτόμιο) και εκφύεται από την πλάγια επιφάνεια του νωτιαίου μυελού, ανάμεσα στην πρόσθια και οπίσθια νωτιαία ρίζα (εικ. 4).



**Εικόνα 4.** Νωτιαίος μυελός με τις μήνιγγες μέσα στο σπονδυλικό σωλήνα στην αυχενική μοίρα της σπονδυλικής στήλης.

Τα νωτιαία νεύρα είναι 31 ζεύγη και είναι ως εξής: 8 αυχενικά, 12 θωρακικά, 5 οσφυϊκά, 5 ιερά και 1 κοκκυγικό. Τα νεύρα αυτά προέρχονται κάθε φορά από την ένωση μιας πρόσθιας κινητικής και μιας οπίσθιας αισθητικής ρίζας για να σχηματίσουν το στέλεχος του νωτιαίου νεύρου στο μεσοσπονδύλιο τμήμα. Κεντρικά από το σημείο ενώσεως η οπίσθια ρίζα γίνεται παχύτερη για να σχηματίσει το νωτιαίο γάγγλιο (5).

### 2.3. Οι αυτόχθονες μυς της σπονδυλικής στήλης και η νεύρωσή τους.

Οι αυτόχθονες μύες της ράχης βρίσκονται αμέσως πάνω στον αξονικό σκελετό, νευρώνονται από τους οπίσθιους κλάδους των νωτιαίων νεύρων και χαρακτηρίζονται στο σύνολό τους ως εκτεινών μυς της ράχης (Erector spinae). Οι

μύες αυτοί συμμετέχουν σε όλες τις κινήσεις της ΣΣ, ενώ παίζουν πρωτεύοντα ρόλο στη διατήρηση της όρθιας στάσης του σώματος. Επιπολής του εκτείνοντα τη ράχη βρίσκονται η αυχενική περιτονία στην αυχενική μοίρα (κάτω από τον τραπεζοειδή και ρομβοειδή μυ) και η οσφυονωτιαία περιτονία στη θωρακοσφυϊκή μοίρα της ΣΣ. Η οσφυονωτιαία περιτονία αποτελείται από ένα επιπολής πέταλο και ένα εν τω βάθει πέταλο. Το επιπολής πέταλο προσφύεται στις ακανθώδεις αποφύσεις των θωρακικών, οσφυϊκών, ιερών σπονδύλων και στη λαγόνια ακρολοφία, ενώ συγχωνεύεται στο κάτω μέρος με την περιτονία του πλατύ ραχιαίου. Το εν τω βάθει πέταλο που εκτείνεται ραχιαία του τετράγωνου οσφυϊκού μύος, των εγκάρσιων αποφύσεων των οσφυϊκών σπονδύλων και της λαγόνιας ακρολοφίας, σχηματίζει ταυτόχρονα το έσω τμήμα της απονεύρωσης του εγκάρσιου κοιλιακού μύος.

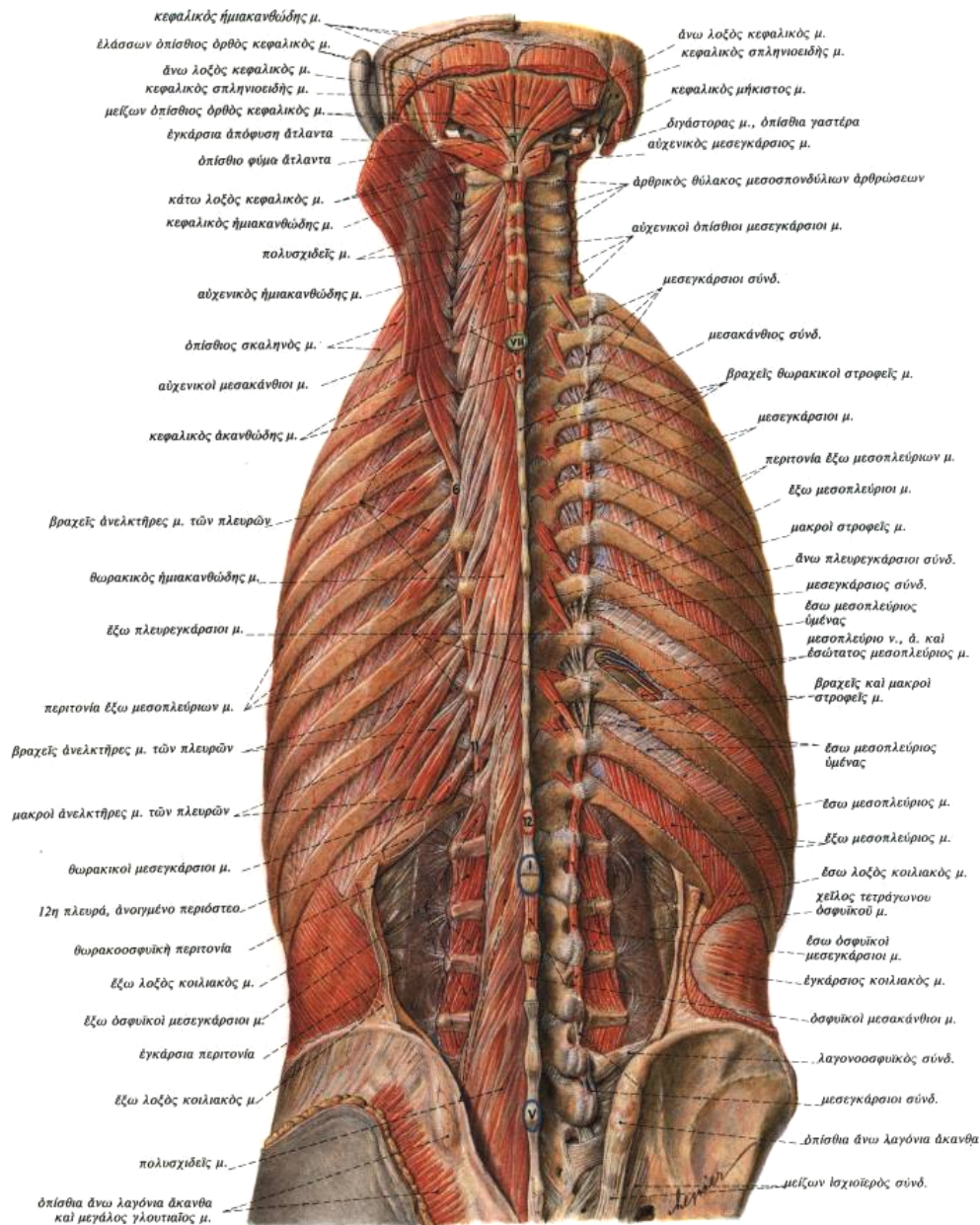
Στον εκτείνοντα μυ της ράχης διακρίνουμε μία **έσω μυϊκή δέσμη** που νευρώνεται από τους έσω οπίσθιους κλάδους των νωτιαίων νεύρων και μια **έξω μυϊκή δέσμη** που νευρώνεται από τους έξω οπίσθιους κλάδους των νωτιαίων νεύρων.

α) Η **έσω δέσμη** αποτελείται, εκτός από τους τρεις εν τω βάθει ραχιαίους μύες στην περιοχή του αυχένα, από το: ι) λεπτό ακανθώδες και ιι) το ενισχυμένο εγκαρσιοακανθώδες σύστημα.

Οι ίνες του λεπτού ακανθώδους συστήματος είτε πορεύονται από τη μία ακανθώδη απόφυση προς την άλλη, όπως είναι οι μεσακάνθιοι μύες (*m. interspinalis* που λείπουν από τη μέση μοίρα της θωρακικής σπονδυλικής στήλης), είτε υπερπηδούν τουλάχιστο ένα σπόνδυλο, όπως είναι ο ακανθώδης μυς (από το 2<sup>ο</sup> αυχενικό στο δεύτερο οσφυϊκό σπόνδυλο). Οι μυϊκές δέσμες του εγκαρσιοακανθώδους συστήματος πορεύονται από τις εγκάρσιες αποφύσεις προς τις ακανθώδεις αποφύσεις των προς τα άνω ευρισκόμενων σπονδύλων. Το σύστημα αυτό αποτελείται από τους: α) περιστροφείς των νώτων μύες, β) τον πολυσχιδή μυ και γ)

τον ημιακανθώδη μυ. Οι περιστροφείς των νώτων μύες διακρίνονται σε βραχείς και μακροί (m. rotatores breves και longi) και σχηματίζουν τη βαθύτερη στοιβάδα του συστήματος. Είναι ανεπτυγμένοι κυρίως στη θωρακική μοίρα με τους βραχείς να πορεύονται από την εγκάρσια απόφυση του κατώτερου σπόνδυλου προς το τόξο ή την ακανθώδη του παραπάνω σπονδύλου. Οι μακροί επικαλύπτουν τους βραχείς έχοντας τα ίδια σημεία έκφυσης – κατάφυσης, αλλά υπερπηδούν ένα σπόνδυλο. Ο πολυσχιδής μυς, βρίσκεται πάνω από τους περιστροφείς και είναι καλά διαμορφωμένος στην οσφυϊκή μοίρα της ΣΣ. Οι εν τω βάθει μυϊκές δεσμίδες υπερπηδούν μεταξύ κατάφυσης – έκφυσης 2 σπονδύλους και οι επιπολής 3-5 σπονδύλους. Ο ημιακανθώδης σχηματίζει την επιπολής στοιβάδα του εγκαρσιακανθώδους συστήματος και βρίσκεται στην αυχενική και τη θωρακική μοίρα. Οι ίνες του υπερπηδούν τουλάχιστο 5 (συνήθως 6-7 σπονδύλους) σπονδύλους.

**B) Η έξω δέσμη** αποτελείται από τους οπίσθιους μεσεγκάρσιους μύες, το ιερωνωτιαίο σύστημα και το ακανθεγκάρσιο σύστημα. Οι οπίσθιοι μεσεγκάρσιοι μύες στην αυχενική χώρα διακρίνονται στους οπίσθιους αυχενικούς μεσεγκάρσιους μύες, ενώ στην οσφυϊκή χώρα διακρίνονται σε έξω και έσω μεσεγκάρσιους μύες. Το ιερωνωτιαίο σύστημα εκφύεται από το άνω χείλος του λαγόνιου οστού, τις πλευρές και τις ακανθώδεις αποφύσεις των οσφυϊκών σπονδύλων και συγχωνεύεται με την οσφυονωτιαία περιτονία. Στο πάνω μέρος του συστήματος είναι ο λαγονοπλευρικός μυς προς τα έξω και ο μήκιστος προς τα έσω. Το ακανθεγκάρσιο σύστημα αποτελείται μόνο από τον σπληνιοειδή μυ. Εντοπίζεται στην αυχενική και την ανώτερη θωρακική ΣΣ. Τέλος υπάρχουν οι ανελκτήρες μύες των πλευρών που φέρονται από τις εγκάρσιες αποφύσεις των τελευταίων αυχενικών και των θωρακικών σπονδύλων στην επόμενη ή μεθεπόμενη πλευρά (εικ. 5).



**Εικόνα 5.** Μύες του κορμού, εν τω βάθει στοιβάδα.

Κατά την κίνηση της ΣΣ τα διάφορα συστήματα των αυτόχθονων ραχιαίων μυών και των δύο πλευρών συνεργάζονται σαν συνεργοί και σαν ανταγωνιστές. Έτσι στη ραχιαία κάμψη γίνεται αμφοτερόπλευρη συστολή του εκτείνοντος μυός τη ράχη, ενώ η μείωση του τόνου αυτού επιτρέπει την πρόσθια κάμψη, με όρθια στάση του σώματος. Η πλάγια κάμψη δημιουργείται με ετερόπλευρη συστολή του εκτείνοντος μυός τη ράχη. Η περιστροφή προς την αντίθετη πλευρά επιτελείται από τους μυς του εγκαρσιοακανθώδους συστήματος και τους λοξούς κοιλιακούς. Η διατήρηση της

όρθιας στάσης της ΣΣ επίσης εξασφαλίζεται κυρίως από τους αυτόχθονες μύες της ράχης (6).

### **Βιβλιογραφία**

1. Sobotta J. Άτλας Ανατομικής του ανθρώπου. Εκδόσεις Παρισιάνος, Urban & Schwarzenberg. Munchen-Wien- Baltimore, 1982.
2. Bradford FK, Spurling RG. The intervertebral disk. In Springfield IL ed 1984; 356-452.
3. Markolf KL, Morris JM. The structural components of the intervertebral disk. J Bone Joint Surg 1974, 56A: 675-687.
4. Frick H, Leonardt H, Starck D. Ειδική ανατομία I. Georg Thieme Verlag Stuttgart. New York, 1980.
5. Tortora GL, Anagnostakos NP: Principles of anatomy and physiology 4<sup>th</sup> Ed New York, Harper and Row, 1984.
6. Vollmer DG, Banister WM. Thoracolumbar spinal anatomy. Neurosurg Clin North Am, 8:443-45.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

### ΚΙΝΗΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ

#### 3.1 Οργάνωση της σπονδυλικής στήλης

Η δομή της ΣΣ από πολυάριθμα μεμονωμένα στοιχεία οστίτη και συνδετικού ιστού, καθένα από τα οποία συμμετέχει λίγο μόνο στην κινητικότητα, σχηματίζει τη μορφολογική βάση δύο φαινομενικά αντίθετων λειτουργιών: της στατικής και της δυναμικής του κορμού. Με αυτό τον τρόπο το σύνολο των αρθρώσεων της ΣΣ λειτουργεί σαν μία ενιαία ελαστική ράβδος που επιτρέπει κινήσεις του κορμού σε όλα τα επίπεδα (στο μετωπιαίο με πλάγιες κάμψεις του κορμού, στο οβελιαίο με κάμψη-έκταση και στο εγκάρσιο με στροφές).

Τα σώματα των σπονδύλων συνδέονται μεταξύ τους με τους μεσοσπονδύλιους δίσκους που ανάλογα με την περιοχή της ΣΣ έχουν ανάλογο μέγεθος. Στην αυχενική μοίρα είναι μικροί και είναι ψηλότεροι μπροστά, στη θωρακική είναι μεγαλύτεροι προς τα πίσω και στην οσφυϊκή μοίρα είναι μεγαλύτεροι μπροστά. Οι μεσοσπονδυλίοι δίσκοι επηρεάζουν το εύρος κίνησης της ΣΣ. Τα σπονδυλικά τόξα συνδέονται μεταξύ τους με τις μεσοσπονδύλιες αποφύσεις που είναι διαρθρώσεις με αρθρικό θύλακο. Στην αυχενική μοίρα ο αρθρικός θύλακος είναι πλατύς και χαλαρός επιτρέποντας μεγαλύτερο εύρος κίνησης, ενώ στη θωρακική και οσφυϊκή μοίρα είναι στενός και ισχυρός με μειωμένο εύρος κίνησης (1).

Η κατεύθυνση και το εύρος της κίνησης επηρεάζεται και από τη μορφή και τη θέση των αρθρικών επιφανειών των σπονδυλικών αποφύσεων. Στην αυχενική μοίρα εμφανίζουν ελαφρά κλίση σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο και ευνοούν περισσότερο αδιαφοροποίητο τύπο κίνησης επιτρέποντας, με εξαίρεση τις εξειδικευμένες κινήσεις της κεφαλής, ευρεία κάμψη προς τα εμπρός και προς τα πίσω και περαιτέρω πλάγια κλίση και περιστροφή γύρω από τον επιμήκη άξονα. Οι

αρθρικές επιφάνειες των θωρακικών σπονδυλικών αποφύσεων φέρονται σχεδόν κατά μέτωπο και βρίσκονται σε λοξό επίπεδο που πηγαίνει από εμπρός και πάνω προς τα πίσω και κάτω, επιτρέποντας ελάχιστη οπίσθια κάμψη λόγω των μακρών γωνιωδών ακανθωδών αποφύσεων. Η κλίση προς τα πλάγια είναι δυνατή σε μεγάλο βαθμό, καθώς και η στροφή γύρω από τον επιμήκη άξονα που γίνεται κυρίως από την κατώτερη θωρακική μοίρα (2). Στην οσφυϊκή μοίρα οι σπονδυλικές αρθρικές αποφύσεις έχουν οβελιαία κατεύθυνση, επιτρέποντας περιορισμένη πλάγια κάμψη, μικρή περιστροφή γύρω από τον επιμήκη άξονα και ευρεία περιστροφή γύρω από τον εγκάρσιο άξονα.

Οι κρανιοσπονδυλικές αρθρώσεις που αποτελούνται από την ατλαντοϊνιακή, την πλάγια και μέση ατλαντοαξονική άρθρωση, σχηματίζουν μια ξεχωριστή λειτουργική ενότητα με μεγάλη ακρίβεια κινήσεων (3).

### **3.2 Η σπονδυλική στήλη σε κίνηση**

Όταν γίνεται πρόσθια κάμψη ολόκληρης της ΣΣ, ενισχύεται η θωρακική κύφωση, ενώ η αυχενική και η οσφυϊκή λόρδωση μπορούν να εξισορροπηθούν μέχρι μια ευθεία γραμμή. Το ζεύγος των ιερονωτιαίων μυών εκτείνεται περιορίζοντας την κίνηση. Η κεφαλή, ο αυχένας και η οσφυϊκή μοίρα της ΣΣ μπορούν να καμφθούν μπροστά, χωριστά ή σε συνδυασμό. Η έκταση της ΣΣ (ραχιαία κάμψη) ευνοείται στις μεταβατικές ζώνες της ΣΣ, όπως είναι η αυχENO-θωρακική, η θωρακο-οσφυϊκή και η οσφυοϊερή ζώνη (4).

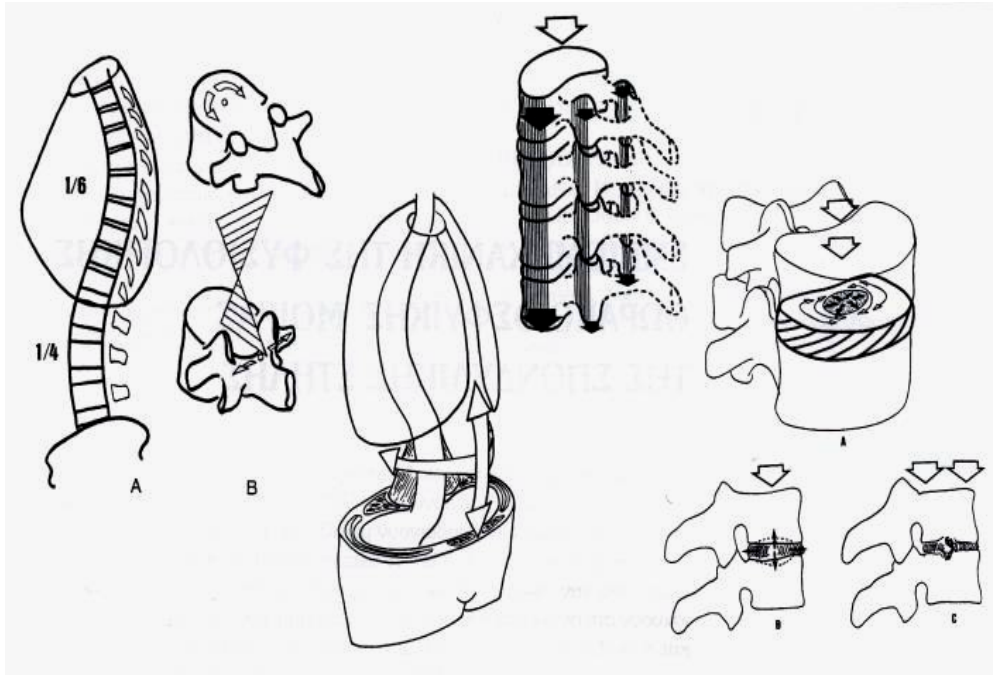
Η σταθερότητα της ΣΣ είναι αποτέλεσμα της αρμονικής ανατομικής συνύπαρξης οστών και μαλακών μορίων. Η στατική σταθερότητα της σπονδυλικής στήλης εξαρτάται: α) από τις αρθρικές αποφύσεις και συγκεκριμένα τον προσανατολισμό τους που καθορίζει το βαθμό κίνησης, β) από το μέγεθος των πετάλων και την μεταξύ τους απόσταση και γ) τον θωρακικό κλωβό (τις πλευρές)



στην ΘΜΣΣ. Η δυναμική σταθερότητα εξασφαλίζεται από τις προσφύσεις των μαλακών μορίων, όπως είναι ο αρθρικός θύλακος των σπονδυλικών αποφύσεων, ο ωχρός σύνδεσμος, ο πρόσθιος και οπίσθιος επιμήκης σύνδεσμος, ο μεσοσπονδύλιος δίσκος και οι μύες (5).

Συγκεκριμένα στη θωρακοσφυϊκή ζώνη η αύξηση και η μείωση της κίνησης στο οβελιαίο επίπεδο (κάμψη-έκταση της ΣΣ) εξαρτάται από: α) τον προσανατολισμό των οπίσθιων αρθρικών αποφύσεων και το πάχος του αρθρικού θυλάκου, β) το εύρος των πετάλων και γ) από τους συνδέσμους, τον πρόσθιο επιμήκη σύνδεσμο, τον οπίσθιο επιμήκη και τον ωχρο (6).

Στη ΘΜΣΣ οι οπίσθιες σπονδυλικές αποφύσεις είναι προσανατολισμένες στο μετωπιαίο επίπεδο και συνοδεύονται από κοντά πλατιά πέταλα, που το εύρος τους αυξάνει ουριαία. Η μικρή απόσταση μεταξύ των πετάλων και η αλληλοεπικάλυψή τους μαζί με τις ακανθώδεις δεν επιτρέπει την έκταση, δημιουργώντας μια ελαφρά κύφωση. Οι μεσοσπονδύλιοι δίσκοι είναι μικρότεροι από την ΟΜΣΣ και η αναλογία ύψους δίσκου προς το ύψος του σπονδυλικού σώματος είναι 1:6 στη ΘΜΣΣ, έναντι 1:3 στην ΟΜΣΣ (7). Επίσης ο αρθρικός θύλακος των αποφύσεων είναι λεπτός και προσφέρει ελάχιστη αντίσταση στην κύφωση. Η ανατομική τους ιδιαιτερότητα είναι ότι η σταθεροποίησή τους γίνεται με τις προσφύσεις των πλευρών. Οι πλευροσπονδυλικές αρθρώσεις, όπως και ο οπίσθιος επιμήκης σύνδεσμος παρέχουν σταθερότητα στην κάμψη. Ο πρόσθιος επιμήκης σύνδεσμος αυξάνει σε διατακτική δύναμη στη θωρακοσφυϊκή ζώνη μετάβασης και σε συνδυασμό με το μεσοσπονδύλιο δίσκο, προσφέρει σημαντική στροφική και μεταβατική σταθερότητα. Η κίνηση στο οβελιαίο επίπεδο της ΘΜΣΣ είναι 2-6 μοίρες και οι πλευρές παρεμποδίζουν την κάμψη, έκταση και πλάγια κλίση (εικ. 1), (8).



**Εικόνα 1.** Σχηματική αναπαράσταση της λειτουργίας της θωρακοσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης.

Στην κατώτερη ΘΜΣΣ (Θ11 και Θ12 σπονδύλους) και στην ΟΜΣΣ οι αποφύσεις προσανατολίζονται κυρίως στο οβελιαίο επίπεδο, μειώνοντας τη στροφική ελευθερία και αυξάνοντας την κίνηση στο οβελιαίο επίπεδο στις 10-24 μοίρες. Επίσης η ύπαρξη μεγαλύτερου εύρους μεταξύ των πετάλων στην ΟΜΣΣ διευκολύνει την οσφυϊκή έκταση συμμετέχοντας στην οσφυϊκή λόρδωση. Σε αυτό το επίπεδο ΣΣ κάνει κάμψη-έκταση, ενώ η στροφή περιορίζεται από τις οπίσθιες αποφύσεις, καθώς τα τόξα του κέντρου περιστροφής βρίσκονται πίσω από τα αντίστοιχα των μεσοσπονδυλίων δίσκων. Ο αρθρικός θύλακος των οπίσθιων αρθρικών αποφύσεων και ο ωχρός σύνδεσμος στην ΟΜΣΣ είναι παχύς και ισχυροί και παίζουν πρωτεύοντα ρόλο στη σταθεροποίηση. Οι υπερακάνθιοι σύνδεσμοι αυξάνουν σε ισχύ ξεκινώντας από την άνω ΘΜΣΣ προς την ΟΜΣΣ. Αντίθετα σε αυτό το επίπεδο, οι μεσακάνθιοι και ο οπίσθιος επιμήκης σύνδεσμος είναι λεπτοί και δεν συνεισφέρουν στην κλινική σταθερότητα.

## **Βιβλιογραφία**

1. Adams MA, Hutton WC. The effect of posture on the role of the apophyseal joints in resisting intervertebral compression forces. *J Bone Joint Surg* 1980, 62 B: 358-362.
2. Louis R. *Chirurgie du rachis*. Vienna: Springer - Verlag, 1982.
3. Tortora GL, Anagnostakos NP: *Principles of anatomy and physiology* 4<sup>th</sup> Ed New York, Harper and Row, 1984.
4. Twomey LT, Taylor JR. Sagittal movements of the human lumbar vertebral column: a quantitative study of the role of the posterior vertebral elements. *Arch Phys Rehabil* 1983, 64:322-325.
5. Twomey LT. Sustained lumbar traction: an experimental study of long spine elements. *Spine* 1985, 10:146-149.
6. Vollmer DG, Banister WM. Thoracolumbar spinal anatomy. *Neurosurg Clin North Am* 1997, 8:443-453.
7. Markolf KL, Morris JM. The structural components of the intervertebral disk. *J Bone Joint Surg* 1974, 56A: 675-687.
8. Zaki W. Aspects morphologiques et fonctionnels de l' annulus fibrosus du disque intervertebral de la colonne dorsale. *Arch Anat Pathol* 1973, 21:401-403.

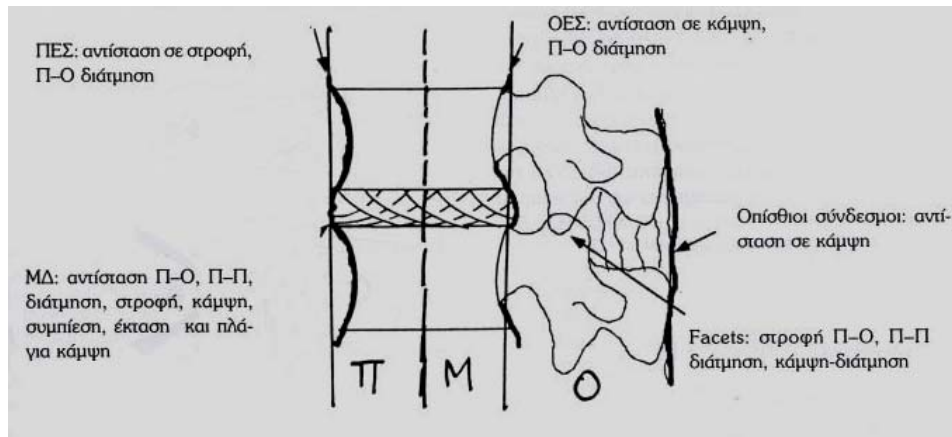
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ**  
**ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΘΩΡΑΚΟΟΣΦΥΙΚΗΣ ΜΟΙΡΑΣ**  
**ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ**

**4.1 Φορτία και δυνάμεις που ασκούνται στη θωρακοσφυϊκή μοίρα**

Η σταθερότητα της ΣΣ μπορεί να οριστεί ως η ικανότητα των σπονδύλων να διατηρήσουν τις φυσιολογικές τους σχέσεις και να περιορίσουν τις σχετικές μετακινήσεις τους κατά τη διάρκεια φυσιολογικών στάσεων και φορτίσεων. Η ύπαρξη καμπύλωσης στη ΣΣ στο οβελιαίο επίπεδο προσφέρει μια αύξηση της ισχύος κατά 34% συγκριτικά με μια ευθεία κατασκευή, ενώ η κατανομή της σπονδυλικής μάζας και των φορτίων γίνεται ευκολότερα και καλύτερα με μικρές μόνο κινήσεις.

Είναι γνωστό ότι το 51% των καταγμάτων και των εξάρθημάτων της ΣΣ συμβαίνει στη θωρακοσφυϊκή ζώνη μετάβασης, σαν αποτέλεσμα 4 ανατομικών δεδομένων: 1) μετάβαση από κύφωση σε λόρδωση, 2) απώλεια σταθερότητας θωρακικού κλωβού, 3) αυξημένη κινητικότητα στο οβελιαίο επίπεδο, 4) μεταβατικός προσανατολισμός οπίσθιων σπονδυλικών αρθρικών αποφύσεων. Από τα παραπάνω είναι φανερό η σημασία της ανατομίας στην κατανομή των φορτίων και στη σταθερότητα της ΣΣ (1).

Τα φορτία που μπορεί να δεχθεί η ΣΣ για την προσαρμογή των δομικών της στοιχείων σε φόρτιση είναι: **α) η συμπίεση, β) η διάταση, γ) η διάτμηση, δ) η στρέψη και ε) ο λυγισμός** (εικ. 1).



**Εικόνα 1.** Η σπονδυλική μονάδα και η αντίστασή της σε διάφορες φορτίσεις.

### α) Συμπίεση

Κατά τη συμπίεση τα αξονικά συμπιεστικά φορτία άγονται κυρίως μέσω του μεσοσπονδύλιου δίσκου, της τελικής κινητικής πλάκας και του σπονδυλικού σώματος και καθένα από αυτά συμπεριφέρεται με διαφορετικό τρόπο. Ο μεσοσπονδύλιος δίσκος έχει την ικανότητα απορρόφησης των κραδασμών καθώς υφίσταται κάθετη φόρτιση και παραμορφώνεται. Στην αρχή όσο μεγαλύτερα τα φορτία, τόσο μεγαλύτερη η παραμόρφωση. Στη συνέχεια όμως η σχέση αυτή δεν διατηρείται, καθώς από ένα συγκεκριμένο φορτίο και πάνω η παραμόρφωση μικραίνει, με αποτέλεσμα άλλα δομικά στοιχεία να αποτυγχάνουν επιτρέποντας τη διόδο υλικού του πηκτοειδούς πυρήνα εντός του σπονδυλικού σώματος. Φαίνεται λοιπόν ότι ο μεσοσπονδύλιος δίσκος έχει μεγάλη ικανότητα παραμόρφωσης σε μικρά φορτία, αλλά μικρή σε επίδραση μεγαλύτερων φορτίων (2).

Ο χρόνος επίσης αποτελεί ένα πολύ σημαντικό παράγοντα, επειδή ο δίσκος παρουσιάζει γλοιοελαστικές ιδιότητες. Η ταχύτητα φόρτισης αποτελεί μια ουσιώδη παράμετρο, διότι όσο ταχύτερα φορτίζεται ο δίσκος τόσο πιο δύσκαμπτος γίνεται, με τελικό αποτέλεσμα ελαττωμένη ικανότητα απορρόφησης κραδασμών.

Ο μεσοσπονδύλιος δίσκος παρουσιάζει άλλες δύο ιδιότητες: 1) **τον ερπυσμό (creep behavior)**, όπου η διατήρηση ενός ξαφνικά εφαρμοζόμενου φορτίου επιτρέπει

την αύξηση της παραμόρφωσης με το χρόνο και 2) **το φαινόμενο της χαλάρωσης σε σχέση με το χρόνο (load relaxation phenomenon)**, σύμφωνα με την οποία αν μια δεδομένη παραμόρφωση διατηρείται συνεχώς, οι παραμορφωτικές δυνάμεις τείνουν να ελαττωθούν με το χρόνο. Το γεγονός ότι αυτά τα χαρακτηριστικά διατηρούνται και μετά την πλήρη αφαίρεση του πηκτοειδούς πυρήνα, υποδηλώνει τον κύριο ρόλο του ινώδους δακτυλίου στη ρύθμιση των συμπιεστικών φορτίων. Ο πηκτοειδής πυρήνας, λόγω της μεγάλης του περιεκτικότητας σε νερό, έχει υδροστατικές ιδιότητες και παρέχει ακτινική διασπορά των δυνάμεων, τις οποίες υφίσταται ο ινώδης δακτύλιος ως διατακτικές δυνάμεις και ανθίσταται με βάση τη διάταξη των ινών του. Έτσι ο ινώδης δακτύλιος ενδίδει στο κέντρο αλλά αντιστέκεται στην περιφέρεια, ελαττώνοντας τον κίνδυνο της μηχανικής αποτυχίας.

Η τελική κινητική πλάκα παρουσιάζει μια αξονική προσεκβολή (axial endplate bulge) που αποτελεί χρήσιμο μηχανισμό στην ελάττωση της παραμόρφωσης των ινών του ινώδους δακτυλίου. Με την αξονική συμπίεση, η τελική πλάκα είναι ένα από τα πρώτα στοιχεία που αποτυγχάνουν (3). Σε περίπτωση χρόνιας μηχανικής αποτυχίας το υλικό του πηκτοειδούς πυρήνα βρίσκει δίοδο μέσω των σχισμών της τελικής κινητικής πλάκας στο σπονδυλικό σώμα, σχηματίζοντας τις ενδοσωματικές κήλες του Schmorl.

Το σπονδυλικό σώμα αποτελείται από φλοιώδες και σπογγώδες οστόν. Το φλοιώδες οστόν, παρά τη μεγάλη του αντοχή στη μηχανική αποτυχία, παρέχει μικρή δυνατότητα προσαρμογής σε φόρτιση λόγω της ενδογενούς στερεότητάς του. Αντίθετα το σπογγώδες οστόν έχει μεγαλύτερη ικανότητα απορρόφησης φορτίων καθώς μπορεί να δεχθεί μεγαλύτερη παραμόρφωση χωρίς την καταστροφή της δομικής αρχιτεκτονικής του. Είναι χαρακτηριστικό ότι το 55% των συμπιεστικών φορτίων σε σπονδυλικά σώματα κάτω των 40 ετών, φέρονται από το σπογγώδες

οστούν, ενώ σε ηλικία άνω των 40 μειώνεται στο 35%. Κατά την παραμόρφωση των τελικών κινητικών πλακών παρατηρείται δίοδος αίματος εκτός των σπονδυλικών σωμάτων από πολλαπλά αγγειακά τρήματα. Αυτό συμβαίνει λόγω της σύνθλιψης του μυελού των οστών και του αιματικού του περιεχομένου ως μηχανισμού προσαρμογής στη συμπίεση.

Ο νωτιαίος μυελός αποτελεί τον κύριο μηχανισμό αντίστασης σε μέγιστη δυναμική φόρτιση απορροφώντας ενέργεια σε υψηλούς ρυθμούς φόρτισης. Η δομή αυτή παίζει το ρόλο του μαξιλαριού, το οποίο προσφέρει υδραυλική απορρόφηση δυνάμεων και φορτίων. Επίσης η αύξηση της ενδοκοιλιακής πίεσης μέσω της σύσπασης των κοιλιακών μυών ίσως παίζει κι αυτή σημαντικό ρόλο, μέσω της αύξησης της φλεβικής πίεσης εντός των σπονδυλικών σωμάτων (4).

#### **β) Διάταση.**

Η ικανότητα του σπονδυλικού σώματος να απορροφήσει διατατικές δυνάμεις μέσω επιμήκυνσης θεωρείται μηδαμινή και είναι λιγότερο ανθεκτικό από ότι σε συμπίεση. Ο μεσοσπονδύλιος δίσκος επίσης είναι λιγότερο άκαμπτος από ότι υπό συμπίεση, τρεις φορές ισχυρότερος κατά μήκος των ινών του ινώδους δακτυλίου από ότι σε οριζόντια κατεύθυνση και ισχυρότερος στο πρόσθιο τμήμα του από ότι στο οπίσθιο (5).

Οι βασικοί σταθεροποιητικοί παράγοντες της σπονδυλικής στήλης όταν αναπτύσσονται διατατικές δυνάμεις είναι οι σύνδεσμοι της ΣΣ. Κάθε σύνδεσμος διατείνεται χωριστά, αλλά όλοι οι σύνδεσμοι εμφανίζουν τον ίδιο τύπο μη γραμμικής παραμόρφωσης υπό την επίδραση δυνάμεων, σύμφωνα με τον οποίο η κλίση της καμπύλης αυξάνει με την αύξηση των διατατικών δυνάμεων. Οι σύνδεσμοι, που φυσιολογικά έχουν την ικανότητα παραμόρφωσης, μέσα σε φυσιολογικό εύρος κίνησης γίνονται περισσότερο άκαμπτοι με σκοπό την αντίσταση σε υψηλές

διατατικές δυνάμεις. Η επιμήκυνση πριν τη ρήξη είναι 34% για τον οπίσθιο επιμήκη σύνδεσμο, 44,5% για τον πρόσθιο επιμήκη, 29,5% για τον μεσακάνθιο και επακάνθιο σύνδεσμο και 16% για τον ωχρό. Ισχυρότεροι σύνδεσμοι έχουν βρεθεί στα κατώτερα θωρακικά και θωρακοσφυϊκά επίπεδα (6).

Ο χρόνος είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας ανάπτυξης των μηχανικών ιδιοτήτων των συνδέσμων, καθώς οι σύνδεσμοι έχουν την ικανότητα αντίστασης σε μεγαλύτερες παραμορφώσεις όταν φορτίζονται προοδευτικά και με μικρή ταχύτητα, όπως έχει αποδειχθεί για τον ωχρό σύνδεσμο (7). Παρόλα αυτά ο Twomey (8) έδειξε ότι με τη διατήρηση μιας συνεχούς διατακτικής δύναμης σε οσφυϊκά πτωματικά δοκίμια, το 85% της αύξησης του μήκους συνέβη αμέσως με την εφαρμογή της δύναμης αυτής. Η ιδιότητα του ερπυσμού συνεισφέρει μια περαιτέρω αύξηση από την αρχική τιμή κατά 1-2 mm στα περισσότερα δείγματα, υποδηλώνοντας ότι ο ερπυσμός δεν αποτελεί τόσο σημαντική ιδιότητα για τους συνδέσμους όσο για τον μεσοσπονδύλιο δίσκο.

### **γ) Διάτμηση**

Διατμητικές δυνάμεις εισάγονται από κάθε φορτίο το οποίο δεν είναι κάθετο στο μεσοσπονδύλιο δίσκο, προκαλώντας την ολίσθηση του ενός σπονδύλου επί του άλλου. Έτσι κατά την κάμψη έχουμε πρόσθια ολίσθηση, κατά την έκταση οπίσθια ολίσθηση και κατά την πλάγια κλίση ολίσθηση. Οι ανατομικές δομές που αντιστέκονται σε αυτές τις δυνάμεις είναι: α) ο μεσοσπονδύλιος δίσκος και οι οπίσθιες μεσοσπονδύλιες διαρθρώσεις (facets). Στα λорδωτικά τμήματα της σπονδυλικής στήλης το 50% της αντίστασης στις διατμητικές δυνάμεις αποδίδεται στις οπίσθιες μεσοσπονδύλιες διαρθρώσεις. Επίσης σε πρόσθια κατεύθυνση, οι ισχυρές οπίσθιες μυϊκές προσφύσεις στις άνω αρθρικές αποφύσεις ελαττώνουν τις δυνάμεις που προκαλούν πρόσθια μετακίνηση επί του μεσοσπονδυλίου δίσκου (9).



Η ακαμψία είναι μεγαλύτερη κατά την επίδραση οπίσθιων διατμητικών δυνάμεων στην ΟΜΣΣ. Ειδικότερα στο επίπεδο του Ο3 σπονδύλου κατά τη διάρκεια της πρόσθιας κάμψης η αντίσταση στις διατμητικές δυνάμεις είναι σημαντική, επειδή η συνολική δύναμη επαφής στις οπίσθιες μεσοσπονδύλιες διαρθρώσεις εξαντλείται κυρίως στο οριζόντιο επίπεδο χωρίς την ύπαρξη οριζόντιας συνιστώσας (10). Στη θωρακική μοίρα, η αντίσταση στις διατμητικές δυνάμεις είναι ίδια σε όλες τις κατευθύνσεις, καθώς ο προσανατολισμός και το μέγεθος των οπίσθιων σπονδυλικών διαρθρώσεων κάνει τη συνεισφορά τους ασήμαντη. Τέλος είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ότι οι διατμητικές δυνάμεις διπλασιάζονται στην οπίσθια μεσοσπονδύλια διάρθρωση υπό συμπίεση όταν συνυπάρχει κάμψη, στροφή και πλάγια κλίση.

#### **δ) Στρέψη**

Οι δυνάμεις στρέψης είναι ιδιαίτερα επικίνδυνες για την ακεραιότητα του μεσοσπονδυλίου δίσκου, καθώς στις στροφικές κινήσεις της ΣΣ, δημιουργούνται ροπές στρέψης που με τη σειρά τους δίνουν γένεση σε διατμητικές και διατατικές δυνάμεις στον ινώδη δακτύλιο, οι οποίες είναι μεγαλύτερες στην περιφέρεια και μικρότερες στο κέντρο περιστροφής. Επίσης ο συνδυασμός μικρού μεγέθους κυκλικής συμπίεσης, κάμψης και στροφής επιφέρει μηχανική αποτυχία του δίσκου (11).

Ο δίσκος προστατεύεται από τα υπερβολικά φορτία και τις παραμορφώσεις, από τα οπίσθια στοιχεία λόγω του μηχανικού πλεονεκτήματος του μεγάλου μοχλοβραχίονα. Αφαίρεση αυτών των στοιχείων από κινητικές μονάδες Ο1-Ο4 αυξάνει την στρεπτική ικανότητα 150%, ενώ όταν υπάρχει συνδυασμός δυνάμεων στρέψης με πλάγια κλίση και κάμψη-έκταση το ποσοστό γίνεται 70-80%.

Η συμβολή των οπίσθιων στοιχείων στην ικανότητα αντίστασης στις στρεπτικές δυνάμεις θεωρείται ότι είναι 15% για τις αρθρικές επιφάνειες, 11% για το

θύλακο και 7% για τους μεσακάνθιους συνδέσμους (12). Κατά τη στρέψη της ΣΣ, οι οπίσθιες μεσοσπονδύλιες διαρθρώσεις συμπιέζονται στη μια πλευρά και διατείνονται στην άλλη. Από το ύψος Θ7-Ο4 παρατηρείται μια συνεχής αύξηση της στρεπτικής ακαμψίας, η οποία αποδίδεται κυρίως στον προσανατολισμό των facets. Το τμήμα μεταξύ Θ12-Ο5 είναι λιγότερο εύκαμπτο στη στρέψη σε σχέση με την κάμψη, έκταση και πλάγια κλίση (13).

### **ε) Λυγισμός**

Τα περισσότερα φορτία που εξασκούνται στη σπονδυλική στήλη εφαρμόζονται έκκεντρα και δίνουν γένεση σε ροπές που τείνουν να κάμψουν τη σπονδυλική στήλη. Τα φορτία λυγισμού (bending) κατά τη διάρκεια κάμψης-έκτασης και πλάγιας κλίσης παράγουν συμπιεστικές δυνάμεις στη μια πλευρά του άξονα περιστροφής και διατατικές από την άλλη. Όταν η σπονδυλική στήλη κάμπτεται, ο μεσοσπονδύλιος δίσκος από το σπονδυλικό σώμα βρίσκονται υπό συμπίεση και οι οπίσθιοι σύνδεσμοι διατείνονται. Έχειδειχθεί ότι η τάση στο μεσακάνθιο και επακάνθιο σύνδεσμο μεταξύ Ο3 και Ο4 αυξάνει με την κάμψη και ότι αυτοί οι οπίσθιοι σύνδεσμοι είναι σημαντικοί για την προστασία του μεσοσπονδύλιου δίσκου, μια και ο δίσκος είναι λιγότερο ανθεκτικός σε κάμψη από ότι σε έκταση (14). Οι ροπές κάμψης προκαλούν τη μεγαλύτερη παραμόρφωση στο οπίσθιο τμήμα του ινώδους δακτυλίου. Όταν η κάμψη συνδυάζεται με άρση βάρους, η ενδοδισκική πίεση αυξάνει. Σε έκταση της ΣΣ ο μεσοσπονδύλιος δίσκος βρίσκεται υπό τάση, στην οποία αντιστέκεται ο ισχυρός πρόσθιος επιμήκης σύνδεσμος. Τα οπίσθια στοιχεία βρίσκονται υπό συμπίεση και η αντίσταση που παρατηρείται από την οστική επαφή των μεσοσπονδύλιων διαρθρώσεων και των ακανθωδών αποφύσεων συμβάλλει κατά 25-30% στην ακαμψία που παρατηρείται κατά την έκταση. Στις συνθήκες αυτές, η άρθρωση λειτουργεί ως προοδευτικά άκαμπτο ελατήριο και αυτή η ιδιότητα

παραμένει μέχρι την πλήρη διατομή όλων των οπίσθιων στοιχείων. Σε σπάνιες περιπτώσεις ‘kissing spine’, η έκταση περιορίζεται από τις ακανθώδεις αποφύσεις, οι οποίες έρχονται σε επαφή. Αντίθετα, εάν οι ακανθώδεις αποφύσεις βρίσκονται σε μεγάλη διάσταση, οι μεσοσπονδύλιες διαρθρώσεις κατά τη διάρκεια της έκτασης μπορεί να αποτελέσουν τα πρώτα στοιχεία που θα οδηγηθούν σε μηχανική αποτυχία. Ο μεσοσπονδύλιος δίσκος μπορεί να καταστραφεί σε υπερέκταση της ΣΣ εάν ταυτόχρονα ασκηθούν συμπιεστικές δυνάμεις, ενώ μια ξαφνική εφαρμογή μόνο των συμπιεστικών δυνάμεων μπορεί να οδηγήσει σε πρόπτωση του δίσκου (15).

Κατά τη διάρκεια πλάγιας κλίσης  $5-6^{\circ}$ , καθώς και κατά τη συμπίεση, τα facets φορτίζονται ελάχιστα σε σχέση με την κάμψη και στρέψη. Συνεπώς η αφαίρεση των facets έχει μηδαμινή επίδραση στην τμηματική ικανότητα πλάγιας κλίσης.

#### **4.2 Σταθερότητα της ΘΟΜΣΣ**

Η σταθερότητα της ΣΣ μπορεί να οριστεί ως η ικανότητα των σπονδύλων να διατηρήσουν τις φυσιολογικές τους σχέσεις και να περιορίσουν τις σχετικές μετακινήσεις τους κατά τη διάρκεια των φυσιολογικών στάσεων και φορτίσεων. Την πρόκληση για τη σταθερότητα της ΣΣ αποτελεί η κίνηση, γιατί κάθε στιγμή οι συνθήκες δυναμικής ισορροπίας αλλάζουν και τα δομικά στοιχεία της ΣΣ μπορούν να υποστούν διάφορες επιδράσεις. Η τμηματική κίνηση των σπονδύλων, όπως και η εξωτερική υποστήριξη της σπονδυλικής στήλης μπορεί να τροποποιηθεί από τις μυϊκές συσπάσεις. Επίσης η κίνηση των σπονδύλων μπορεί να είναι το αποτέλεσμα δυνάμεων και ροπών υπό την επίδραση εξωτερικών φορτίων. Αυτό γίνεται μέσω της μεταβολής των διαστάσεων του μεσοσπονδυλίου διαστήματος και κίνησης μεταξύ των μεσοσπονδυλίων διαρθρώσεων.

Η φυσιολογική κινητικότητα και σταθερότητα προϋποθέτει ότι η κίνηση είναι:

α) εντός των φυσιολογικών ορίων παραμόρφωσης του μεσοσπονδυλίου διαστήματος,

β) οδηγούμενη από τη φυσιολογική σχέση των οπίσθιων μεσοσπονδυλίων διαρθρώσεων,

γ) περιοριζόμενη από τον αρθρικό θύλακο, τους συνδέσμους και τους μυς,

δ) μέσα στα όρια του φυσιολογικού εύρους κίνησης, κατά το οποίο δεν συμβαίνει πρόσκρουση οστικών στοιχείων (16).

Τα δομικά στοιχεία της ΣΣ που παρέχουν αυτή τη σταθερότητα, μπορούν να ταξινομηθούν σε δυο κατηγορίες:

- 1) τα παθητικά, όπως είναι ο μεσοσπονδύλιος δίσκος, οι οπίσθιες σπονδυλικές διαρθρώσεις και οι σύνδεσμοι και
- 2) τα ενεργητικά που αφορούν τους μυς του κορμού, οι οποίοι κάτω από τον έλεγχο των αντανακλαστικών ελέγχουν τη σταθερότητα της ΣΣ, επιτρέποντας τη συνεχή προσαρμογή των δυνάμεων και των ροπών (17).

Εδώ θα πρέπει να γίνει ιδιαίτερη αναφορά για τις σπονδυλικές διαρθρώσεις της ΟΜΣΣ, οι οποίες έχουν σημαντικό ρόλο στην κατανομή των φορτίων. Οι οσφυϊκές διαρθρώσεις δέχονται το 16-18% περίπου της αξονικής φόρτισης κατά την όρθια στάση. Οι King και Prasad (18) έδειξαν ένα εύρος μεταβολής μεταφοράς φορτίων διαμέσου των αποφύσεων από 0-33%, εξαρτώμενο από τη σωματική στάση. Αυτές οι μελέτες συσχετίζουν τη μείωση στα φορτία των διαρθρώσεων με αλλαγές στο κέντρο βάρους και μεταφορά αυτών στο δίσκο. Όταν η αξονική φόρτιση αυξάνει σταθερά, η δύναμη που μετριέται στην επιφάνεια των αποφύσεων αυξάνει, φτάνει σε σταθερό επίπεδο και στη συνέχεια μειώνεται. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στη στροφή των σχεδόν κάθετα προσανατολισμένων αρθρικών αποφύσεων, καθώς η κατώτερη διάρθρωση μετατοπίζεται πιέζοντας τον αρθρικό θύλακο.

Σε μια εμβιομηχανική ανάλυση, ο Jacobs (19) συσχέτισε το μηχανισμό βλάβης με την αποτυχία της αρχιτεκτονικής. Η αξονική διάταση οδηγεί το θύλακο

των διαρθρώσεων σε ρήξη, η στροφή σε κάταγμα και η κάμψη σε ρήξη του θυλάκου με ή χωρίς κάταγμα. Τα κατάγματα-εξάρθρηματα απαιτούν συνδυασμό δυνάμεων αξονικής στροφής και κάμψης ή έκταση.

### **Βιβλιογραφία**

1. Andriacchi TP, Schultz AB, Belytschko TB, Galante JO. A model for studies of mechanical interactions between the human spine and the rib cage. *J Biomech* 1974, 7:497-507.
2. Brinckmann P, Frobin W, Hierholzer E, Horst M. Deformation of the vertebral endplate under axial loading of the spine. *Spine* 1983, 8:851-856.
3. Perey O. Fractures of the vertebral endplate in the lumbar spine. *Acta Orthopaedica Scand* 1957, 25:1-101.
4. Chasal J, Tanguy A, Bourges M, Gaurel G, Escande G, Guillot M, Vanneuville G. Biomechanical proprieties of spinal ligaments and a histological study of the supraspinal ligament in traction. *J Biomech* 1985, 18:167-176.
5. Mykelbust JB, Pintar F, Maiman D. Tensile strength of spinal ligaments. *Spine* 1988, 13:526-531.
6. Resnick DK, Weller SJ, Benzel EC. Biomechanics of the thoracolumbar spine. *Neurosurg Clin North Am* 1977, 8:455-469.
7. Sikoryn TA, Hukins DWL. Mechanism of failure of the ligamentum flavum of the spine during in vitro tensile tests. *J Orthop Res* 1990, 8:586-591.
8. Twomey LT, Taylor JR. Sagittal movements of the human lumbar vertebral column: a quantitative study of the role of the posterior vertebral elements. *Arch Phys Med Rehabil* 1983, 64:322-325.

9. Gordon SJ, Yang KH, Mayer PJ, Mace A, Kish VL, Radin EL. Mechanism of disk rupture. *Spine* 1991, 16:450-456.
10. Shirazi-adl A. Finite element evaluation of contact loads on facets of an L2-L3 lumbar segment in complex loads. *Spine* 199, 16:533-541.
11. Markolf KL, Morris JM. The structural components of the intervertebral disk. *J Bone Joint Surg* 1974, 56A:675-687.
12. Tanguy A. Biomechanics of the normal thoracolumbar spine and their application to fractures. In: Floman Y, Farcy JP, Agnenson C (eds). *Thoracolumbar spine fractures*. Raven Press, Ltd, New York, 1993.
13. Gracovetsky S. *The spinal engine*. Vienna: Springer Verlag, 1988.
14. Louis R. *Chirurgie du rachis*. Vienna: Springer-Verlag, 1982.
15. Scoles P, Linton AE, Latimer B. Vertebral body and posterior element morphology: the normal spine in middle life. *Spine* 1988, 13:1082-1086.
16. Stagnara P, De Mauroy JC, Dran G, Gonnon P, Costanzo G, Dimnet J, Pasquet A. Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: approach to reference for the evaluation of the kyphosis and lordosis. *Spine* 1982, 7:335-342.
17. White AA, Panjabi NM. *Clinical biomechanics of the spine*. Philadelphia: Lippincott, 1991.
18. King AI, Prasad P. Mechanism of spinal injury due to caudocephalad acceleration. *Spine* 1992, 6:45-51.
19. Jacobs RR, Asden MA, Snider RK. Thoracolumbar spine injuries, a comparative study of recumbent and operative treatment in 100 patients. *Spine*, 1980, 5:463-477.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ**  
**ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ ΘΩΡΑΚΟΟΣΦΥΙΚΗΣ ΜΟΙΡΑΣ**  
**ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ**

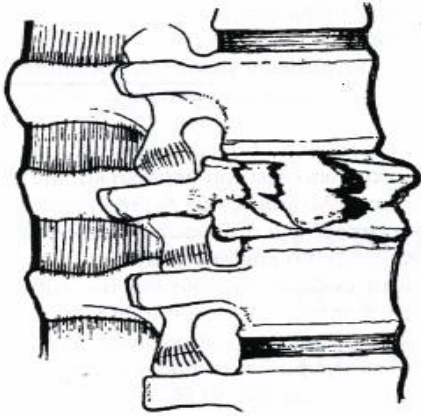
**5.1 Ιστορικά στοιχεία**

Τα Ομηρικά έπη και ιδιαίτερα η Ιλιάδα είναι γεμάτη από περιγραφές πολεμικών κακώσεων, των οποίων σημαντικό ποσοστό αναφέρεται στη σπονδυλική στήλη. Μεγάλοι Έλληνες συγγραφείς και ποιητές της αρχαιότητας, όπως είναι ο Ηρόδοτος, ο Ιπποκράτης και ο Γαληνός, διάφορα αντικείμενα τέχνης (αγάλματα, αναθήματα, λατρευτικά είδωλα), καθώς και τα αρχαιολογικά ευρήματα ανασκαφών (οστέο-αρχαιολογία) μας δίνουν πολύτιμες πληροφορίες για τις γνώσεις που είχαν στην αρχαιότητα για τις κακώσεις και παθήσεις της σπονδυλικής στήλης.

Ειδικά ο Ιπποκράτης στο ‘Πέρι άρθρων’ (βιβλίο ‘Μοχλικόν’) συνιστά την εφαρμογή έλξεων με ιμάντες σε ειδική κλίνη για τα κατάγματα – εξαρθήματα της σπονδυλικής στήλης (1).

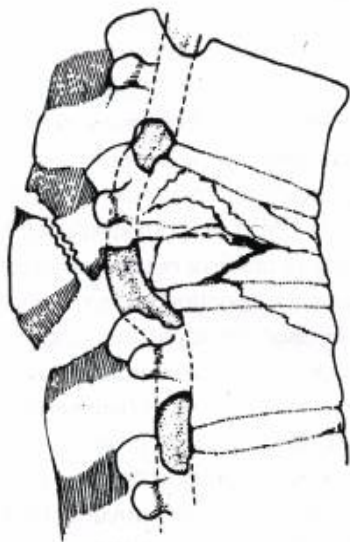
**5.2 Ταξινομήσεις των κακώσεων της σπονδυλικής στήλης.**

Ο τραυματισμός της σπονδυλικής στήλης αποτελεί μέχρι και σήμερα μια από τις σοβαρότερες καταστάσεις που καταλήγουν συχνά σε σοβαρές αναπηρίες λόγω του ρόλου του νωτιαίου μυελού στο νευρικό σύστημα (Εικ. 1 και 2). Η σύνθετη ανατομία και οι μεγάλες εμβιομηχανικές δυνατότητες που έχει η σπονδυλική στήλη, της επιτρέπουν τη συνεχή προσαρμογή σε οποιαδήποτε αλλαγή θέσης κατά τη φυσιολογική κίνηση και φόρτιση. Όταν όμως υπάρχει υπερβολική κίνηση και δύναμη, μπορεί να συμβούν βλάβες, ανάλογα με το μηχανισμό που ασκείται και το ανατομικό επίπεδο που εφαρμόζεται. Οι κύριες δυνάμεις που ασκούνται στην σπονδυλική στήλη είναι η συμπίεση, η διάτμηση, ο εξελκυσμός και η στρέψη, οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν σε κάμψη, έκταση η στροφή.



**Εικόνα 1.** Σταθερό συμπίεστικό κάταγμα χωρίς βλάβη των οπίσθιων συνδεσμικών στοιχείων.

**Εικόνα 2.** Ασταθές εκρηκτικό κάταγμα με ρήξη των οπίσθιων συνδεσμικών στοιχείων.



Ειδικά η θωρακοσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης είναι μια ζώνη μετάβασης, καθώς από το Θ11 στο Ο2 σπόνδυλο δεν υπάρχουν πλευρές και αλλάζει ο προσανατολισμός των οπίσθιων μεσοσπονδυλίων διαρθρώσεων από κάθετο σε οριζόντιο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η περιοχή αυτή να εκτίθεται σε τραυματισμούς και να παρουσιάζει συχνότητα κακώσεων μεγαλύτερη του 50% στο σύνολο των κακώσεων της θωρακικής και της οσφυϊκής μοίρας.



Η απόφαση για θεραπεία ενός κατάγματος στηρίζεται στην ταξινόμηση της βλάβης. Μια σωστή ταξινόμηση όμως θα πρέπει να πληρεί ορισμένες βασικές προϋποθέσεις:

- 1) Αναγνώριση της βλάβης με ένα απλό αλγόριθμο που θα βασίζεται σε ακτινολογικά και κλινικά στοιχεία που μπορούν να αναγνωριστούν εύκολα,
- 2) Πρέπει να παρέχει μια περιεκτική ορολογία που θα δίνει τις πληροφορίες που χρειάζονται για τη σοβαρότητα της βλάβης,
- 3) Επιλογή της ανάλογης θεραπείας και πρόγνωση του κατάγματος.

Αν και ο Bohler το 1951 (2) ταξινόμησε τα κατάγματα της σπονδυλικής στήλης, ο Nicoll το 1949 (3) ήταν ο πρώτος που χώρισε τα κατάγματα σε σταθερά και ασταθή. Ο Holdsworth (4,5) εισήγαγε τη θεωρία της 'έκρηξης του κατάγματος'. Ανέφερε ότι η συμπίεση στο σπονδυλικό σώμα οδηγεί σε κάταγμα της τελικής κινητικής πλάκας, όταν ο πηκτοειδής πυρήνας μπει μέσα στο σπονδυλικό σώμα και προκαλέσει έκρηξη με παρεκτόπιση των οστικών τεμαχίων προς τα έξω. Εντούτοις πίστευε ότι επειδή οι σύνδεσμοι παρέμειναν άθικτοι, το κάταγμα ήταν σταθερό, παρά τη συντριβή. Αυτή η θεωρία τροποποιήθηκε με βάση τις θεωρίες των δυο και τριών κολόνων της σπονδυλικής στήλης.

Οι Kelly και Whitesides (6,7) τροποποίησαν τη θεωρία του Holdsworth, προτείνοντας ότι η θωρακοσφυϊκή σπονδυλική στήλη αποτελείται από δυο φορτιζόμενες κολόνες, την κολόνα του νευρικού σωλήνα και την κολόνα του σπονδυλικού σώματος. Σύμφωνα με αυτή την θεωρία θεώρησαν ασταθή τα εκρηκτικά κατάγματα που παρουσίαζαν κατάληψη του νωτιαίου σωλήνα.

Ο DeWald (8) πρότεινε τη θεωρία των δυο κολόνων, θεωρώντας ότι η πρόσθια κολόνα αποτελείται από το σπονδυλικό σώμα, το δίσκο, τον πρόσθιο και

οπίσθιο επιμήκη σύνδεσμο. Η οπίσθια κολόνα αποτελείται από το νωτιαίο σωλήνα, το σπονδυλικό τόξο και τους αντίστοιχους συνδέσμους. Η πρόσθια κολόνα αντέχει στις δυνάμεις συμπίεσης και η οπίσθια στις δυνάμεις έκτασης.

Ο Denis (9,10) ταξινόμησε τα εκρηκτικά κατάγματα σύμφωνα με το πρότυπο των τριών κολόνων, το οποίο είναι και το αποδεκτό σημείο αναφοράς σήμερα. Αυτός εστίασε την προσοχή στη μεσαία κολόνα, η οποία αποτελείται από τον οπίσθιο επιμήκη σύνδεσμο, το οπίσθιο σπονδυλικό σώμα και τον οπίσθιο μεσοσπονδύλιο δίσκο. Παρατήρησε ότι η ρήξη αυτών των δομών μπορεί να οδηγήσει σε αστάθεια στην κάμψη και γι αυτό όρισε σαν εκρηκτικό κάταγμα την αποτυχία της πρόσθιας και μέσης κολόνας.

Η κλινική σταθερότητα είναι κεφαλαιώδους σημασίας στο χειρισμό των εκρηκτικών καταγμάτων. Οι White και Panjabi (11) όρισαν σαν κλινική αστάθεια ‘την απώλεια της ικανότητας της σπονδυλικής στήλης κάτω από κανονικές συνθήκες φόρτισης να διατηρήσει τις σχέσεις μεταξύ των σπονδύλων με τέτοιο τρόπο, ώστε να μην υπάρξει βλάβη ή ερεθισμός στο νωτιαίο μυελό ή στα νωτιαία νεύρα, ούτε μόνιμη παραμόρφωση ή πόνος’.

Χρησιμοποιώντας τη θεωρία των White και Panjabi και τη θεωρία των τριών κολονών του Denis, ο McAfee (12) πρότεινε ότι το κλειδί της ανατομικής δομής της μεσαίας κολόνας είναι το οπίσθιο οστεοσυνδεσμικό σύστημα το οποίο, όταν είναι άθικτο η βλάβη είναι σταθερή, ενώ όταν έχει υποστεί ρήξη, η βλάβη είναι ασταθής.

Οι Ferguson και Allen (13) βάσισαν την ταξινόμησή τους στο μηχανισμό της βλάβης. Έτσι παρατήρησαν ότι οι δυνάμεις με συμπίεση και κάμψη προκαλούν έκρηξη στα ‘μεσαία στοιχεία’ και εισβολή οστικών τεμαχίων στο νωτιαίο κανάλι.

Το 1994 οι Gaines και McCormack (14) ανέφεραν μια ταξινόμηση που βασίζεται στην ‘αρχή της κατανομής των φορτίων’ (Load Sharing Scoring). Σύμφωνα

με αυτή την ταξινόμηση, βαθμολογείται: 1) ο βαθμός της συντριπτικότητας του σπονδυλικού σώματος, 2) το ποσοστό παρεκτόπισης των οστικών τεμαχίων και 3) ο βαθμός διόρθωσης της τραυματικής κύφωσης μετά την ανάταξη. Τα (1) και (2) αξιολογούνται με την αξονική τομογραφία και το (3) με τις πλάγιες ακτινογραφικές λήψεις κατά τη βλάβη και μετά την ανάταξη. Έτσι η συντριβή βαθμολογείται με 1 όταν περιλαμβάνει το 30% ή λιγότερο του σπονδυλικού σώματος, 2 όταν είναι μεταξύ 30-60% και 3 όταν πάνω από 60%. Η παρεκτόπιση βαθμολογείται με 1 όταν είναι 0-1 mm, 2 όταν είναι ως 2 mm σε 50% της τομής της αξονικής και 3 όταν είναι πάνω από 2 mm σε ποσοστό μεγαλύτερο από 50% της τομής. Τέλος ο βαθμός διόρθωσης της κύφωσης βαθμολογείται με 1 για διόρθωση ως 3 μοίρες ή λιγότερο, 2 για διόρθωση 4-9 μοίρες και 3 για 10 μοίρες και πάνω. Το άθροισμα των τριών παραμέτρων δίνει τον τελικό βαθμό αστάθειας που κυμαίνεται μεταξύ 3 (ελάχιστο) και 9 (μέγιστο).

Το 1995 ο Gertzbein (15) πρότεινε μια ταξινόμηση που βασίζεται στην παθολογία σύμφωνα με το μηχανισμό κάκωσης της βλάβης και τη μορφολογία του κατάγματος. Υπάρχουν 3 βασικοί τύποι βλάβης που δείχνουν το μηχανισμό της βλάβης: ο τύπος A με την συμπίεση του σπονδυλικού σώματος, ο τύπος B με τον εξελκυσμό και ο τύπος C με το συνδυασμό των A και B τύπων και το μηχανισμό της στροφής (Εικ. 3). Κάθε τύπος αποτελείται από 3 υπότυπους που δείχνουν τη μορφολογία του κατάγματος.

Έτσι ο τύπος A αποτελείται από:

- 1) A1 κατάγμα από σύγκρουση, που με τη σειρά του αποτελείται από 3 μικρότερες κατηγορίες, τις A1.1 με ρήξη της τελικής κινητικής πλάκας, A1.2 με συμπίεση και A1.3 με κατάρρευση του σπονδυλικού σώματος.

2) A2 διαχωριστικό κάταγμα, με A2.1 εγκάρσιο διαχωριστικό, A2.2 μετωπιαίο διαχωριστικό και A2.3 διαχωριστικό με συντριβή.

3) A3 εκρηκτικό κάταγμα, με A3.1 ατελές εκρηκτικό, A3.2 εκρηκτικό – διαχωριστικό και A3.3 πλήρες εκρηκτικό.

Ο τύπος B αποτελείται από:

1) B1 με ρήξη των οπίσθιων συνδεσμικών στοιχείων (κάμψη-εξελκυσμό), που αποτελείται από το B1.1 που έχει εγκάρσια ρήξη του δίσκου και το B1.2 που αφορά τον τύπο A κατάγματος του σπονδυλικού σώματος.

2) B2 οστική βλάβη των οπίσθιων στοιχείων (κάμψη-εξελκυσμό). Αυτό περιλαμβάνει τους υπότυπους: B2.1 που είναι εγκάρσιο κάταγμα δυο κολόνων, B2.2 με εγκάρσια ρήξη του δίσκου και B2.3 με κάταγμα σπονδυλικού σώματος τύπου A.

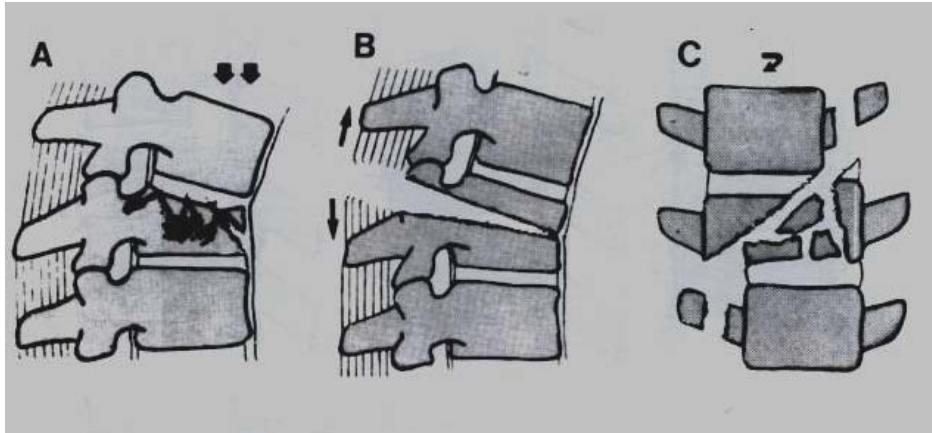
3) B3 πρόσθια βλάβη διαμέσου του μεσοσπονδυλίου δίσκου (υπερέκταση-διάτμηση). Οι υπότυποι είναι: B3.1 υπερέκταση με υπεξάρθρωμα, B3.2 υπερέκταση με σπονδυλόλυση και B3.3 με οπίσθιο εξάρθρωμα.

Ο τύπος C αφορά βλάβες πρόσθιων και οπίσθιων σπονδυλικών στοιχείων με στροφή:

1) C1: τύπου A βλάβες με στροφή (συμπίεση με στροφή). Αυτός με τη σειρά του αποτελείται από: C1.1 στροφή με συμπίεση, C1.2 στροφή με διαχωριστικό κάταγμα και C1.3 στροφή με εκρηκτικό κάταγμα.

2) C2: τύπου B βλάβες με στροφή. Αποτελείται από τις μορφές: B2.1 που είναι B1 βλάβες με στροφή (κάμψη-εξελκυσμός με στροφή), B2.2 που είναι B2 βλάβες με στροφή (κάμψη-εξελκυσμός με στροφή) και B2.3 που είναι B3 βλάβες με στροφή (υπερέκταση-διάτμηση με στροφή)

- 3) C3: βλάβες με διάτμηση και στροφή. Σε αυτό τον υπότυπο υπάρχουν οι μορφές C3.1 πλάγιο κάταγμα και C3.2 το λοξό κάταγμα.



**Εικόνα 3.** Ταξινόμηση σπονδυλικών καταγμάτων κατά Gertzbein: A. Συμπιεστικά κατάγματα, B. Κακώσεις με διάταση πρόσθιων και οπίσθιων στοιχείων και C. Κακώσεις A ή B με στροφή.

Επίσης κάθε μορφή από κάθε υπότυπο διαιρείται περαιτέρω σε 3 μικρότερες κατηγορίες. Η βαθμολογία (1,2,3) είναι αυξανόμενη με βάση το βαθμό αστάθειας. Σε αυτή την ταξινόμηση ο όρος κολόνα αφορά τη θεωρία των δυο κολόνων του Holdsworth.

### 5.3 Θεραπεία θωρακοσφυϊκών καταγμάτων

Μετά την ταξινόμηση των καταγμάτων ακολουθεί η θεραπεία που μπορεί να είναι συντηρητική ή χειρουργική. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, κατάγματα σταθερά χωρίς νευρολογική βλάβη αντιμετωπίζονται συντηρητικά με κλινοστατισμό για 4-6 εβδομάδες και στη συνέχεια τοποθέτηση κηδεμόνα και φυσικοθεραπεία (16,17,18). Η διάρκεια της ακινητοποίησης της σπονδυλικής στήλης με τον κηδεμόνα διαρκεί 3-6 μήνες, ανάλογα με το μέγεθος της βλάβης.

Κατάγματα ασταθή, με ή χωρίς νευρολογική βλάβη αντιμετωπίζονται χειρουργικά (19,20). Οι ενδείξεις για χειρουργική θεραπεία είναι:

- 1) Κατάγματα ασταθή τύπου A2.3 κατά Gertzbein με >50% συμπίεση της πρόσθιας κολόνας ή κύφωση >30 μοιρών.
- 2) Εκρηκτικά κατάγματα με συμπίεση πρόσθιας κολόνας <60% ή κύφωση >25 μοιρών, τα τύπου A3.3 κατά Gertzbein, ή οποιοδήποτε εκρηκτικό κάταγμα από κάμψη – εξελκυσμό.
- 3) Κατάγματα από κάμψη - εξελκυσμό με ρήξη της μέσης και οπίσθιας κολόνας (Τύπου B κατά Gertzbein).
- 4) Τα κατάγματα τύπου C κατά Gertzbein.
- 5) Κατάληψη του νωτιαίου σωλήνα >35% στο Θ11 και Θ12, >45% στο ύψος του Ο1 και > 55% στο Ο2 (21).
- 6) Κατάγματα με πλήρη ή ατελή νευρολογική βλάβη.

Το είδος της επέμβασης μπορεί να είναι πρόσθια, οπίσθια σπονδυλοδεσία ή συνδυασμός και των δυο. Η επιλογή εξαρτάται από:

A) Την κατάληψη νωτιαίου σωλήνα. Αν είναι >70% μετά από εκρηκτικό κάταγμα, τότε χρειάζεται πρόσθια σπονδυλοδεσία (21).

B) Το ποσοστό κατάληψης που παραμένει μετά από οπίσθια σπονδυλοδεσία, το οποίο αν είναι >50% τότε ακολουθεί πρόσθια σπονδυλοδεσία (22).

Γ) Αν το κάταγμα είναι πάνω από 10 ημερών και έχει αρχίσει η διαδικασία της πάρωσης, τότε η επέμβαση εκλογής είναι η πρόσθια σπονδυλοδεσία (23).

Δ) Σε εκρηκτικό κάταγμα που υπάρχει απώλεια σπογγώδους ουσίας στην πρόσθια κολόνα χρειάζεται πρόσθια σπονδυλοδεσία με μόσχευμα και οπίσθια σπονδυλοδεσία (24).

Το σημείο αμφισβήτησης στη σημερινή βιβλιογραφία αφορά τα ασταθή κατάγματα χωρίς νευρολογική βλάβη, καθώς ορισμένοι συγγραφείς υποστηρίζουν τη συντηρητική θεραπεία (16,18) και άλλοι τη χειρουργική (19,20).

### **Βιβλιογραφία**

- 1) Τριανταφύλλου ΝΚ. Κακώσεις της σπονδυλικής στήλης στην Ελληνική Αρχαιότητα. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Hellenica* 2000, 51(1):30-41.
- 2) Bohler L. *Die Technik der Knochenbruchbehandlung*, 12-13 edn. Vol 1. Maudrich, Vienna, 1951, pp 318-480.
- 3) Nicoll EA. Fractures of the dorso-lumbar spine. *J Bone Joint Surg* 1949, 31:376-394.
- 4) Holdsworth FW. Fractures, dislocations, and fracture-dislocations of the spine. *J Bone Joint Surg* 1963, 45:6-20.
- 5) Holdsworth FW. Review article: fractures, dislocations, and fracture-dislocations of the spine. *J Bone Joint Surg* 1970, 52:1534-1551.
- 6) Kelly RP, Whitesides TE. Treatment of lumbodorsal fractures-dislocations. *Ann Surg* 1968, 167:705.
- 7) Whitesides TE. Traumatic Kyphosis of the thoracolumbar spine. *Clin Orthop* 1977, 128:78-92.

- 8) DeWald RL. Burst fractures of the thoracic and lumbar spine. *Clin Orthop* 1994, 189:150.
- 9) Denis F. The three column concept and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine* 1983, 8:817.
- 10) Denis F. Spinal instability as defined by the three-column concept in the spinal trauma. *Clin Orthop* 1984, 189:65.
- 11) White AA, Panjabi MM. *Clinical biomechanics of the spine*. Philadelphia, JB Lippincott, 1978.
- 12) McAfee PC, Yuan HA, Lasda NA. The unstable burst fracture. *Spine*, 1982, 7:365.
- 13) Ferguson RL, Allen BL. A mechanistic classification of thoracolumbar spine fractures. *CORR* 1984, 189:77.
- 14) McCormack T, Karaikovic E, Gaines R. The Load Sharing Classification of spine fractures. *Spine* 1994, 19(15):1741-1744.
- 15) Magerl F, Aebi M, Gertzbein D, Harms J, Nazarian S. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *European Spine Journal* 1994, 3:184-201.
- 16) Bedbrook GM. Stability of spinal fractures and fractures dislocations. *Paraplegia* 1971, 9:23.
- 17) Frankel HL, Hancock DO, Hyslop G. The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. Part I. *Paraplegia* 1969, 7:179.
- 18) Krompinger WJ, Fredrickson BE, Mino DE, Yuan HA. Conservative treatment of fractures of the thoracic and lumbar spine. *Orthop Clin North Am* 1986, 17:161.



- 19) Bradford DS, Akbarnia BA, Winter RB, Seljeskog EL. Surgical stabilization of fracture and fracture-dislocations of the thoracic spine. *Spine* 1977, 2:185.
- 20) Bradford DS, Mc Bride GC. Surgical management of thoracolumbar spine fractures with incomplete neurological deficits. *Clin Orthop* 1987, 218:201.
- 21) Hashimoto T, Kaneda K, Abumi K. Relationship between traumatic spinal canal stenosis and neurologic deficits in thoracolumbar burst spinal fractures. *Spine* 1988, 13:1268-1272.
- 22) Bayley JC, Yuan HA, Fredrickson BE. Anterior Techniques of Decompression and Fixation. In : *Thoracolumbar Spine Fractures*. Edited by Y Floman et al. Raven Press L.T.D. New York, 1993, 20:251-266.
- 23) McAfee PC, Bohlman HH, Yuan HA. Anterior decompression of traumatic thoracolumbar fractures with incomplete neurological deficit using a retroperitoneal approach. *J Bone Joint Surg* 1985, 67A:89-104.
- 24) Bohlman HH, Freehater A, Dejak J. Late anterior decompression of spinal cord injuries: a report of 36 cases. *J Bone Joint Surg* 1975, 52A:1025.

## **ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

### ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΤΩΝ ΘΩΡΑΚΟΟΣΦΥΙΚΩΝ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΕΩΝ ΤΟΥ GERTZBEIN ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ (LOAD SHARING).

#### Εισαγωγή

Μεγάλες αντιφάσεις υπάρχουν ακόμα και σήμερα στο χειρισμό των καταγμάτων της θωρακοσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης. Ο ορθοπεδικός που ασχολείται με αυτές τις βλάβες λαμβάνει ανάμεικτα μηνύματα από τις υπάρχουσες μελέτες. Οι υποστηρικτές της χειρουργικής θεραπείας πιστεύουν ότι η αποσυμπίεση του νευρικού ιστού και η σταθεροποίηση του κατάγματος, επιτρέπει γρηγορότερη κινητοποίηση και αποκατάσταση του ασθενούς, καθώς η ανάταξη του κατάγματος γίνεται ανατομική, αποκαθιστάται η ανατομία της σπονδυλικής στήλης και βελτιώνεται η νευρολογική λειτουργία (9,16).

Εντούτοις σε ασθενείς που δεν έχουν νευρολογική βλάβη, τα πλεονεκτήματα της χειρουργικής θεραπείας δεν είναι το ίδιο εμφανή. Πολλοί συγγραφείς που αντιμετώπισαν συντηρητικά ασθενείς με επιλεγμένους τύπους καταγμάτων χωρίς νευρολογική βλάβη, αναφέρουν επιτυχημένα αποτελέσματα (25,26).

Η συντηρητική θεραπεία των θωρακοσφυϊκών καταγμάτων θα πρέπει να στηριχθεί σε συγκεκριμένα κριτήρια: 1) μια ταξινόμηση που θα επιτρέπει την αναγνώριση και τη σοβαρότητα της βλάβης και 2) στα χαρακτηριστικά της βλάβης, όπως είναι η αστάθεια, ο βαθμός της συντριβής, η παραμόρφωση του κατάγματος και όλους τους παράγοντες που μπορούν να προκαλέσουν πόνο και νευρολογικό έλλειμμα. Από τις πολλές ταξινομήσεις που υπάρχουν στη διεθνή βιβλιογραφία, οι ταξινομήσεις του Gertzbein (13) και το Load Sharing scoring (21) πληρούν αυτά τα κριτήρια.

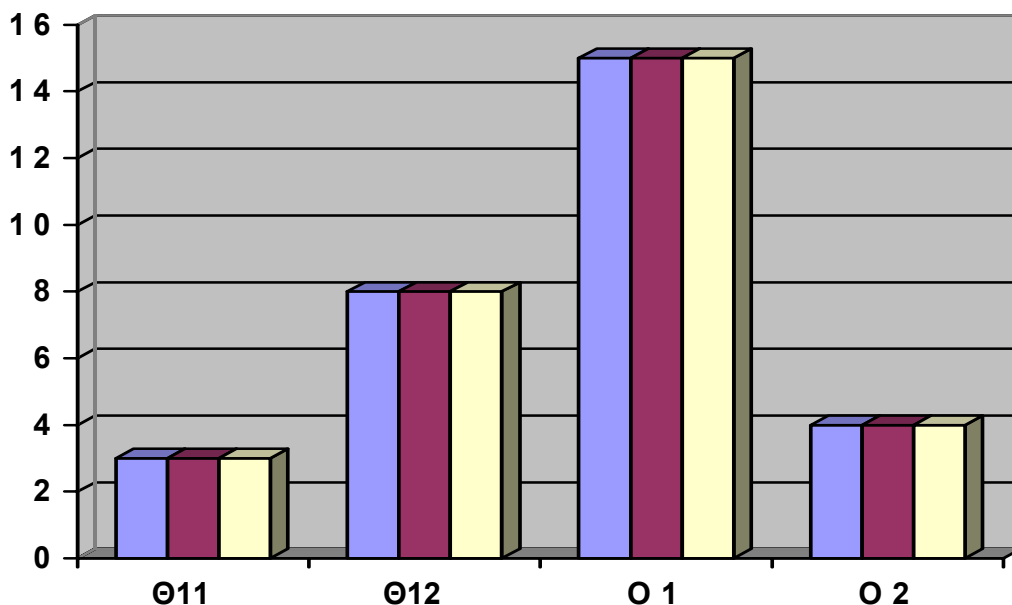
Σκοπός της προοπτικής αυτής μελέτης είναι η απόδειξη της επάρκειας των ταξινομήσεων του Gertzbein και του Load Sharing Scoring στην επιλογή, συντηρητική θεραπεία και πρόγνωση των ασθενών που συμπεριλαμβάνονται στη μελέτη.

### **Υλικό-Μέθοδος**

Κατά τη διετία 1997-1999, αντιμετωπίστηκαν 50 ασθενείς με εκρηκτικό κάταγμα ενός επιπέδου στη θωρακοσφυϊκή μοίρα της ΣΣ (Θ11-Ο2). Από τη μελέτη αποκλείστηκαν ασθενείς με κατάγματα που είχαν νευρολογική βλάβη, παθολογικά κατάγματα, οστεοπορωτικά κατάγματα και ασθενείς με προβλήματα από το καρδιοαναπνευστικό σύστημα που δεν θα μπορούσαν να ανεχθούν τον κηδεμόνα για τη θεραπεία.

Στη μελέτη συμπεριλήφθηκαν ασθενείς με κατάγματα Α3.1, Α3.2, Α3.3 κατά Gertzbein και με Load Sharing σκορ λιγότερο από 6. Συνολικά από τη μελέτη αποκλείστηκαν 20 ασθενείς: 3 με παθολογικά κατάγματα, 12 με οστεοπορωτικά κατάγματα και 5 με καρδιοαναπνευστικά προβλήματα. Στη μελέτη συμπεριλήφθηκαν 30 ασθενείς 22 άνδρες και 8 γυναίκες με μ. ο. ηλικίας τα 46,8 έτη (17-75 έτη). Η παρακολούθηση των ασθενών έγινε για μ.ο. 24 μήνες (12-39 μήνες).

Ο μηχανισμός της βλάβης ήταν: α) πτώση από ύψος, 20 ασθενείς (67%) και τροχαία ατυχήματα, 10 ασθενείς (33%). Η κατανομή των επιπέδων βλάβης φαίνεται στον πίνακα 1.



**Πίνακας 1.** Η κατανομή των επιπέδων βλάβης.

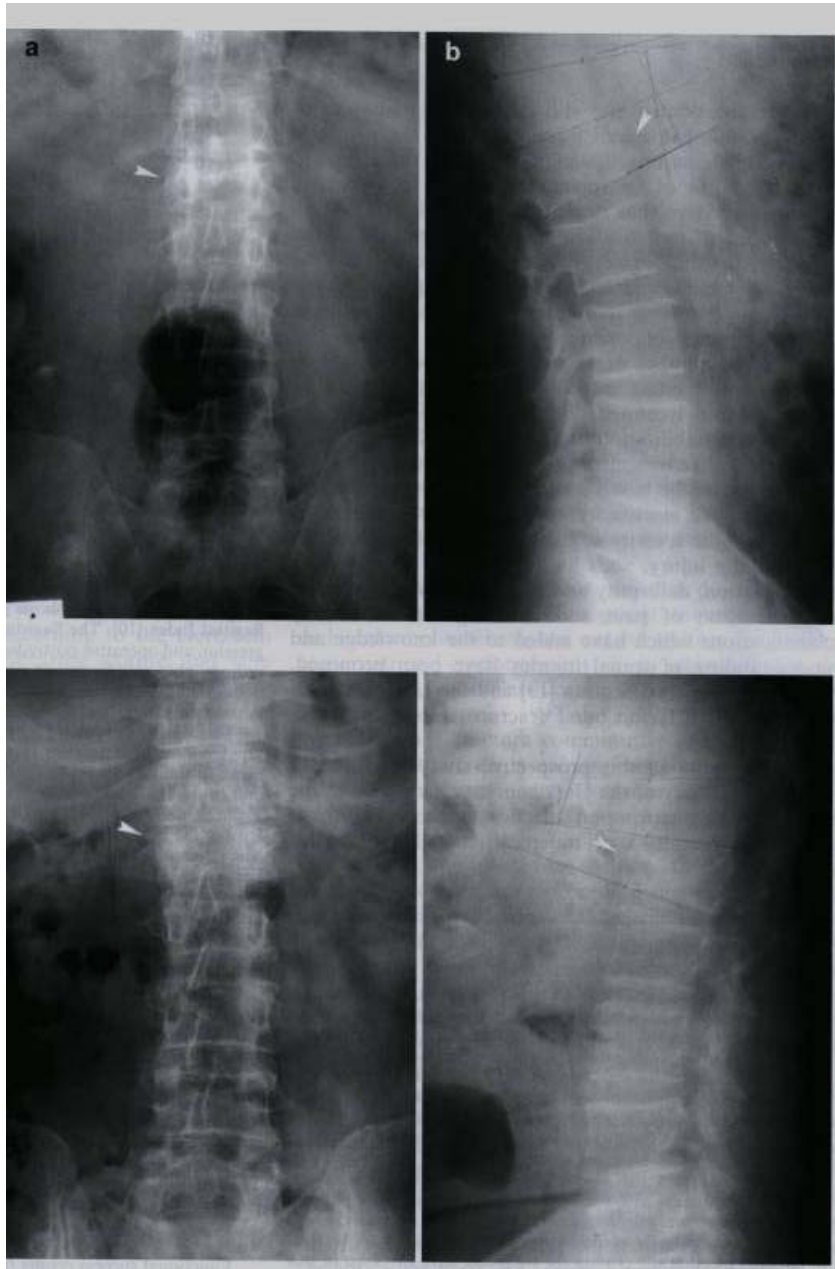
Οι συνοδές κακώσεις ήταν: 1) βλάβες στο θώρακα, 2 ασθενείς (7%), 2) βλάβες άνω άκρου 6 ασθενείς (20%) και 3) βλάβες κάτω άκρου 15 ασθενείς (50%).

Σε όλους τους ασθενείς έγινε κλινική και ακτινολογική εξέταση με προσθιοπίσθιες και πλάγιες ακτινογραφίες σε ύπτια θέση λόγω της βλάβης (εικ. 2 α,β). Ο ακτινολογικός επανέλεγχος έγινε στους 3, 6, 12 μήνες και 2 χρόνια με τους ασθενείς σε όρθια θέση (εικ. 3 α,β). Οι παράμετροι που μετρήθηκαν ήταν η συμπίεση του πρόσθιου σπονδυλικού σώματος που εκτιμήθηκε με τη μέθοδο του Willen (27) και η τμηματική κύφωση που μετρήθηκε με τη μέθοδο του οβελιαίου δείκτη κατά Farcy (10). Με τη μέθοδο του Willen εκτιμάται το προ της βλάβης ύψος του πρόσθιου σπονδυλικού σώματος υπολογίζοντας το μέσο όρο από τα ύψη των εγγύς (άνω και κάτω) με τη βλάβη πρόσθιων σπονδυλικών σωμάτων. Ο οβελιαίος δείκτης του Farcy ορίζεται ως η διαφορά της τοπικής (στο σημείο του κατάγματος) κυφωτικής παραμόρφωσης από τη βασική οβελιαία καμπύλη στο επίπεδο της βλάβης. Η βασική οβελιαία καμπύλη στη θωρακική μοίρα είναι +5 μοίρες, στη θωρακοσφυϊκή μοίρα (Θ12, Ο1) 0 μοίρες και στην οσφυϊκή -10 μοίρες. Οι μετρήσεις έγιναν από δυο ορθοπεδικούς που δεν είχαν συμμετάσχει στη θεραπεία των ασθενών.

Επίσης σε όλους τους ασθενείς έγινε αξονική τομογραφία για να μετρηθεί το ποσοστό κατάληψης του νωτιαίου σωλήνα και να εκτιμηθεί ο βαθμός της συντριβής του σπονδυλικού σώματος. Η κατάληψη του νωτιαίου καναλιού υπολογίστηκε με τη μέθοδο του Willen (27), σύμφωνα με την οποία η μέγιστη κατάληψη του καναλιού στο επίπεδο της βλάβης συγκρίνεται με το μέσο όρο του εύρους του καναλιού στον υποκείμενο και υπερκείμενο με τη βλάβη σπονδύλων.

Όλες οι βλάβες ταξινομήθηκαν κατά Gertzbein και με το Load Sharing scoring. Ο χρόνος νοσηλείας των ασθενών κυμάνθηκε από 3 έως 40 ημέρες (μ.ο. 25 ημέρες). Το πρωτόκολλο θεραπείας των ασθενών περιελάμβανε 4 εβδομάδες κατάκλιση σε νοσοκομειακή κλίνη και στη συνέχεια έγερση και βάδιση με την τοποθέτηση ενός θωρακοσφυοϊερού κηδεμόνα για 6 μήνες (4,12). Κατά τη διάρκεια της θεραπείας με τον κηδεμόνα, ο ασθενής εκτελούσε ισομετρικές ασκήσεις για τους μύες του κορμού.

Η επιστροφή στην εργασία έγινε 3-4 μήνες μετά την αφαίρεση του κηδεμόνα. Τα λειτουργικά αποτελέσματα των ασθενών της μελέτης εκτιμήθηκαν με βάση την σύγκριση της επαγγελματικής και καθημερινής ενασχόλησης πριν και μετά τη βλάβη. Ο πόνος και η επιστροφή στην εργασία εκτιμήθηκαν με την κλίμακα του Denis (7). Η στατιστική ανάλυση έγινε με το t-student test.



**Η εικόνα 2α (επάνω αριστερά).** Είναι μια προσθιοπίσθια ακτινογραφία της σπονδυλικής στήλης που απεικονίζει ένα εκρηκτικό κάταγμα O1 με σκολίωση 14 μοιρών σε ασθενή 35 ετών.

**Η εικόνα 2 β (επάνω δεξιά).** Είναι του ίδιου ασθενή σε πλάγια απεικόνιση που δείχνει την μέτρηση της κυφωτικής παραμόρφωσης (10 μοίρες).

**Η εικόνα 3β (κάτω αριστερά).** Είναι μια προσθιοπίσθια ακτινογραφία του ασθενή της εικόνας 2, έξι μήνες μετά τη βλάβη, που δείχνει μια σκολίωση 2 μοιρών.

**Η εικόνα 3β (κάτω δεξιά).** Είναι η πλάγια απεικόνιση του ίδιου ασθενή της εικόνας 3 α που δείχνει τη μέτρηση της κυφωτικής παραμόρφωσης (8 μοίρες).

### **Αποτελέσματα**

Σύμφωνα με την ταξινόμηση του Gertzbein 8 ασθενείς είχαν ατελές εκρηκτικό κάταγμα (A 3.1), 7 εκρηκτικό διαχωριστικό κάταγμα (A 3.2) και 15 πλήρες εκρηκτικό κάταγμα (A 3.3). Το Load Sharing scoring επίσης χρησιμοποιήθηκε για την ταξινόμηση του τύπου του κατάγματος (πίνακας 1.)

**Πίνακας 1.** Οι ταξινομήσεις Gertzbein και Load Sharing scoring.

Αριθμός ασθενών	Ταξινόμηση Gertzbein	Ταξινόμηση Load Sharing
8	6 A 3.1 2 A 3.2	3
4	2 A 3.1 1 A 3.2 1 A 3.3	4
4	2 A 3.2 2 A 3.3	5
14	2 A 3.2 12 A 3.3	6

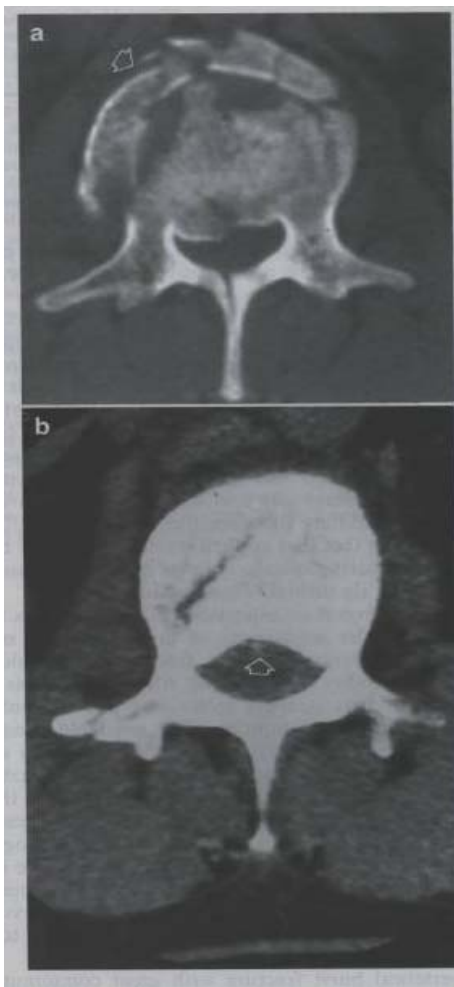
### Ακτινολογική εκτίμηση

Ο μέσος όρος του οβελιαίου δείκτη κατά Farcy ήταν  $13,5^0 \pm 6,5^0$  (κυμάνθηκε από  $5^0 - 22^0$ ). Ένα χρόνο αργότερα, ο οβελιαίος δείκτης κατά Farcy ήταν  $16^0 \pm 8^0$  (κυμάνθηκε από  $8^0 - 24^0$ ), με μέση απώλεια διόρθωσης  $3^0 \pm 1,5^0$  (22%). Η μέση τελική διόρθωση ήταν στατιστικά μη σημαντική ( $P > 0.05$ ).



**Εικόνα 4α (επάνω).** Δείχνει την κατάληψη του νωτιαίου σωλήνα σε αξονική τομογραφία ασθενούς με εκρηκτικό κάταγμα στον Ο1 σπόνδυλο.

**Εικόνα 4β (κάτω).** Είναι του ίδιου ασθενούς 12 μήνες αργότερα και δείχνει τη μείωση της κατάληψης του νωτιαίου σωλήνα.



Η μέση κατάληψη του νωτιαίου σωλήνα στο επίπεδο της βλάβης ήταν  $36 \pm 20\%$  (κυμάνθηκε από  $18 - 65\%$ ), και η μέση κατάληψη ένα χρόνο αργότερα ήταν  $18 \pm 18\%$  (κυμάνθηκε από  $5 - 39\%$ ), με μια μέση διόρθωση  $50 \pm 13\%$  (εικ. 4 α, β). Η διαφορά των δυο αποτελεσμάτων ήταν στατιστικά σημαντική ( $P < 0.05$ ).

Το αρχικό ποσοστό συμπίεσης του πρόσθιου σπονδυλικού σώματος είναι  $36,2 \pm 29\%$  (κυμάνθηκε από  $6,7 - 65\%$ ). Στον επανέλεγχο ήταν  $43,54 \pm 28\%$  ( $15 - 79$

%), και η μέση απώλεια διόρθωσης του ύψους του πρόσθιου σπονδυλικού σώματος ήταν στον τελευταίο επανέλεγχο ήταν  $5,5 + 2,5$  %. Η μέση απώλεια ήταν στατιστικά μη σημαντική ( $P > 0,05$ ).

#### Λειτουργική αποκατάσταση

Η λειτουργική αποκατάσταση στην ομάδα μελέτης ήταν ικανοποιητική σε 28 ασθενείς (93%) και μη ικανοποιητική σε 2 (7%) από τους 30 ασθενείς (4). Εικοσιπέντε ασθενείς (83%) εκτιμούσαν τον πόνο τους σαν ελάχιστο ή ανύπαρκτο, παρουσίασαν πλήρη ανάρρωση και επέστρεψαν στην εργασία τους. Δυο ασθενείς (7%) παρουσίαζαν λίγο πόνο και χρησιμοποιούσαν αντιφλεγμονώδη και άλλαξαν εργασία έχοντας όμως πλήρη απασχόληση στη νέα τους επαγγελματική ενασχόληση. Ένας ασθενής (3%) χαρακτήρισε τον πόνο του σαν σοβαρό, χρησιμοποιούσε αναλγητικά, αλλά εργαζόταν σε νέα εργασία. Τέλος δυο ασθενείς (7%), ανέφεραν συνεχή, σοβαρό πόνο που δεν τους επέτρεπε να εργαστούν (πίνακας 2).

#### Επιπλοκές

Δυο ασθενείς παρουσίασαν εν τω βάθει θρομβοφλεβίτιδα, η οποία διαγνώστηκε υπερηχογραφικά και ένας ασθενής εμφάνισε ουρολοίμωξη που αντιμετωπίστηκε με αντιβίωση (κεφαλοσπορίνη από το στόμα).

**Πίνακας 2.** Η κλίμακα πόνου και εργασίας κατά Denis 24 μήνες μετά τη βλάβη.

Κλίμακα Πόνου (Π)	Αριθμός ασθενών	Κλίμακα Εργασίας (Ε)	Αριθμός ασθενών
1. Απουσία πόνου	15	1. Βαριά εργασία	18
2. Ελάχιστο πόνο, χωρίς παυσίπονα	10	2. Καθιστική εργασία ή περιορισμένη	7
3. Πόνος που επιτρέπει την εργασία	2	3. Αδυναμία εκτέλεσης παλαιάς εργασίας, νέα εργασία	3
4. Σοβαρός πόνος, απουσία από εργασία	1	4. Μερική απασχόληση	0
5. Πόνος που προκαλεί ανικανότητα	2	5. Αδυναμία εργασίας	2

### Συζήτηση

Η συντηρητική και χειρουργική θεραπεία των θωρακοσφυϊκών καταγμάτων έχει απασχολήσει τη διεθνή βιβλιογραφία τα τελευταία 20 χρόνια (2,15). Εντούτοις σήμερα η πρόσφατη βιβλιογραφία δείχνει μια σαφή τάση προς τη χειρουργική θεραπεία, παρουσιάζοντας εξαιρετικά αποτελέσματα (17, 20). Όμως ακόμα και στα πιο έμπειρα χέρια η χειρουργική θεραπεία εμπεριέχει τον κίνδυνο ιατρογενών επιπλοκών όπως είναι η αιμορραγία, η φλεγμονή, η αποτυχία των υλικών, η

ψευδάρθρωση, η ανεπαρκής αποσυμπίεση του κατάγματος, νευρολογικές βλάβες και εκφυλιστικές αλλοιώσεις στο μέλλον πάνω και κάτω από το επίπεδο σπονδυλοδεσίας (10,18).

Αντίθετα ο Krompinger (19) αναφέρει σε προοπτικές και αναδρομικές μελέτες μακροχρόνια θεραπευτικά αποτελέσματα συντηρητικής αντιμετώπισης των εκρηκτικών καταγμάτων της θωρακοσφυϊκής, σε νευρολογικά άθικτους ασθενείς, ανάλογα με τη χειρουργική θεραπεία. Επίσης ο Mumford (22) δεν βρήκε σχέση μεταξύ της σοβαρότητας της βλάβης που εμφανίζεται στις ακτινογραφίες ή της εναπομείνουσας παραμόρφωσης της σπονδυλικής στήλης και της χαμηλής συχνότητας εμφάνισης νευρολογικής βλάβης σε νευρολογικά άθικτους ασθενείς μετά από συντηρητική θεραπεία. Οι Bedbrook (1) και Davies (5) επίσης συνιστούν συντηρητική θεραπεία σε ασταθή εκρηκτικά κατάγματα της σπονδυλικής στήλης.

Οι Denis (7) και Jacobs (15) συγκρίνοντας σε αναδρομικές μελέτες ασθενείς που είχαν αντιμετωπιστεί με συντηρητική θεραπεία και ασθενείς με εκρηκτικά κατάγματα χωρίς νευρολογική βλάβη που είχαν χειρουργηθεί, συμπέραναν ότι η αποσυμπίεση και σταθεροποίηση του κατάγματος χειρουργικά, υπερέχει της συντηρητικής θεραπείας. Όμως σε αυτές τις μελέτες δεν είχαν καθοριστεί οι παράγοντες που ορίζουν ποια εκρηκτικά κατάγματα ήταν δυνητικά ασταθή.

Άλλες μελέτες αναφέρουν ότι οι σοβαρές βλάβες πρέπει να αντιμετωπίζονται χειρουργικά και οι λιγότερο σοβαρές συντηρητικά (3,8). Όλα τα παραπάνω δείχνουν ότι η θεραπεία δεν στηρίζεται στη σύγκριση του τύπου της βλάβης με βάση μια κοινή ταξινόμηση.

Υπάρχουν πολλές ταξινομήσεις των κακώσεων της σπονδυλικής στήλης με βάση τον μηχανισμό της βλάβης (11,14), τη μορφολογία του κατάγματος, την θεωρία των τριών κολώνων κατά Denis (6). Όλες όμως οι ταξινομήσεις δέχονται το γεγονός

ότι οι απεικονιστικές μέθοδοι δείχνουν μόνο μια στατική εικόνα της βλάβης. Οι υπάρχουσες μέθοδοι δεν μπορούν να δείξουν εξάρθρημα της θωρακοσφυϊκής που έχουν αναταχθεί, υπεξάρθρημα και συνδεσμικές βλάβες. Ο Gertzbein πρότεινε μια νέα ταξινόμηση με βάση τρεις μηχανισμούς βλάβης: α) συμπίεση, β) διάταση και γ) στροφή. Στη συνέχεια η βλάβη ταξινομείται περαιτέρω με βάση τη μορφολογία του κατάγματος. Η βαθμολόγηση της σοβαρότητας της βλάβης γίνεται με βάση το βαθμό αστάθειας και καθορίζει το είδος της θεραπείας (συντηρητική ή χειρουργική).

Είναι γνωστό ότι ένα εκρηκτικό κάταγμα της σπονδυλικής στήλης με συντριβή και παρεκτόπιση δεν μπορεί να μεταφέρει φορτία όπως ένας άθικτος σπόνδυλος (24). Με αυτό τον τρόπο στην οπίσθια κολόνα της σπονδυλικής στήλης εφαρμόζεται ένας μοχλός κάμψης που προκαλεί κυφωτική παραμόρφωση. Οι McCormack και Gaines το 1994 (21) περιέγραψαν με ένα σύστημα βαθμολόγησης, το Load Sharing scoring, τη σπονδυλική βλάβη. Αυτή η ταξινόμηση βαθμολογεί την έκταση της συντριβής του σπονδυλικού σώματος, το βαθμό της παρεκτόπισης του κατάγματος και το ποσοστό διόρθωσης της κυφωτικής παραμόρφωσης πριν και μετά τη θεραπεία. Αυτή η ταξινόμηση δεν βαθμολογεί τη συνδεσμική βλάβη και δεν έχει σχέση με το μηχανισμό της βλάβης, γι αυτό και δεν μπορεί να αντικαταστήσει τις άλλες ταξινομήσεις, μπορεί όμως να τις συμπληρώσει. Χρησιμοποιώντας αυτή την ταξινόμηση ο Parker (23) αναφέρει επιτυχή αποτελέσματα σε ασθενείς που αντιμετωπίστηκαν χειρουργικά με βραχέα συστήματα σπονδυλοδεσίας, έχοντας σκορ λιγότερο από 6 βαθμούς. Ασθενείς με εκρηκτικό κάταγμα της σπονδυλικής στήλης χωρίς εξάρθρημα και με σκορ ως 7 βαθμούς, αντιμετωπίστηκαν χειρουργικά με βραχεία πρόσθια σπονδυλοδεσία. Τέλος ασθενείς με κατάγματα-εξάρθρημα της σπονδυλικής στήλης και βαθμολογία  $\geq 7$  αντιμετωπίστηκαν με οπίσθια βραχεία σπονδυλοδεσία και στη συνέχεια πρόσθια τοποθέτηση οστικού μοσχεύματος.

Στην παρούσα μελέτη, ασθενείς με ατελή εκρηκτικά κατάγματα, εκρηκτικά διαχωριστικά κατάγματα και πλήρη εκρηκτικά κατάγματα στην θωρακοσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης (Gertzbein A 3) και με Load Sharing scoring 6 ή λιγότερο αντιμετωπίστηκαν συντηρητικά με την τοποθέτηση θωρακοσφυοϊερού κηδεμόνα. Η μέση απώλεια του οβελιαίου δείκτη Farcy ήταν 22% και η μέση απώλεια ύψους της πρόσθιας κολόνας του σπονδυλικού σώματος ήταν 5,5%, στατιστικά μη σημαντικά και τα δυο, ενώ ο Mumford (22) αναφέρει απώλεια 8% του ύψους της πρόσθιας κολόνας του σπονδύλου και ικανοποιητικά αποτελέσματα στο 90% των ασθενών. Η λειτουργική αποκατάσταση των ασθενών της μελέτης ήταν ικανοποιητική σε 28 από τους 30 (93%) και ο μέσος όρος διόρθωσης της κατάληψης του νωτιαίου σωλήνα ήταν  $50 \pm 13\%$  που ήταν στατιστικά σημαντικό. Η αρχική ακτινολογική απεικόνιση της σοβαρότητας της βλάβης και η υπολειπόμενη παραμόρφωση της σπονδυλικής στήλης δεν είχε σχέση με το τελικό λειτουργικό αποτέλεσμα.

Αυτή η μελέτη είναι η πρώτη που αποδεικνύει ότι μπορεί να συνδυαστεί η ταξινόμηση του Gertzbein και του Load Sharing scoring στη συντηρητική θεραπεία και πρόγνωση των θωρακοσφυϊκών καταγμάτων. Ο Gertzbein συσχετίζει το μηχανισμό της βλάβης με το βαθμό της αστάθειας και τη νευρολογική βλάβη. Το Load Sharing scoring συσχετίζει το βαθμό της συντριβής του κατάγματος και της παρεκτόπισης με τη μηχανική σταθερότητα. Η προσεκτική επιλογή των ασθενών είναι βασικός παράγοντας για την κλινική επιτυχία αυτών των ταξινομήσεων.

## **Βιβλιογραφία**

- 1) Bedbrook GM. A balanced viewpoint in the early management of patients with spinal injuries who have neurological damage. *Paraplegia* 1985, 23:8-15.
- 2) Bedbrook HH. Treatment of thoracolumbar dislocation and fractures with paraplegia. *Clin Orthop* 1975, 112:27.
- 3) Bradford DS, McBride GG. Surgical management of thoracolumbar spine fractures with incomplete neurological deficits. *Clin Orthop Rel Res* 1987, 218:201-216.
- 4) Chow HG, Nelson BJ, Gebhard JS, Brugman JL, Brown CW, Donaldson DH. Functional outcome of thoracolumbar burst fractures managed with hyperextension casting or bracing and early mobilization. *Spine* 1996, 18:2170-2175.
- 5) Davies WE, Morris JH, Hill V, Pthy B. An analysis of conservative (non-surgical) management of thoracolumbar fractures and fractures-dislocations with neural damage. *J Bone Joint Surg (Am)* 1980, 62:1324-1328.
- 6) Denis F. Update classification of thoracolumbar fractures. *Orthop Trans* 1982, 6:8-9.
- 7) Denis F, Armstrong GWD, Searls K, Matta L. Acute thoracolumbar burst fractures in the absence of neurologic deficit; a comparison between operative and nonoperative treatment. *Clin Orthop Rel Res* 1984, 189:142-149.
- 8) Dorr LD, Harvey JP Jr, Nickel VL. Clinical review of the early stability of spine fractures. *Spine* 1982, 7:545-550.
- 9) Esses SI, Botsford DJ and Kostuik JP. Evaluation of surgical treatment for burst fractures. *Spine* 1990, 15:667-673.

- 10) Farcy JPC, Weidenbaum M, Glassman S. Sagittal index in the management of thoracolumbar burst fractures. *Spine* 1990, 15:958-965.
- 11) Ferguson RL, Allen BL Jr. A mechanistic classification of thoracolumbar spine fractures. *Clin Orthop* 1984, 189:77-88.
- 12) Frankel HL, Hancock DO, Meltzak J. The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. *Paraplegia* 1969, 7:719-792.
- 13) Gertzbein SD. Spine update: Classification of thoracic and lumbar fractures. *Spine* 1994, 79:626-628.
- 14) Holdsworth FW. Review article: fractures, dislocations, and fractures-dislocation of the spine. *J Bone Joint Surg [Am]* 1970, 52:1534-1551.
- 15) Jacobs RR, Asden MA, Snider RK. Thoracolumbar spine injuries: A comparative study of recumbent and operative treatment in one hundred patients. *Spine* 1980, 5:463.
- 16) Katonis PG, Kontakis GM, Loupasis GA, Aligizakis AC, Christoforakis JI, and Velivassakis EG. Treatment of Unstable Thoracolumbar and Lumbar Spine Injuries Using Cotrel-Dubousset Instrumentation. *Spine* 1999, 24(22):2352-2357.
- 17) Korovessis P, Baikousis A, Stamatakis M. Use of the Texas Scottish Rite Hospital Instrumentation in the treatment of thoracolumbar injuries. *Spine* 1997, 22:882-888.
- 18) Kostuik JP, Huler RJ, Esses J, Stauffer ES. Thoracolumbar spine fracture. In: Frymoyer JW (ed) *The Adultspine*. Raven Press New York, 1991, pp 1269-1329.
- 19) Krompinger WJ, Frederikson BE, Mino DE, Yuan HA. Conservative treatment of fractures of the thoracic and lumbar spine. *Orthop Clin North Am* 1980, 17:161-170.



- 20) Lindsey RW, Dick W. The fixateur interne in the reduction and stabilization of thoracolumbar spine fractures in patients with neurological deficit. *Spine* 1991, 16 (suppl):84-99.
- 21) McCormack T, Karaikovic E, Gaines RW. The load-shearing classification of spine fractures. *Spine* 1994, 19(15):1741-1744.
- 22) Mumford J, Weinstein JN, Spratt KF, Goel VK. Thoracolumbar burst fractures. The clinical efficacy and outcome of nonoperative management. *Spine* 1993, 18(8):955-970.
- 23) Parker JW, Lane JR, Karaikovic EE, and Gaines RW. Successful Short-Segment Instrumentation and Fusion for Thoracolumbar Spine Fractures. *Spine* 2000, 25(9):1157-1169.
- 24) Sarmiento A, McKellop HA, Llinas A, Park SH, Stetson W, Rao R. Effect of loading and fractures motion on diaphyseal tibial fractures. *J Orthop Res* 1996, 14:80-84.
- 25) Weinstein JN, Collalto P, Lehmann TR. Thoracolumbar burst fractures treated conservatively: A long term follow up. *Spine* 1988, 13:33-38.
- 26) Weitzman G. Treatment of stable thoracolumbar spine compression fractures by early ambulation. *Clin Orthop Res* 1971, 76:116-122.
- 27) Willen J, Anderson J, Toomoka K, Singer K. The natural history of burst fractures at the thoracolumbar junction. *Journal of Spine Disorders* 1990, 3:39-46.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

### ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΕΚΡΗΚΤΙΚΩΝ

### ΘΩΡΑΚΟΟΣΦΥΙΚΩΝ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΤΗΚΑΝ

### ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΑ ΜΕ ΠΡΩΪΜΗ ΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΘΗΚΑΝ

### ΜΕ ΤΗΝ ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ (LOAD SHARING SCORING).

#### Εισαγωγή

Τα εκρηκτικά κατάγματα, όπως ορίζονται από τον Denis (7), αφορούν τη συμπίεση και αποτυχία της πρόσθιας και μέσης κολόνας της σπονδυλικής στήλης. Η θεραπεία μπορεί να είναι συντηρητική ή χειρουργική. Τα πλεονεκτήματα της χειρουργικής θεραπείας αφορούν τον μικρότερο χρόνο νοσηλείας, καλύτερη διόρθωση της κυφωτικής παραμόρφωσης, αποφυγή μελλοντικών προβλημάτων που προκαλεί η αστάθεια και η δυνατότητα άμεσης ή έμμεσης αποσυμπίεσης των νευρικών στοιχείων (1,5,9). Από την άλλη μεριά η συντηρητική θεραπεία των εκρηκτικών καταγμάτων σε νευρολογικά άθικτους ασθενείς, με τοποθέτηση κηδεμόνα και πρώιμη κινητοποίηση, μπορεί να εμποδίσει την παραμόρφωση, ενώ η διόρθωση της στάσης μπορεί να αποσυμπιέσει έμμεσα το νωτιαίο κανάλι. Επίσης ο χρόνος κατάκλισης και νοσηλείας είναι σύντομος (3,17).

Η συντηρητική θεραπεία όμως θα πρέπει να στηριχθεί σε μία ταξινόμηση που θα λαμβάνει υπόψη το βαθμό συντριβής του σπονδυλικού σώματος, το ποσοστό παρεκτόπισης και όλους τους παράγοντες που μπορεί να προκαλέσουν πόνο ή νευρολογικό έλλειμμα στο μέλλον. Αυτές τις προϋποθέσεις πληρεί η ταξινόμηση που βασίζεται στην αρχή της κατανομής των φορτίων (Load Sharing scoring).

Σκοπός της προοπτικής αυτής μελέτης είναι η απόδειξη της επάρκειας του Load Sharing scoring, στην επιλογή, την συντηρητική αντιμετώπιση με πρώιμη

κινητοποίηση και τέλος η λειτουργική αποκατάσταση των ασθενών με εκρηκτικά κατάγματα της θωρακοσφυϊκής μοίρας.

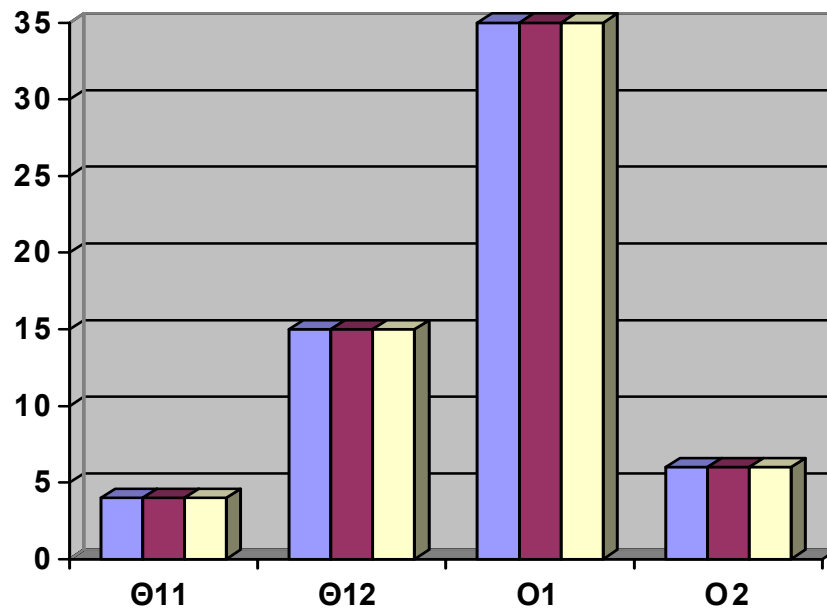
### Υλικό-Μέθοδος

Κατά τη χρονική περίοδο 1997-2001, αντιμετωπίστηκαν 100 ασθενείς με εκρηκτικά κατάγματα σε ένα επίπεδο της θωρακοσφυϊκής ζώνης (Θ11-Ο2). Στη μελέτη συμπεριλήφθηκαν 60 ασθενείς, 38 άνδρες και 22 γυναίκες, νευρολογικά άθικτοι, με Load Sharing scoring  $\leq 6$  και μ.ο. ηλικίας τα 46,8 έτη (18-73 έτη). Ο μέσος χρόνος παρακολούθησης των ασθενών ήταν 42 μήνες (24-55 μήνες). Αποκλείστηκαν 10 ασθενείς με καρδιοαναπνευστικά προβλήματα που δεν μπορούσαν να ανεχτούν τον κηδεμόνα και αντιμετωπίστηκαν χειρουργικά, 24 ασθενείς με οστεοπορωτικά κατάγματα και 6 ασθενείς με παθολογικά κατάγματα.

Ο μηχανισμός της βλάβης ήταν: α) πτώση από ύψος σε 45 ασθενείς (75%) και β) τροχαία ατυχήματα σε 15 (25%). Οι συνυπάρχουσες κακώσεις φαίνονται στον πίνακα 1 και η κατανομή των καταγμάτων στην εικόνα 1.

**Πίνακας 1.** Συνοδές κακώσεις σε 34 από 60 ασθενείς με θωρακοσφυϊκά κατάγματα.

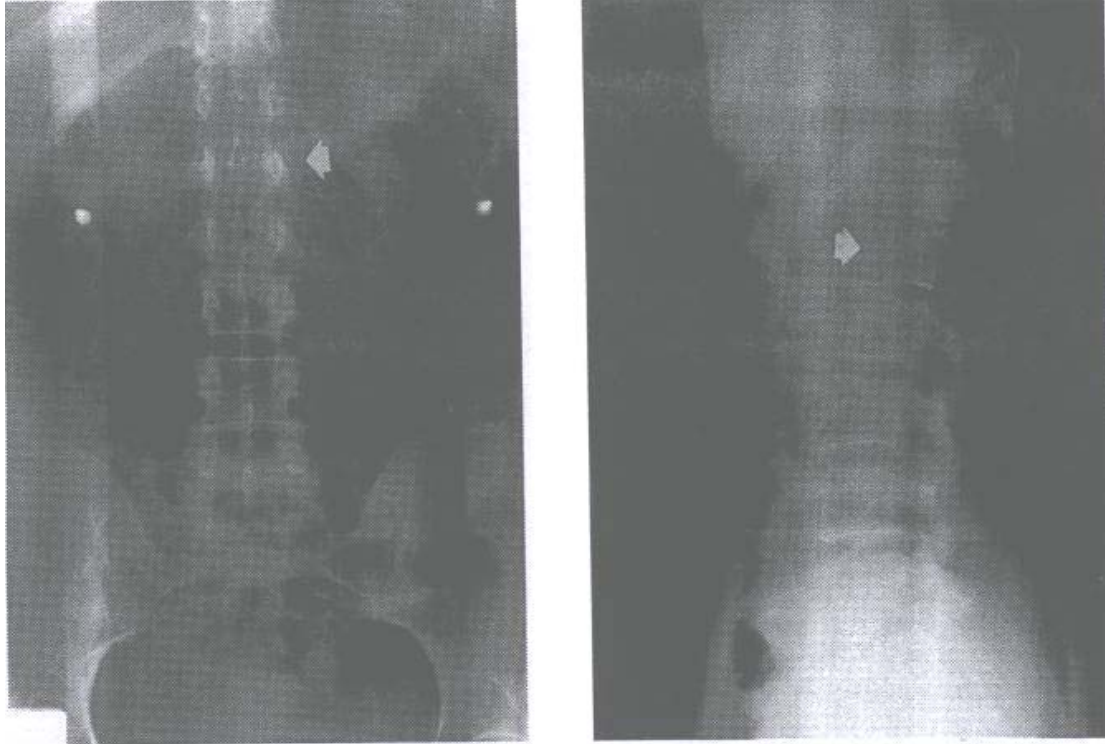
Είδος βλάβης	Αριθμός ασθενών
Κάτω άκρο	25 (25%)
Άνω άκρο	6 (10%)
Θώρακας	3 (5%)



**Εικόνα 1.** Η κατανομή των καταγμάτων. Τα κατάγματα στον Ο1 είναι τα πιο συχνά (58%). Το 83% των θωρακοσφυϊκών καταγμάτων είναι Ο1 και Θ12.

Με την εισαγωγή των ασθενών στην κλινική έγινε λήψη ιστορικού, λεπτομερής κλινική εξέταση και απεικονιστικός έλεγχος με ακτινογραφίες και αξονική τομογραφία. Οι προσθιοπίσθιες και πλάγιες ακτινογραφίες που λήφθηκαν σε ύπτια θέση λόγω της οξείας βλάβης (εικ. 2 α,β), επαναλήφθηκαν στους 3, 6, 12 μήνες, στα 2 και 4 χρόνια σε όρθια θέση (εικ. 3 α,β). Οι παράμετροι που μετρήθηκαν στις πλάγιες ακτινογραφίες, ήταν η πρόσθια συμπίεση του σπονδυλικού σώματος με τη μέθοδο του Willen (εικ. 4 α) και ο βαθμός της κύφωσης στο σημείο της κύφωσης με τη μέθοδο του Cobb. Η μέθοδος του Willen μετρά το ποσοστό της συμπίεσης του πρόσθιου σπονδυλικού σώματος του κατεαγότες σπονδύλου, σε σχέση με τον μέσο όρο των πρόσθιων σπονδυλικών σωμάτων του υπερκείμενου και υποκείμενου σπονδύλου (εικ. 4 α), (26). Η μέθοδος του Cobb μετρά το βαθμό της κύφωσης στο σημείο του κατάγματος από τον υπερκείμενο και υποκείμενο σπόνδυλο (εικ. 4β). Οι

μετρήσεις έγιναν από δυο ορθοπεδικούς που δεν είχαν συμμετάσχει στη θεραπεία των ασθενών.



**Εικόνα 2 α.** Προσθιοπίσθια ακτινογραφία που δείχνει ένα εκρηκτικό κάταγμα Ο1 σε ένα ασθενή 40 ετών.

**Εικόνα 2β.** Πλάγια ακτινογραφία του ασθενή της εικόνας 2 α.

Η αξονική τομογραφία έδειξε το βαθμό της συντριβής του κατάγματος και το ποσοστό κατάληψης του νωτιαίου σωλήνα που υπολογίστηκε με τη μέθοδο του Willen (26), σύμφωνα με την οποία η μέγιστη οβελιαία κατάληψη του καναλιού συγκρίθηκε με το μέσο όρο του εύρους του νωτιαίου σωλήνα του υπερκείμενου και υποκείμενου σπονδύλου.

Οι βλάβες της σπονδυλικής στήλης ταξινομήθηκαν σύμφωνα με την αρχή κατανομής των φορτίων (Load Sharing scoring), (πίνακας 2).

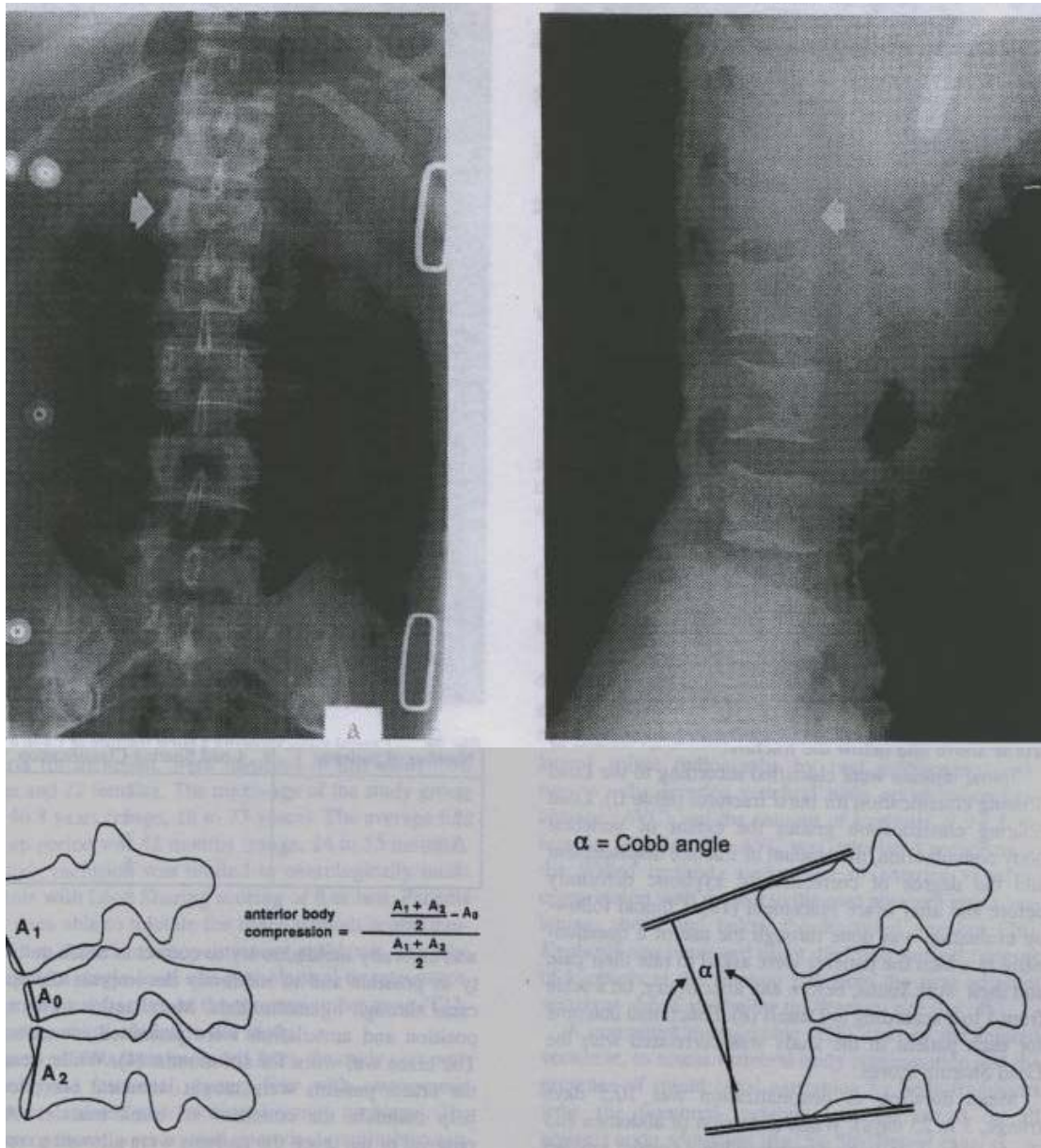
Αριθμός ασθενών	Ταξινόμηση Load Sharing
25	3
27	4
5	5
3	6

**Πίνακας 2.** Η ταξινόμηση Load Sharing.

Αυτή η ταξινόμηση βαθμολογεί την έκταση της συντριβής του σπονδυλικού σώματος, το βαθμό παρεκτόπισης του κατάγματος και το βαθμό διόρθωσης της κυφωτικής παραμόρφωσης πριν και μετά την τοποθέτηση του κηδεμόνα (18). Η κλινική παρακολούθηση των ασθενών έγινε βάση ερωτηματολογίου, σύμφωνα με το οποίο ζητήθηκε από τους ασθενείς να βαθμολογήσουν την ένταση του πόνου και την εργασιακή τους κατάσταση, πριν και μετά τη βλάβη, με τη χρήση μιας κλίμακας από το 1 έως το 5 σύμφωνα με τον Denis (8). Η λειτουργική αποκατάσταση των ασθενών συσχετίστηκε με την αρχή κατανομής των φορτίων (Load Sharing scoring).

Ο μέσος χρόνος νοσηλείας των ασθενών ήταν 10,5 ημέρες (3 έως 25 ημέρες) και μόλις υποχώρησε ο παραλυτικός ειλεός του εντέρου, που είχε δημιουργηθεί με την κάκωση, τοποθετήθηκε ένας θωρακοσφυοϊερός κηδεμόνας για 6 μήνες (4). Ο κηδεμόνας κατασκευάστηκε και εφαρμόστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να κάνει έμμεση αποσυμπίεση του κατάγματος μέσω συνδεσμικής ανάταξης και ο ασθενής κινητοποιήθηκε άμεσα. Οι ασθενείς έκαναν ισομετρικές ασκήσεις των μυών του κορμού και με την αφαίρεση του κηδεμόνα επέστρεψαν στην εργασία τους.

Η στατιστική ανάλυση έγινε με το t-student test.



**Εικόνα 3α (πάνω αριστερά).** Προσθιοπίσθια ακτινογραφία 2 χρόνια αργότερα του ίδιου ασθενή της εικόνας 2 α .

**Εικόνα 3β (πάνω δεξιά).** Πλάγια ακτινογραφία του ίδιου ασθενή.

**Εικόνα 4α (κάτω αριστερά).** Σχηματική παράσταση της πρόσθιας συμπίεσης του σώματος του σπονδύλου σε πλάγια ακτινογραφία και ο τύπος του Willen για τον υπολογισμό της.

**Εικόνα 4β (κάτω δεξιά).** Σχηματική παράσταση σε πλάγια ακτινογραφία της γωνίας του Cobb.

### **Αποτελέσματα**

#### Ακτινογραφικός έλεγχος

Το αρχικό ποσοστό συμπίεσης του πρόσθιου σπονδυλικού σώματος ήταν  $35\% \pm 27,8\%$  (κυμάνθηκε από 6% έως 64%). Στον επανέλεγχο ήταν  $44,5\% \pm 29,5\%$  (κυμάνθηκε από 14% έως 76%), και η μέση απώλεια στον τελευταίο επανέλεγχο ήταν  $9,5\% \pm 3,5\%$ . Η τελική μέση απώλεια της πρόσθιας συμπίεσης ήταν στατιστικά μη σημαντική ( $P > 0.05$ ).

Η μέση τιμή της κατάληψης του νωτιαίου σωλήνα στο επίπεδο της βλάβης ήταν  $32\% \pm 6,5\%$  (κυμάνθηκε από 24% έως 40%) και η μέση τιμή 4 χρόνια αργότερα ήταν  $22\% \pm 5\%$  (κυμάνθηκε από 17% έως 28%) (εικ. 5 α,β). Η διαφορά των δύο τιμών ήταν  $10\% \pm 2,5\%$  που ήταν στατιστικά σημαντική ( $P < 0.01$ ).

Η μέση τιμή της γωνίας του Cobb κατά τη βλάβη ήταν  $6^{\circ} \pm 4^{\circ}$  (  $2^{\circ}$  έως  $12^{\circ}$ ). Τέσσερα χρόνια αργότερα η μέση τιμή της γωνίας του Cobb ήταν  $8^{\circ} \pm 3,5^{\circ}$  μοίρες ( $4^{\circ}$  έως  $12^{\circ}$ ), με μέση απώλεια ανάταξης  $2^{\circ} \pm 1,5^{\circ}$ , η οποία δεν είναι στατιστικά σημαντική ( $P > 0.01$ ).

#### Λειτουργικό αποτέλεσμα

Το λειτουργικό αποτέλεσμα των ασθενών της μελέτης ήταν ικανοποιητικό σε 55 ασθενείς (91%) και μη ικανοποιητικό σε 5 (9%) από τους 60. Πενήντα ασθενείς (83%) χαρακτήρισαν τον πόνο σαν ελάχιστο ή ανύπαρκτο, έδειξαν πλήρη ανάρρωση και επέστρεψαν στην προηγούμενη εργασία τους. Το Load Sharing scoring για αυτούς τους ασθενείς ήταν 3 και 4. Τέσσερις ασθενείς (7%) με Load Sharing scoring 3, 4 και 5 παραπονέθηκαν για λίγο πόνο και είχαν ανάγκη από αντιφλεγμονώδη παυσίπονα. Δυο από αυτούς τους ασθενείς άλλαξαν εργασία και είχαν πλήρη



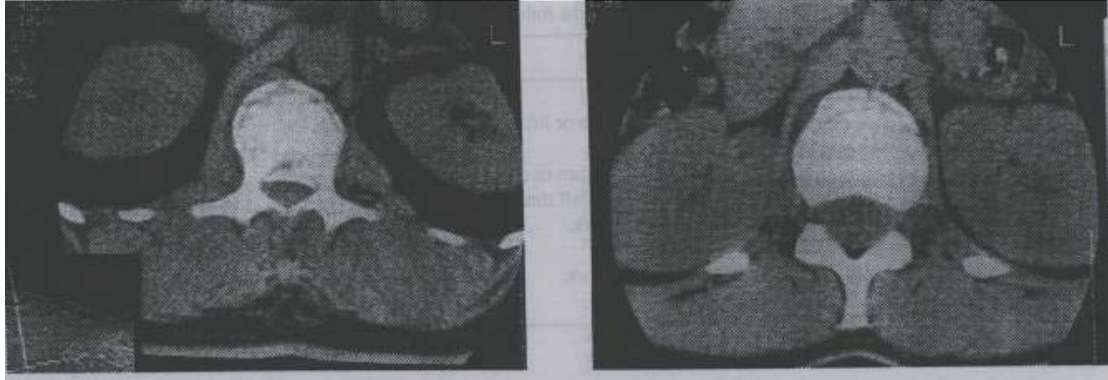
απασχόληση στη νέα τους ενασχόληση. Ένας ασθενής (3%) με βαθμό 5, χαρακτήρισε τον πόνο του σοβαρό, έπαιρνε αντιφλεγμονώδη και άλλαξε επάγγελμα. Πέντε ασθενείς με Load Sharing scoring 5 και 6 ανέφεραν συνεχή πόνο που χρειαζόταν συνεχή λήψη παυσίπων και ήταν ανίκανοι να εργαστούν (πίνακας 3).

**Πίνακας 3.** Η κλίμακα πόνου και εργασίας κατά Dennis 40 μήνες μετά τη βλάβη και η ταξινόμηση Load Sharing.

Κλίμακα Πόνου (Π)	Αριθμός ασθενών	Κλίμακα Εργασίας (Ε)	Αριθμός ασθενών	Load Sharing Scoring
1.Απουσία πόνου	30	1.Βαριά εργασία	28	3,4
2.Ελάχιστος πόνος, χωρίς παυσίπονα	20	2.Καθιστή εργασία ή περιορισμό βάρους	22	3,4
3.Πόνος που επιτρέπει την εργασία	4	3.Εύρεση νέας εργασίας	5	3,4,5
4.Σοβαρός πόνος, απουσία από εργασία	1	4.Μερική απασχόληση	0	5
5.Πόνος ασταμάτητος	5	5.Αδυναμία εργασίας	5	5,6

## Επιπλοκές

Τρεις ασθενείς παρουσίασαν ουρολοίμωξη και θεραπεύθηκαν με αντιβίωση από το στόμα (κεφαλοσπορίνη). Καμία νευρολογική επιπλοκή δεν καταγράφηκε.



**Εικόνα 5 α.** Αξονική τομογραφία που δείχνει τη συντριβή του σπονδυλικού σώματος και την κατάληψη του νωτιαίου καναλιού σε ένα εκρηκτικό κάταγμα Ο1.

**Εικόνα 5β.** Αξονική τομογραφία 12 μήνες αργότερα που δείχνει τη μείωση της κατάληψης του νωτιαίου σωλήνα.

## **Συζήτηση**

Οι ενδείξεις της θεραπείας των καταγμάτων της θωρακοσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης σε νευρολογικά άθικτους ασθενείς παραμένει ένα δίλημμα (6, 10, 23), παρά τα νέα συστήματα σπονδυλοδεσίας που έχουν αναπτυχθεί (14, 15, 16).

Ο Weinstein (24) θεωρεί ότι η συντηρητική θεραπεία είναι μια ικανοποιητική λύση σε νευρολογικά άθικτους ασθενείς. Οι Cantor (3) και Weitzman (25) αναφέρουν ικανοποιητικά αποτελέσματα σε ασθενείς με εκρηκτικά θωρακοσφυϊκά κατάγματα, χωρίς ρήξη των οπίσθιων συνδεσμικών στοιχείων που αντιμετωπίστηκαν συντηρητικά με κηδεμόνα και πρώιμη κινητοποίηση. Το ίδιο συμπέρασμα αναφέρει και ο Chow (4), ενώ ο Mumford (20) δεν βρήκε σχέση μεταξύ της απεικονιστικής σοβαρότητας της βλάβης και της υπολειπόμενης παραμόρφωσης μετά από συντηρητική θεραπεία με την εμφάνιση νευρολογικού ελλείμματος.

Οι Denis (8) και Jacobs (13) σε μια αναδρομική μελέτη σύγκριναν ασθενείς που αντιμετώπιστηκαν συντηρητικά με ασθενείς που αντιμετώπιστηκαν χειρουργικά και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι, σε νευρολογικά άθικτους ασθενείς η χειρουργική θεραπεία υπερέχει της συντηρητικής. Όμως οι βλάβες που αναφέρονται στη μελέτη δεν είχαν κοινή ταξινόμηση.

Η ταξινόμηση μιας κάκωσης θα πρέπει να γίνεται με ένα απλό αλγόριθμο που θα λαμβάνει υπόψη τα κλινικά και απεικονιστικά χαρακτηριστικά της βλάβης με βάση τη σοβαρότητά της. Επίσης θα πρέπει να δίνει συγκεκριμένες πληροφορίες για την ανάλογη θεραπεία και λειτουργική αποκατάσταση. Πολλές ταξινομήσεις έχουν προταθεί (7,11,12), χωρίς όμως καμία από αυτές να μπορεί να αναγνωρίσει συνδεδεσμένες ρήξεις, εξαρθήματα, αυτόματα αναταγμένα υπεξαρθήματα και το βαθμό παρεκτόπισης του κατάγματος.

Η ανατομία του κατάγματος είναι επίσης σημαντική. Ένα σπονδυλικό σώμα που έχει συντριβή δεν έχει την ικανότητα να μεταφέρει φορτία, όπως ένα που είναι άθικτο. Σε αυτό το γεγονός στηρίζεται η αρχή της κατανομής των φορτίων (Load Sharing Scoring). Σύμφωνα με αυτή, η ανατομία του κατάγματος χαρακτηρίζεται από τρεις ακτινολογικές παραμέτρους: α) το βαθμό της συντριβής του σπονδυλικού σώματος, β) την παρεκτόπιση των οστικών τεμαχίων του κατάγματος και γ) το βαθμό διόρθωσης της κύφωσης για την αποκατάσταση του φυσιολογικού οβελιαίου άξονα της σπονδυλικής στήλης. Αυτές βαθμολογούνται με βάση τη σοβαρότητα της βλάβης, έτσι ώστε ο βαθμός 1 είναι για μικρή βλάβη, ο 2 για μεσαία και ο 3 για βαριές. Ο βαθμός της συντριβής βαθμολογείται με 1 όταν στην αξονική τομογραφία είναι < 30% του σπονδυλικού σώματος, με 2 όταν είναι 30% - 60% και με 3 όταν είναι >60%. Το ποσοστό της παρεκτόπισης βαθμολογείται με 1 όταν είναι 0-1 mm, 2 όταν είναι <2 mm και με 3 όταν η παρεκτόπιση είναι >2 mm ή > 50% της εγκάρσιας

τομής. Τέλος το ποσοστό της διόρθωσης της κυφωτικής παραμόρφωσης βαθμολογείται με 1 όταν η διόρθωση είναι  $<3^0$ , 2 όταν είναι  $4 - 9^0$  και 3 όταν είναι  $\geq 10^0$ . Αυτή η ταξινόμηση συσχετίζει την ανατομία του κατάγματος με τη μηχανική σταθερότητα, χωρίς όμως να αναγνωρίζει τις συνδεσμικές βλάβες (18).

Ο Parker (21) χρησιμοποιώντας αυτή την ταξινόμηση αναφέρει επιτυχημένα αποτελέσματα σε ασθενείς που αντιμετωπίστηκαν χειρουργικά. Ο McLain (19) αναφέρει την σημασία της συντριβής του σπονδυλικού σώματος στην τελική λειτουργική αποκατάσταση σε χειρουργημένους ασθενούς, καθώς κανείς από τους ασθενείς που αναφέρει στη μελέτη του που είχαν ελάχιστη συντριβή ή είχε γίνει τοποθέτηση οστικού μοσχεύματος πρόσθια, δεν παρουσίασε μετεγχειρητικά προβλήματα. Αντίθετα ασθενείς με μεγάλη οστική συντριβή παρουσίασαν μέση απώλεια 10 μοιρών από τη διόρθωση της κύφωσης, προκαλώντας πόνο και άλλα προβλήματα που χρειάστηκαν επανεγχείρηση. Πολλοί ασθενείς (1,3,20) εντούτοις έδειξαν ότι η υπολειπόμενη κύφωση μετά την ανάταξη του κατάγματος, δεν έχει σχέση με την εμφάνιση πόνου.

Στην παρούσα μελέτη, ασθενείς με κατάγματα θωρακοσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης και Load Sharing scoring  $\leq 6$ , αντιμετωπίστηκαν συντηρητικά με ένα θωρακοσφυοϊερό κηδεμόνα και πρώιμη κινητοποίηση. Η μέση απώλεια κύφωσης στη μελέτη μας ήταν 2 μοίρες και η μέση απώλεια ύψους του πρόσθιου σπονδυλικού σώματος ήταν 9,5 %, που ήταν στατιστικά μη σημαντικά. Αντίθετα η κατάληψη του νωτιαίου σωλήνα, που όπως έχει δείχθει και σε άλλες μελέτες μειώνεται μετά από 6 έως 24 μήνες λόγω remodeling, μειώθηκε κατά 10% και ήταν στατιστικά σημαντική. Το λειτουργικό αποτέλεσμα ήταν ικανοποιητικό σε 55 από τους 60 ασθενών της μελέτης (91%) με σκορ 3 και 4, ενώ σε 5 ασθενείς (9%) με σκορ 5 και 6 ήταν πτωχό.

Συμπερασματικά η απόφαση της συντηρητικής θεραπείας των θωρακοσφυϊκών καταγμάτων δεν πρέπει να στηρίζεται μόνο στην αρχή της κατανομής των φορτίων. Μια πλήρης κλινική και νευρολογική εκτίμηση του ασθενούς, καθώς και ένα πλήρες ιστορικό της προ της βλάβης κοινωνικής, εργασιακής ενασχόλησης και μελλοντικών σχεδίων του ασθενούς είναι αναγκαία. Επίσης η σωστή μελέτη των ακτινογραφιών και της αξονικής τομογραφίας θα βοηθήσουν στη σωστή απόφαση για θεραπεία.

Το Load Sharing scoring είναι μια εύκολη και αξιόπιστη ταξινόμηση για τη συντηρητική θεραπεία και πρόγνωση των ασθενών με θωρακοσφυϊκά κατάγματα. Επίσης λόγω των τριών χαρακτηριστικών της βλάβης που περιγράφει μπορεί να βοηθήσει στην πρόγνωση της μετατραυματικής κύφωσης και συνεπώς του τελικού λειτουργικού αποτελέσματος.

### **Βιβλιογραφία**

- 1) Akbarnia BA, Crandall DG, Burkus K, Matthews T. Use of long rods and a short arthrodesis for burst fractures of the thoracolumbar spine. J Bone Joint Surg, 1994, 76-A:1629-1635.
- 2) Boerger TO, Limb D, Dickson RA. Does canal clearance affect neurological outcome after thoracolumbar burst fractures? J Bone Joint Surg, 2000, 82-B: 629-635.
- 3) Cantor JB, Lebowhl NH, Garvey T, Eismont FJ. Non-operative management of stable thoracolumbar burst fractures with early ambulation and bracing. Spine, 1993, 18:971-976.
- 4) Chow HG, Nelson BJ, Gebhard JS, Brugman JL, Brown CW, Donaldson DH. Functional outcome of thoracolumbar burst fractures managed with

- hyperextension casting or bracing and early mobilization. *Spine*, 1996, 18:2170-2175.
- 5) Cotrel Y, Dubousset J, Guillaumat M. New universal instrumentation in spinal surgery. *Clin Orthop*, 1988, 227:10-23.
  - 6) Davies WE, Morris JH, Hill V. An analysis of conservative (non-surgical) management of thoracolumbar fractures and fractures-dislocations with neural damage. *J Bone Joint Surg*, 1980, 62-A:1324-1328.
  - 7) Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine*, 1983, 8:817-831.
  - 8) Denis F, Armstrong GD, Searls K, Matta L. Acute thoracolumbar burst fractures in the absence of neurologic deficit; a comparison between operative and non-operative treatment. *Clin Orthop*, 1984, 189:142-149.
  - 9) Dickson JH, Harrington PR, Erwin WD. Results of reduction and stabilization of the severely fractured thoracic and lumbar spine. *J Bone Joint Surg*, 1978, 60-A:799-805.
  - 10) Esses SI, Botsford DJ, Kostuik JP. Evaluation of surgical treatment for burst fractures. *Spine*, 1990, 15:667-673.
  - 11) Gertzbein SD. Spine update: Classification of thoracic and lumbar fractures. *Spine*, 1994, 79:626-628.
  - 12) Holdsworth FW. Review article: fractures, dislocations, and fractures-dislocations of the spine. *J Bone Joint Surg*, 1970, 52-A:1534-1551.
  - 13) Jacobs RR, Asden MA, Snider RK. Thoracolumbar spine injuries, a comparative study of recumbent and operative treatment in 100 patients. *Spine*, 1980, 5: 463-477.

- 14) Kaneda K, Abumi K, Fujiya M. Burst fractures with neurologic deficit of the thoracolumbar-lumbar spine. *Spine*, 1984, 9: 788-795.
- 15) Katonis PG, Kontakis GM, Loupasis GA, Aligizakis AC, Christoforakis JI, Velivassakis EG. Treatment of unstable thoracolumbar and lumbar spine injuries using Cotrel-Dubousset instrumentation. *Spine*, 1999, 24: 2352-2357.
- 16) Korovessis P, Baikousis A, Stamatakis M. Use of the Texas Scottish Rite Hospital Instrumentation in the treatment of thoracolumbar injuries. *Spine*, 1997, 22: 882-888.
- 17) Krompinger WJ, Frederikson BE, Mino DE, Yuan HA. Conservative treatment of fractures of the thoracic and lumbar spine. *Orthop Clin North Am*, 1980, 17:161-170.
- 18) McCormack T, Karaikovic E, Gaines RW. The Load-Sharing classification of spine fractures. *Spine*, 1994, 19:1741-1744.
- 19) Mc Lain RF, Sparling E, Benson DR. Early failure of short-segment pedicle instrumentation for thoracolumbar fractures. *J Bone Joint Surg*, 1993, 75-A: 162-167.
- 20) Mumford J, Weinstein JN, Spratt KF, Goel VK. Thoracolumbar burst fractures. The clinical efficacy and outcome of non-operative management. *Spine*, 1983, 18: 955-970.
- 21) Parker JW, Lane JR, Karaikovic EE, Gaines RW. Successful short-segment instrumentation and fusion for thoracolumbar spine fractures. *Spine*, 2000, 25: 1157-1169.
- 22) Reid D, Hu R, Davis L, Saboe L. The non-operative management of burst fractures of the thoracolumbar junction. *J Trauma*, 1988, 28: 1188-1192.

- 23) Roberts JB, Curtis PH. Stability of the thoracic and lumbar spine in traumatic paraplegia following fracture or fracture-dislocation. *J Bone Joint Surg*, 1970, 52-A: 1115-1130.
- 24) Weinstein JN, Collalto P, Lehmann TR. Thoracolumbar burst fractures treated conservatively: A long term follow-up. *Spine*, 1988, 13: 33-38.
- 25) Weitzman G. Treatment of stable thoracolumbar spine compression fractures by early ambulation. *Clin Orthop*, 1971, 76: 116-122.
- 26) Willen J, Anderson J, Toomoka K, Singer K. The natural history of burst fractures at the thoracolumbar junction. *J Spine Disorders*, 1990, 3: 39-46.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΩΟ

### ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΑΣΤΑΘΩΝ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΘΩΡΑΚΟΟΣΦΥΙΚΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΕΩΝ ΤΟΥ GERTZBEIN ΚΑΙ ΤΟΥ LOAD SHARING SCORING.

#### Εισαγωγή

Οι συνήθεις μέθοδοι χειρουργικής αποσυμπίεσης και σταθεροποίησης των ασταθών καταγμάτων της θωρακοσφυϊκής περιλαμβάνουν: α) την οπισθοπλάγια σπονδυλοδεσία με υλικό και αποσυμπίεση (1), β) την ανάταξη του κατάγματος κάνοντας συνδεσμοτάξη (χωρίς αποσυμπίεση) με τη χρήση υλικού και οπισθοπλάγια σπονδυλοδεσία (2), γ) πρόσθια αποσυμπίεση και πρόσθια σπονδυλοδεσία με υλικό (3), δ) οπισθοπλάγια σπονδυλοδεσία με υλικό και στη συνέχεια πρόσθια αποσυμπίεση και πρόσθια σπονδυλοδεσία (4) και ε) πρόσθια αποσυμπίεση με σπονδυλοδεσία που ακολουθείται από οπίσθια σπονδυλοδεσία με υλικό (5).

Η επιλογή της χειρουργικής μεθόδου που θα ακολουθήσει ο χειρουργός για τη σταθεροποίηση των ασταθών καταγμάτων της ΘΟΜΣΣ εξαρτάται από τα παρακάτω κριτήρια: α) μια ταξινόμηση που θα είναι εύκολη και θα επιτρέπει την αναγνώριση της σοβαρότητας της βλάβης και β) από τα χαρακτηριστικά της βλάβης, όπως είναι η αστάθεια του κατάγματος, η συντριβή, η παραμόρφωση και άλλοι παράγοντες που μπορούν προκαλέσουν πόνο στο μέλλον, νευρολογική βλάβη και αποτυχία των υλικών.

Αν και τα τελευταία χρόνια υπάρχουν πολλές νέες μέθοδοι αντιμετώπισης αυτών των καταγμάτων, εντούτοις οι υπάρχουσες ταξινομήσεις δεν είναι ικανοποιητικές για να αποφασίσει ο χειρουργός ποια θα ήταν η καλύτερη για τον ασθενή. Η ταξινόμηση του Gertzbein (6) και το Load Sharing Scoring (7)

βασιζόμενες σε κλινικά και ακτινολογικά κριτήρια επιτρέπουν την αναγνώριση οποιαδήποτε βλάβης της ΘΟΜΣΣ. Επίσης αυτές οι ταξινομήσεις δίνουν μια ορολογία που περιγράφει με σαφήνεια τη βλάβη, δίνουν πληροφορίες για τη σοβαρότητα της κάκωσης και βοηθούν στην επιλογή της συντηρητικής ή χειρουργικής θεραπείας, καθώς και στην επιλογή των ασθενών για πρόσθια ή οπίσθια σπονδυλοδεσία.

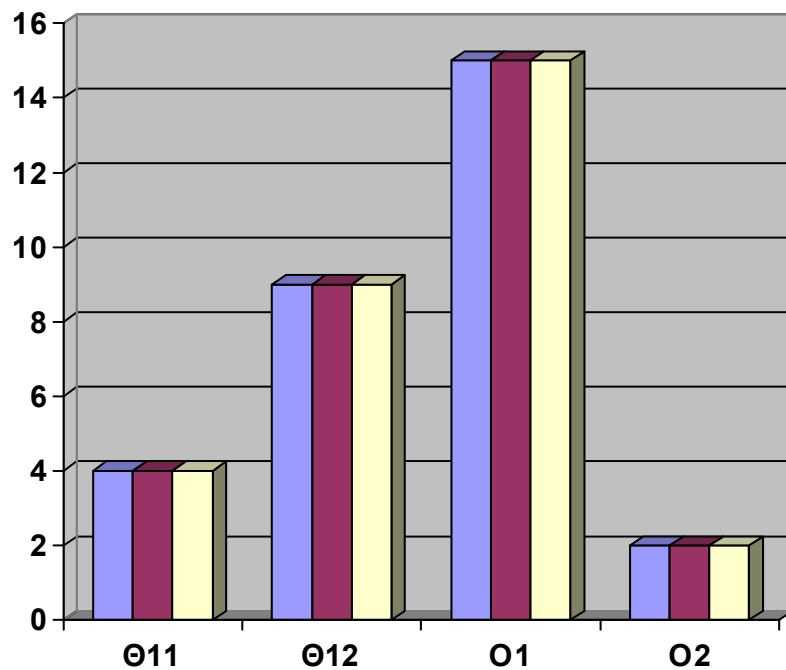
Σκοπός της προοπτικής αυτής εργασίας είναι η μελέτη της χρήσης των ταξινομήσεων Gertzbein και Load Sharing στην επιλογή της χειρουργικής θεραπείας και την πρόγνωση των ασθενών με θωρακοσφυϊκά κατάγματα.

### **Υλικό – Μέθοδος**

Από 1996 έως το 1998, αντιμετωπίστηκαν χειρουργικά 30 ασθενείς, 22 άνδρες και 8 γυναίκες με μ.ο. ηλικίας τα 37.2 έτη (17 έως 65 έτη) με εκρηκτικά κατάγματα της ΘΟΜΣΣ. Ο μέσος χρόνος παρακολούθησης των ασθενών ήταν 32 μήνες (24 έως 65 μήνες).

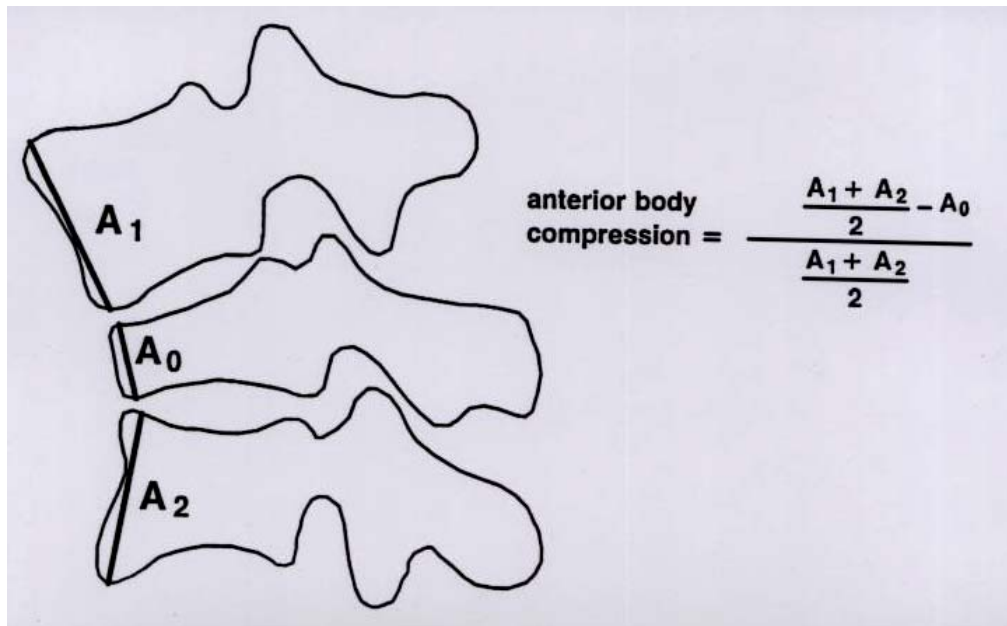
Ο μηχανισμός της βλάβης ήταν πτώση από ύψος σε 20 ασθενείς, τροχαίο ατύχημα σε 9 και σε ένα ασθενή τραύμα από πυροβόλο όπλο. Η κατανομή των επιπέδων βλάβης φαίνεται στο σχήμα 1. Συνοδές κακώσεις είχαν: 15 ασθενείς στο κάτω άκρο, 9 ασθενείς στο θώρακα και 6 στο άνω άκρο.

Στους ασθενείς έγινε πλήρης κλινικός και ακτινολογικός έλεγχος. Οι νευρολογικές βλάβες ταξινομήθηκαν σύμφωνα με την ταξινόμηση του Frankel (8) και συγκρίθηκαν ένα χρόνο μετεγχειρητικά. Ο ακτινολογικός έλεγχος στη εισαγωγή έγινε σε ύπτια θέση λόγω της βλάβης και στη συνέχεια έγινε στους 3, 6, 12 και 24 μήνες σε όρθια θέση.

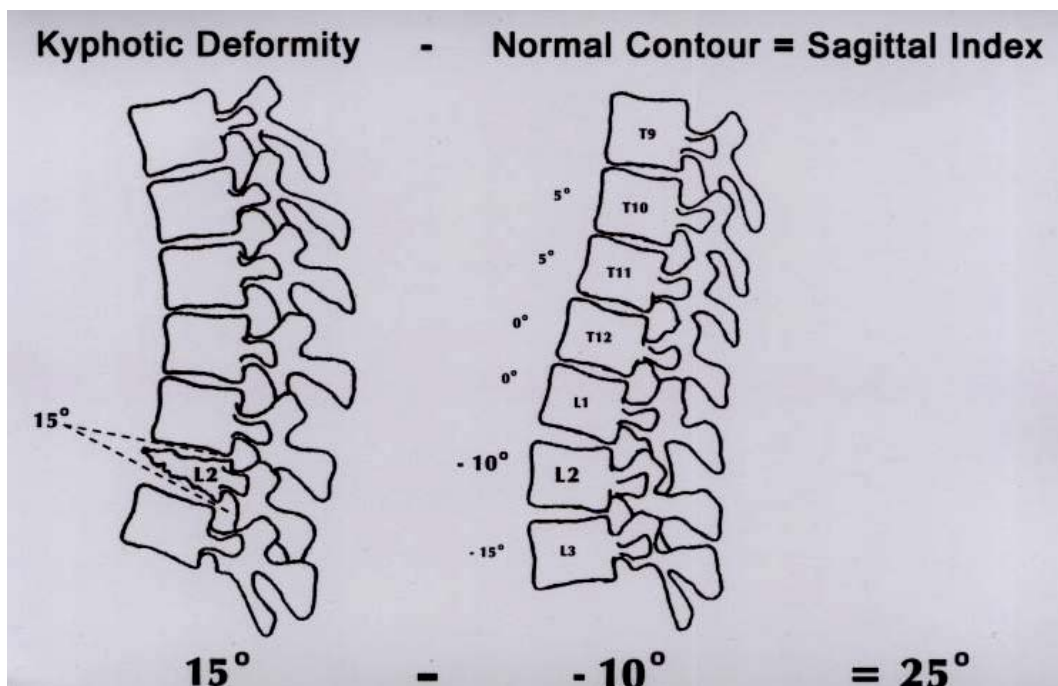


**Σχήμα 1.** Η κατανομή των θωρακοσφυϊκών καταγμάτων.

Οι παράμετροι που μετρήθηκαν ήταν: α) η προεγχειρητική κύφωση και η διόρθωση της μετεγχειρητικά, β) η συμπίεση του πρόσθιου σπονδυλικού σώματος, σύμφωνα με τη μέθοδο του Willen (9), η οποία εκτιμά το μέσο όρο του ύψους των πρόσθιων σπονδυλικών σωμάτων εγγύς του κατάγματος και αφαιρεί το ύψος του κατεαγότα (εικ. 1), γ) η τμηματική κύφωση σύμφωνα με τον οβελιαίο δείκτη κατά Farcy (10), ο οποίος δίνεται από τη διαφορά της τοπικής κύφωσης μείον την οβελιαία τιμή στο επίπεδο του κατάγματος (είναι +5 μοίρες για Θ11, 0 μοίρες για Θ12, Ο1, και - 10 μοίρες για Ο2), (εικ. 2). Οι μετρήσεις έγιναν από δυο Ορθοπεδικούς που δεν είχαν συμμετοχή στη θεραπεία των ασθενών.



**Εικόνα 1.** Σχήμα που δείχνει την συμπίεση του πρόσθιου σπονδυλικού σώματος και τον τύπο υπολογισμού της με τη μέθοδο του Willen.



**Εικόνα 2.** Ο υπολογισμός του οβελιαίου δείκτη κατά Farcy.

Όλοι οι ασθενείς υποβλήθηκαν σε αξονική τομογραφία για τον έλεγχο της κατάληξης του νωτιαίου σωλήνα και το βαθμό της συντριβής και παρεκτόπισης του σπονδυλικού κατάγματος. Η κατάληξη του νωτιαίου σωλήνα εκτιμήθηκε με τη

μέθοδο του Willen (11), σύμφωνα με την οποία γίνεται σύγκριση της κατάληψης στο επίπεδο της βλάβης με τον μέσο όρο του φυσιολογικού εύρους του νωτιαίου σωλήνα του υπερκείμενου και υποκείμενου σπονδύλου. Ένα χρόνο αργότερα έγινε νέα αξονική τομογραφία για τον έλεγχο του εύρους του σπονδυλικού σωλήνα. Όσοι ασθενείς παρουσίαζαν νευρολογική βλάβη έκαναν μαγνητική τομογραφία.

Οι βλάβες ταξινομήθηκαν σύμφωνα με τις ταξινομήσεις των Gertzbein και το Load Sharing scoring. Εικοσιένας ασθενείς με ατελές διαχωριστικό εκρηκτικό κάταγμα χειρουργήθηκαν με βραχεία οπίσθια σπονδυλοδεσία (ένα επίπεδο πάνω από τη βλάβη και ένα κάτω) με τα συστήματα Cotrell-Dubousset (Sofamor-Danek) και Varigrip- Varifix (Acromed Spine) χρησιμοποιώντας διαυχενικές βίδες και αυτόλογο οστικό μόσχευμα από την οπίσθια λαγόνια ακρολοφία (εικ. 3 α,β,γ,δ,ε). Τρεις ασθενείς με πλήρες εκρηκτικό κάταγμα, χειρουργήθηκαν με πρόσθια αποσυμπίεση και σπονδυλοδεσία με αυτόλογο μόσχευμα περόνης με το σύστημα Kaneda (Acromed) (εικ. 4 α,β,γ,δ,ε,στ). Δυο ασθενείς με βλάβες από εξελκυσμό και τέσσερις με στροφικές βλάβες και αστάθεια σε όλες τις κατευθύνσεις αντιμετωπίστηκαν σε δύο στάδια: πρώτα έγινε βραχεία οπίσθια σπονδυλοδεσία και 3 εβδομάδες αργότερα έγινε πρόσθια αποσυμπίεση και τοποθέτηση αυτόλογου μοσχεύματος (πίνακας 1).

Ασθενείς με νευρολογική βλάβη χειρουργήθηκαν εντός 8 ωρών, ενώ ασθενείς χωρίς νευρολογικό έλλειμμα χειρουργήθηκαν εντός 10 ημερών από το ατύχημα (12). Η μετεγχειρητική νοσηλεία των ασθενών κυμάνθηκε από 10 έως 50 ημέρες (μ.ο. 15 ημέρες).

Αριθμός ασθενών	Gertzbein	Load Sharing	Είδος σπονδυλοδεσίας
21	<p>Τύπος Α:</p> <p>1.Μετωπιαίο διαχωριστικό (3)</p> <p>2.Εκρηκτικό με έλλειμμα(2)</p> <p>3.Πλήρες εκρηκτικό (16)</p>	Βαθμοί: 4,5,6	Βραχεία οπίσθια σπονδυλοδεσία.
3	Τύπος Α: Πλήρες εκρηκτικό (3)	Βαθμοί: 7,8,9	Βραχεία πρόσθια σπονδυλοδεσία.
6	<p>Τυρε Β:1. Οπίσθιος εξελκυσμός συνδεσμων με τύπο Α κάταγμα (1)</p> <p>2.Οπίσθια οστική βλάβη με τύπο Α κάταγμα (1)</p> <p>Τύπος C :</p> <p>1.Στροφικό εκρηκτικό κάταγμα (2)</p> <p>2.Κάμψη-εξελκυσμός με στροφή (2)</p>	Βαθμοί: 7,8,9	Βραχεία οπίσθια σπονδυλοδεσία και πρόσθιο μόσχευμα.

**Πίνακας 1.** Οι ταξινομήσεις Gertzbein και Load Sharing. Είδος σπονδυλοδεσίας.

Από την τέταρτη έως την έβδομη μετεγχειρητική ημέρα οι ασθενείς περπάτησαν φορώντας ένα θωρακοσφουοϊερό κηδεμόνα. Στις βραχείες οπίσθιες σπονδυλοδεσίες ο κηδεμόνας χρησιμοποιήθηκε για 12 εβδομάδες, ενώ στις πρόσθιες σπονδυλοδεσίες με ή χωρίς μόσχευμα για 24. Αυτό το χρονικό διάστημα οι ασθενείς έκαναν ισομετρικές ασκήσεις φορώντας τον κηδεμόνα. Η επιστροφή των ασθενών στην εργασία τους έγινε έξι έως οκτώ μήνες μετεγχειρητικά.

Τα λειτουργικά αποτελέσματα της θεραπείας εκτιμήθηκαν σύμφωνα με την κλίμακα πόνου και εργασίας του Denis (13), η οποία συγκρίνει την εργασιακή ενασχόληση και την ποιότητα ζωής του ασθενή προεγχειρητικά και μετεγχειρητικά.



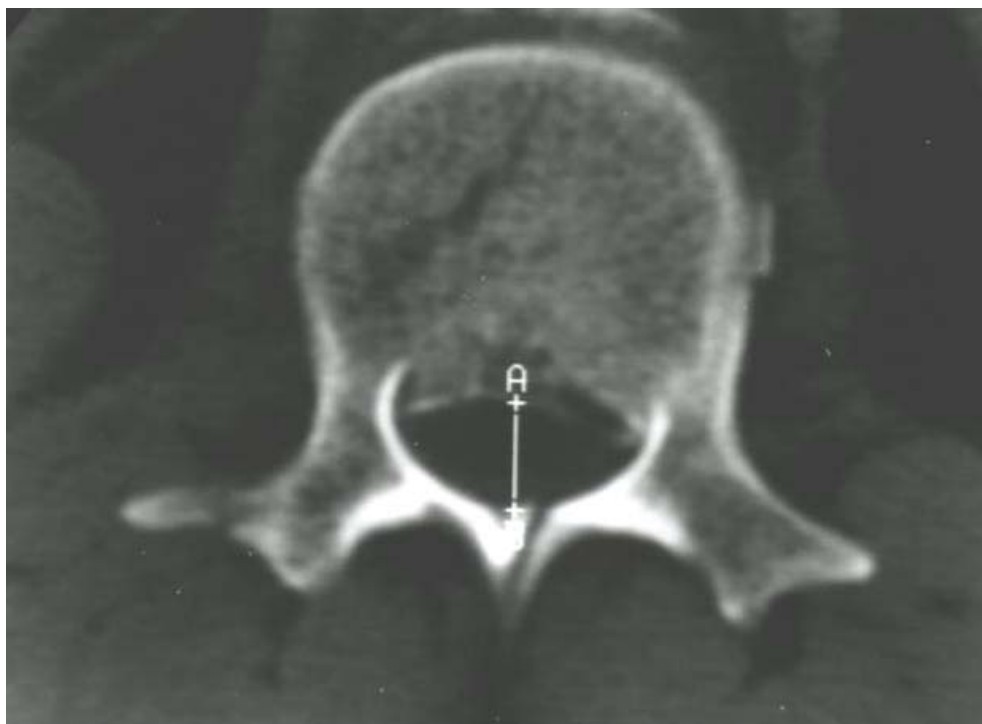
**Εικόνα 3α.** Προσθιοπίσθια ακτινογραφία ασθενούς 35 ετών με εκρηκτικό κάταγμα

Ο1.





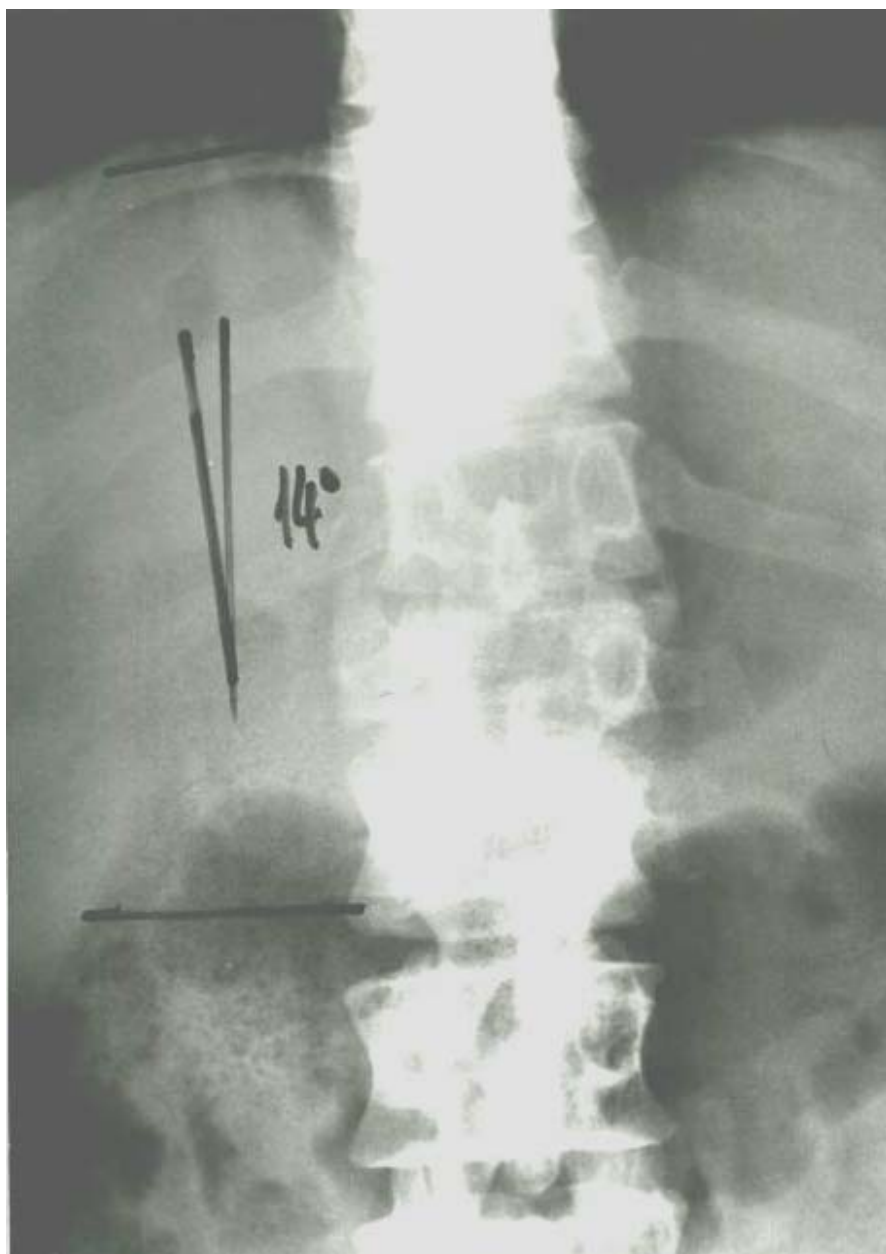
**Εικόνα 3β.** Πλάγια ακτινογραφία του ίδιου ασθενή της εικόνας 3 α.



**Εικόνα 3γ.** Αξονική τομογραφία του ασθενή της εικόνας 3 α, που δείχνει την κατάληψη του νωτιαίου σωλήνα από τα οστικά τεμάχια.



**Εικόνα 3δ.** Προσθιοπίσθια μετεγχειρητική ακτινογραφία του ασθενή της εικόνας 3α, που δείχνει την οπισθοπλάγια σπονδυλοδεσία με υλικό Cotrel-Dubousset από τον Θ12 στον Ο2 σπόνδυλο.



**Εικόνα 4 α.** Προσθιοπίσθια ακτινογραφία εκρηκτικού κατάγματος Ο1 σε γυναίκα 45 ετών που έχει 14 μοίρες σκολίωση.



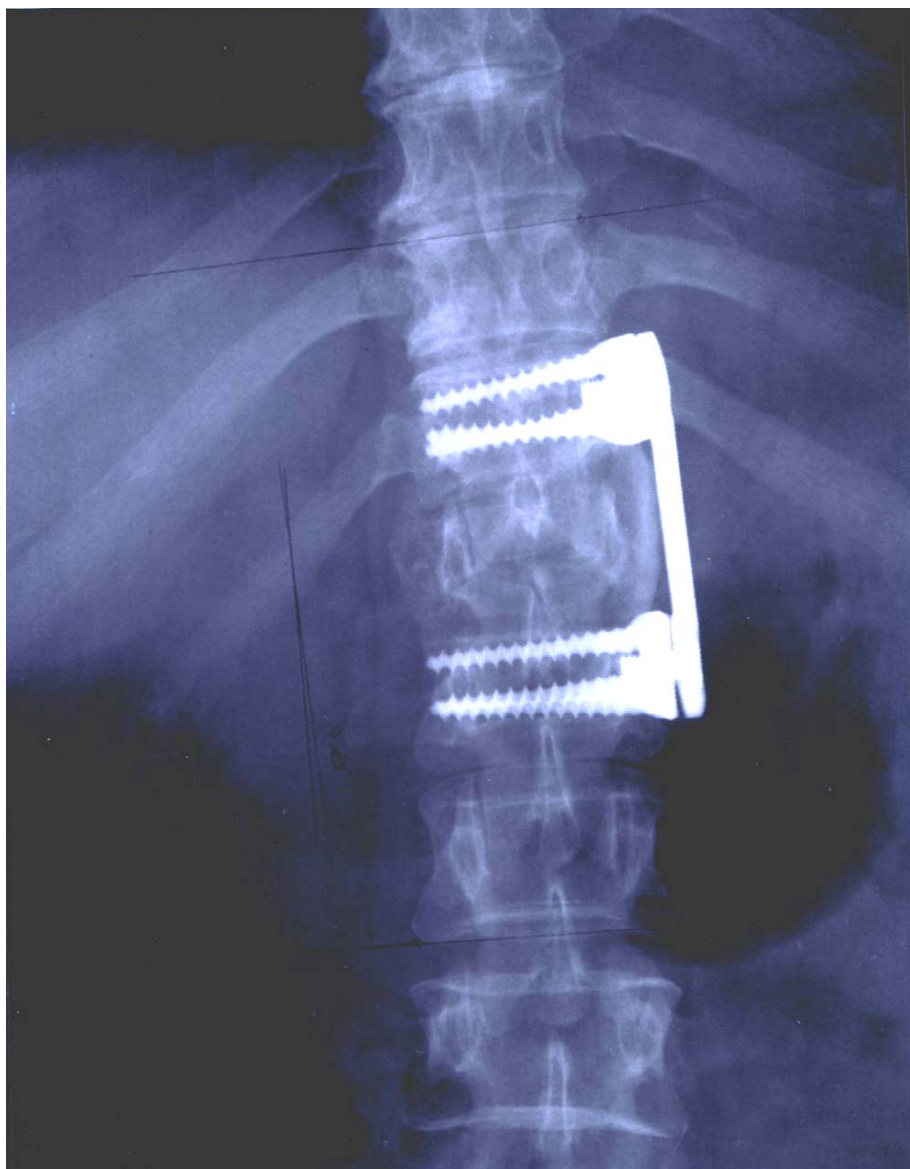
**Εικόνα 4β.** Πλάγια ακτινογραφία της ασθενούς της εικόνας 4 α, που δείχνει την κύφωση των 16 μοιρών.



**Εικόνα 4γ.** Αξονική τομογραφία της ασθενούς της εικόνας 4 α, που δείχνει την κατάληψη του νοτιαίου σωλήνα και το κάταγμα του οπισθίου πετάλου του Ο1.

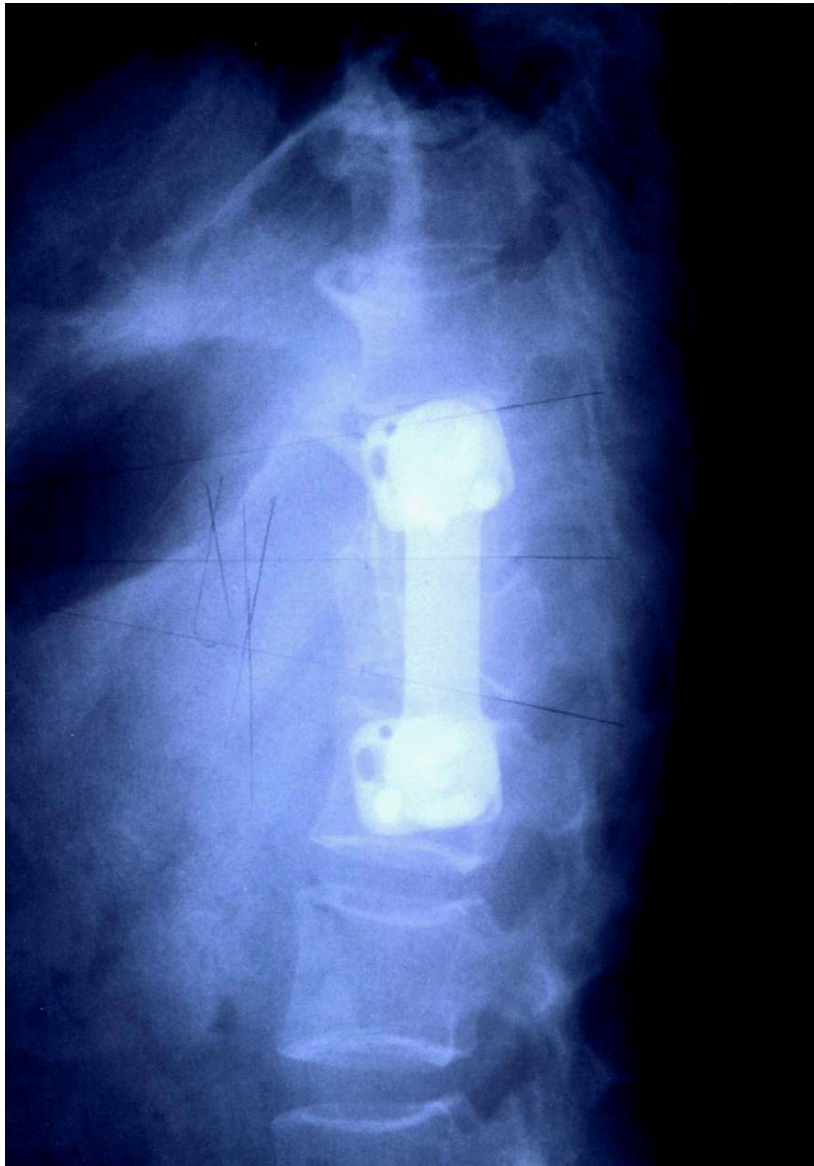


**Εικόνα 4δ.** Μαγνητική τομογραφία της ασθενούς της εικόνας 4 α, που δείχνει την πίεση του μυελικού κώνου από οστικά τεμάχια και τον μεσοσπονδύλιο δίσκο.



**Εικόνα 4 ε.** Προσθιοπίσθια ακτινογραφία που δείχνει την πρόσθια σπονδυλοδεσία από τον Θ12 έως τον Ο2 με το σύστημα Kaneda στην ασθενή της εικόνας 4 α.





**Εικόνα 4 στ.** Πλάγια ακτινογραφία που δείχνει την πρόσθια σπονδυλοδεσία με το σύστημα Kaneda.

#### **Αποτελέσματα**

##### **Νευρολογική λειτουργία**

Εικοσιένα ασθενείς (70%) ήταν νευρολογικά άθικτοι (Frankel E). Νευρολογικό έλλειμμα παρατηρήθηκε σε 9 ασθενείς (30%): 4 Frankel A, 2 Frankel B, 2 Frankel C και 1 Frankel D. Ένα χρόνο μετά το χειρουργείο όλοι οι ασθενείς με ατελή νευρολογική βλάβη παρουσίασαν βελτίωση τουλάχιστο ένα επίπεδο κατά

Frankel, ενώ οι ασθενείς με Frankel A δεν παρουσίασαν καμία βελτίωση (πίνακας 2), (14). Κανείς ασθενής δεν παρουσίασε νευρολογική βλάβη μετεγχειρητικά.

Gertzbein	Προεγχειρητικά Frankel Grade	Μετεγχειρητικά Frankel Grade
Τύπος A	21E	21E
Τύπος A	1D	1E
Τύπος A, Τύπος B	2C	1D, 1E
Τύπος B	2B	1B, 1C
Τύπος C	4A	4A

**Πίνακας 2.** Η ταξινόμηση του Gertzbein. Προεγχειρητική και μετεγχειρητική εκτίμηση κατά Frankel.

#### **Λειτουργική αποκατάσταση**

Η λειτουργική αποκατάσταση σύμφωνα με τον Denis ήταν ικανοποιητική σε 22 από τους 30 ασθενείς (73,33%) και μη ικανοποιητική σε 8 (26,77%). Είκοσι ασθενείς δεν είχαν πόνο, είχαν πλήρη ανάρρωση και επέστρεψαν στην εργασία τους. Δυο ανέφεραν λίγο πόνο, έπαιρναν αντιφλεγμονώδη και είχαν αλλάξει εργασία. Τρεις ασθενείς ανέφεραν δυνατό πόνο, έπαιρναν παυσίπονα και οι δυο από αυτούς εργάζονταν με μερική απασχόληση σε νέα θέση εργασίας, ενώ ένας ήταν ανίκανος για εργασία. Τέλος πέντε ασθενείς είχαν συνεχή πόνο και ήταν ανίκανοι για εργασία (πίνακας 3).

Κλίμακα Πόνου (Π)	Αριθμός Ασθενών	Κλίμακα Εργασίας (Ε)	Αριθμός Ασθενών
Π1	15	Ε1	18
Π2	5	Ε2	2
Π3	2	Ε3	2
Π4	3	Ε4	2
Π5	5	Ε5	6

**Πίνακας 3.** Κλίμακα πόνου και εργασίας του Denis.

### **Ακτινογραφική εκτίμηση**

#### 1) Βραχεία οπίσθια σπονδυλοδεσία

Ο μ.ο. του οβελιαίου δείκτη κατά Farcy (ΟΔF) προεγχειρητικά ήταν 20,5 μοίρες, με μέση διόρθωση 6 μοίρες μετεγχειρητικά και απώλεια διόρθωσης ένα χρόνο αργότερα 5 μοίρες. Η κατάληψη του νωτιαίου σωλήνα (ΚΝΣ) προεγχειρητικά ήταν μ.ο. 53% και η διόρθωση ένα χρόνο αργότερα 24%. Η προεγχειρητική συμπίεση της πρόσθιας κολόνας (ΣΠΚ) ήταν 53% και η μετεγχειρητική διόρθωση 35%, με μέση απώλεια διόρθωσης 5,5%.

#### 2) Πρόσθια βραχεία σπονδυλοδεσία με μόσχευμα

Ο προεγχειρητικός οβελιαίος δείκτης Farcy (ΟΔF) ήταν μ.ο. 28 μοίρες και 8 μοίρες η μέση άμεση μετεγχειρητική διόρθωση. Ένα χρόνο μετά η απώλεια ήταν 5 μοίρες. Η κατάληψη του νωτιαίου σωλήνα (ΚΝΣ) προεγχειρητικά ήταν μ.ο. 67% και η διόρθωση ένα χρόνο αργότερα 15%. Η προεγχειρητική συμπίεση της πρόσθιας κολόνας (ΣΠΚ) ήταν 62% και η μετεγχειρητική διόρθωση 38%, με μέση απώλεια διόρθωσης 5%.

#### 3) Οπίσθια βραχεία σπονδυλοδεσία με πρόσθια τοποθέτηση μοσχεύματος

Ο προεγχειρητικός οβελιαίος δείκτης Farcy (ΟΔF) ήταν μ.ο. 30 μοίρες και η μέση άμεση μετεγχειρητική διόρθωση 4 μοίρες. Ένα χρόνο μετά η απώλεια ήταν 3 μοίρες. Η κατάληψη του νωτιαίου σωλήνα (ΚΝΣ) προεγχειρητικά ήταν μ.ο. 65% και η διόρθωση ένα χρόνο αργότερα 13%. Η προεγχειρητική συμπίεση της πρόσθιας κολόνας (ΣΠΚ) ήταν 61% και η μετεγχειρητική διόρθωση 18%, με μέση απώλεια διόρθωσης 2% (πίνακας 4).

Είδος σπονδυλοδεσίας	Ακτινολογικές παράμετροι	Προ-εγχειρητικά	Μετ-εγχειρητικά	Τελευταίος έλεγχος
Βραχεία οπίσθια	ΟΔF	20,5 <sup>0</sup>	6 <sup>0</sup>	11,5 <sup>0</sup>
	ΚΝΣ	55,4%	24%	-
	ΣΠΚ	53%	35%	40,5%
Βραχεία πρόσθια	ΟΔF	28 <sup>0</sup>	8 <sup>0</sup>	13 <sup>0</sup>
	ΚΝΣ	67%	15%	-
	ΣΠΚ	62%	38%	43%
Βραχεία οπίσθια με πρόσθια τοποθέτηση μοσχεύματος	ΟΔF	30 <sup>0</sup>	4 <sup>0</sup>	7 <sup>0</sup>
	ΚΝΣ	65%	13%	-
	ΣΠΚ	61%	18%	27%

**Πίνακας 4.** Οι ακτινογραφικές παράμετροι και το είδος της σπονδυλοδεσίας.

#### **Επιπλοκές**

Πέντε ασθενείς με πλήρη νευρολογική βλάβη (Frankel A), παρουσίασαν ουρολοίμωξη και δυο εν τω βάθει θρομβοφλεβίτιδα. Μια επιπολής φλεγμονή αντιμετωπίστηκε με ενδοφλέβια αγωγή για 4 εβδομάδες με κεφαλοσπορίνη. Δυο

ασθενείς με πρόσθια σπονδυλοδεσία είχαν μετεγχειρητική ατελεκτασία των πνευμόνων. Αποτυχίες υλικών δεν παρατηρήθηκαν.

### Συζήτηση

Ο στόχος της επέμβασης σε ένα κατάγμα θωρακοσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης με κατάληψη του νωτιαίου σωλήνα είναι η αποσυμπίεση, η αποκατάσταση της ανατομίας του κυρτώματος της ΣΣ και η επιτυχής σπονδυλοδεσία των σπονδυλικών τμημάτων χωρίς αποτυχία υλικών. Μια ικανοποιητική ταξινόμηση είναι απαραίτητη για την επίτευξη αυτού του στόχου.

Όλες οι ταξινομήσεις δέχονται το γεγονός ότι οι απεικονιστικές τεχνικές δίνουν μόνο μια στατική εικόνα των βλαβών της σπονδυλικής στήλης, χωρίς να μπορούν να αναγνωρίσουν συνδεσμικές ρήξεις, εξάρθρηματα ή υπεξάρθρηματα που έχουν αναταχθεί. Οι προεγχειρητικές ακτινογραφίες που γίνονται με τον ασθενή σε ύπτια θέση δεν επιτρέπουν την αξιολόγηση της έκτασης της βλάβης του δίσκου με αποτέλεσμα να μην μπορεί να εκτιμηθεί η μελλοντική παραμόρφωση.

Υπάρχουν πολλές ταξινομήσεις που βασίζονται στο μηχανισμό της κάκωσης (Holdsworth, Whiteside, Fergusson-Allen) (15,16,17), τη μορφολογική εικόνα του κατάγματος (18), τη θεωρία των τριών κολόνων του Denis (19). Ο Gertzbein πρότεινε μια νέα ταξινόμηση, όπου αναγνωρίζονται 3 μηχανισμοί βλάβης: α) συμπίεση, β) διάταση, γ) στρέψη. Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του κατάγματος επιτρέπουν την περαιτέρω ταξινόμηση σε υποτύπους. Η βαθμολόγηση της σοβαρότητας της βλάβης έγινε με βάση το βαθμό αστάθειας. Ο βαθμός της αστάθειας και η πρόγνωση, καθορίζουν την απόφαση για συντηρητική ή χειρουργική θεραπεία.

Είναι γνωστό ότι ένας σπόνδυλος που έχει υποστεί συντριβή και παρεκτόπιση δεν μπορεί να μεταφέρει φορτία όπως ένας ακέραιος σπόνδυλος. Γι αυτό το λόγο όταν διορθώνεται η κυφωτική παραμόρφωση με οπίσθια σπονδυλοδεσία, η πρόσθια

κολόνα δεν υποστηρίζεται και μια δύναμη με μοχλό την οπίσθια κολόνα ασκείται στα υλικά οδηγώντας σε αποτυχία τη σπονδυλοδεσία. Αυτό συμβαίνει 6 μήνες περίπου μετά την επέμβαση.

Η προεγχειρητική ανάλυση της ανατομίας του κατάγματος με το Load Sharing Scoring χρησιμεύει στην επιλογή ασθενών για βραχεία οπίσθια, βραχεία πρόσθια σπονδυλοδεσία και βραχεία οπίσθια με μόσχευμα πρόσθια (20). Αυτή η ταξινόμηση δεν βαθμολογεί τη συνδεσμική βλάβη, ούτε έχει σχέση με το μηχανισμό της βλάβης. Είναι ένα χρήσιμο συμπληρωματικό εργαλείο που όμως δεν μπορεί να αντικαταστήσει καμία ταξινόμηση.

Εμβιομηχανικές μελέτες δείχνουν ότι σε σχέση με την φυσιολογική σπονδυλική στήλη, η οπίσθια σπονδυλοδεσία είναι 76% λιγότερο ανθεκτική, η οπίσθια σπονδυλοδεσία με πρόσθιο μόσχευμα είναι 3% πιο ανθεκτική και η πρόσθια σπονδυλοδεσία με πρόσθιο μόσχευμα 15% πιο ανθεκτική. Η βραχεία σπονδυλοδεσία με πρόσθιο μόσχευμα χρησιμεύει είτε σαν υποστήριγμα (Cotrel Dubousset, Varigrip-Varifix), (21), είτε σαν ταινία ελκυσμού (Kaneda, LRH). Η αποτυχία του Kaneda κυμαίνεται από 4 – 11% (22).

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν οι ταξινομήσεις του Gertzbein και Load Sharing χωρίς να παρατηρηθούν αποτυχίες υλικού ή ψευδαρθρώσεις. Η επέκταση της σπονδυλοδεσίας σε ελάχιστα σπονδυλικά επίπεδα, έκανε την επέμβαση λιγότερο επεμβατική, πιο γρήγορη και τεχνικά ευκολότερη. Οι ακτινολογικές μετρήσεις των ασθενών και πιο συγκεκριμένα του οβελιαίου δείκτη και της πρόσθιας σπονδυλικής συμπίεσης έδειξαν μικρή απώλεια, που όμως δεν επηρέασε το κλινικό αποτέλεσμα. Είναι πιθανόν η απώλεια αυτή να οφείλεται στον τρόπο λήψης των ακτινογραφιών (προεγχειρητικά ύπτια και μετεγχειρητικά σε όρθια θέση). Η νοσηλεία των ασθενών ήταν η ελάχιστη δυνατή και η λειτουργική ικανότητα των

ασθενών ήταν ικανοποιητική στο 73,77% των ασθενών. Επίσης νευρολογική βελτίωση παρατηρήθηκε στο 55,55% των ασθενών με νευρολογική βλάβη. Νέοι (<65 έτη), συνεργάσιμοι ασθενείς που θα αξιοποιήσουν την κινητικότητα της ΣΣ, χωρίς οξύ τραυματισμό ή καρδιοαναπνευστικά προβλήματα και που μπορούν να ανεχτούν επέμβαση σε δυο στάδια είναι οι κατάλληλοι υποψήφιοι για χειρουργική θεραπεία.

Συμπερασματικά με τη χρήση της ταξινόμησης του Gertzbein και του Load Sharing για την χειρουργική θεραπευτική αντιμετώπιση των θωρακοσφυϊκών κατάγματων, δεν παρατηρήθηκαν ψευδαρθρώσεις ή αποτυχία υλικών. Η ταξινόμηση του Gertzbein σχετίζει τον τύπο του κατάγματος με το βαθμό της μηχανικής αστάθειας και τη νευρολογική βλάβη. Η ταξινόμηση του Load Sharing σχετίζει τη συντριβή και παρεκτόπιση του κατάγματος με τη μηχανική σταθερότητα και την αποτυχία των υλικών. Η σωστή επιλογή των ασθενών είναι σημαντική για την επιτυχία των ταξινομήσεων.

### **Βιβλιογραφία**

- 1) McNamara MJ, Stephens GC, Spengler DM. Transpedicular short segments fusions for treatment of lumbar burst fractures. *J Spinal Disord*, 1992, 5:183-187.
- 2) Esses SI, Botsford DJ, Kostuik JP. Evaluation of surgical treatment for burst fractures. *Spine*, 1990, 15:667-673.
- 3) McAfee PC, Bohlman HH, Yuan HA. Anterior decompression of traumatic thoracolumbar fractures with incomplete neurological deficit using a retroperitoneal approach. *J Bone Joint Surg*, 1985, 67-A:89-104.
- 4) Bradford DS, McBride GG. Surgical management of thoracolumbar spine fractures with incomplete neurological deficits. *Clin Orthop*, 1987, 218:201-216.

- 5) McAfee PC. Complications of anterior approaches to the thoracolumbar spine. Emphasis on Kaneda instrumentation. *Clin Orthop*, 1994, 306:110-119.
- 6) Gertzbein SD. Spine update: Classification of thoracic and lumbar fractures. *Spine*, 1994, 79:626-628.
- 7) McCormack T, Karaikovic E, Gaines RW. The load-sharing classification of spine fractures. *Spine*, 1994, 19(15):1741-1744.
- 8) Frankel HL, Hancock DO, Meltzak J. The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. *Paraplegia*, 1969, 7:719-792.
- 9) Willen J, Anderson J, Toomoka K, Singer K. The natural history of burst fractures at the thoracolumbar junction. *Journal of Spine Disorders*, 1990, 3:39-46.
- 10) Farcy JPC, Weidenbaum M, Glassman S. Sagittal index in the management of thoracolumbar burst fractures. *Spine*, 1990, 15:958-965.
- 11) Willen J, Uttam HG, Kakulas BA. Burst fractures in the thoracic and lumbar spine: A clinico-neuropathological analysis. *Spine*, 1989, 14:1316-1323.
- 12) Sjostrom L, Karlstrom G, Pech P, Rauschnig W. Indirect Spinal Canal Decompression in Burst Fractures Treated With Pedicle Screw Instrumentation. *Spine*, 1996, 21(1):113-123.
- 13) Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar injuries. *Spine*, 1983, 8:817.
- 14) Katonis PG, Kontakis GM, Loupasis GA, Aligizakis AC, Christoforakis JI, Velivassakis EG. Treatment of Unstable Thoracolumbar and Lumbar Spine Injuries Using Cotrel-Dubousset Instrumentation. *Spine*, 1999, 24(22):2352-2357.
- 15) Holdsworth FW. Review article: fractures, dislocations, and fracture-dislocations of the spine. *J Bone J Surg [Am]*, 1970, 52:1534-1551.



- 16) Whitesides TE Jr. Traumatic kyphosis of the thoracolumbar spine. Clin Orthop, 1977, 128:78-92.
- 17) Ferguson RL, Allen BL. A mechanistic classification of thoracolumbar spine fractures. Clin Orthop, 1984, 189:77-88.
- 18) Louis R. Les théories de l'instabilité. Rev Chir Orthop, 1997, 63:423-425.
- 19) Denis F. Update classification of thoracolumbar fractures. Orthop Trans, 1982, 6:8-9.
- 20) Parker JW, Lane JR, Karaikovic EE, Gaines RW. Successful Short-Segment Instrumentation and Fusion for Thoracolumbar Spine Fractures. Spine, 2000, 25(9):1157-1169.
- 21) Gurwitz GS, Dawson JM, McNamara MJ, Federspiel CF, Spengler DM. Biomechanical Analysis of Three Surgical Approaches for Lumbar Burst Fractures Using Short Segment Instrumentation. Spine, 1993, 18(9):977-982.
- 22) Kaneda K, Taneichi H, Abumi K, Hashimoto T, Sataoh S, Fujiya M. Anterior Decompression and Stabilization with the Kaneda Device for Thoracolumbar Burst Fractures Associated with Neurological Deficits. J Bone J Surg, 1997, 79-A:69-83.

## Συμπεράσματα

- 1) Η ταξινόμηση του Gertzbein συσχετίζει το μηχανισμό της βλάβης με το βαθμό της αστάθειας και τη νευρολογική βλάβη. Το Load Sharing scoring συσχετίζει την ανατομία του κατάγματος αναλύοντας το βαθμό της συντριβής και της παρεκτόπισης με τη μηχανική σταθερότητα.
- 2) Ο συνδυασμός της ταξινόμησης του Gertzbein και του Load Sharing scoring βοηθάει στη συντηρητική θεραπεία και πρόγνωση των θωρακοσφυϊκών καταγμάτων.
- 3) Κατάγματα της ΘΟΜΣΣ που είναι A3 κατά Gertzbein με Load Sharing scoring  $\leq 6$  μπορούν να αντιμετωπιστούν συντηρητικά με τη χρήση θωρακοσφυϊοϊερού κηδεμόνα.
- 4) Το Load Sharing scoring είναι μια εύκολη και αξιόπιστη ταξινόμηση για τη συντηρητική θεραπεία και πρόγνωση των ασθενών με θωρακοσφυϊκά κατάγματα. Η απόφαση όμως της συντηρητικής θεραπείας των θωρακοσφυϊκών καταγμάτων δεν πρέπει να στηρίζεται μόνο στην αρχή της κατανομής των φορτίων.
- 5) Το Load Sharing scoring λόγω των τριών χαρακτηριστικών της βλάβης που περιγράφει, μπορεί να βοηθήσει στην πρόγνωση της μετατραυματικής κύφωσης και συνεπώς του τελικού λειτουργικού αποτελέσματος μετά από συντηρητική θεραπεία.
- 6) Κατάγματα με Load Sharing  $\leq 6$  και Gertzbein A3 αντιμετωπίστηκαν με βραχεία οπίσθια σπονδυλοδεσία. Ασθενείς με Load Sharing scoring 7,8,9 και Gertzbein A3 αντιμετωπίστηκαν με πρόσθια σπονδυλοδεσία και ασθενείς με Load Sharing scoring 7,8,9 και Gertzbein B και C αντιμετωπίστηκαν με οπίσθια βραχεία σπονδυλοδεσία και πρόσθια τοποθέτηση μοσχεύματος.

- 7) Με τη χρήση της ταξινόμησης του Gertzbein και του Load Sharing scoring στη χειρουργική αντιμετώπιση των θωρακοσφυϊκών καταγμάτων, δεν παρατηρήθηκαν ψευδαρθρώσεις ή αποτυχία υλικών.
- 8) Η προσεκτική επιλογή των ασθενών είναι βασικός παράγοντας για την κλινική επιτυχία αυτών των ταξινομήσεων. Ασθενείς με καρδιοαναπνευστικά προβλήματα, ή δυσκολία στη χρήση του κηδεμόνα πρέπει να αντιμετωπίζονται χειρουργικά.
- 9) Μια πλήρης κλινική και νευρολογική εκτίμηση του ασθενούς, καθώς και ένα πλήρες ιστορικό για την προ της βλάβης κοινωνική, εργασιακή ενασχόληση και μελλοντικών σχεδίων του ασθενούς είναι αναγκαία.
- 10) Η σωστή μελέτη των ακτινογραφιών και της αξονικής τομογραφίας θα βοηθήσουν στην σωστή ταξινόμηση της βλάβης.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο χειρισμός των θωρακοσφυϊκών καταγμάτων της σπονδυλικής στήλης παραμένει μια πρόκληση για τον χειρουργό της σπονδυλικής στήλης. Ο στόχος της θεραπείας των καταγμάτων είναι η επίτευξη μιας μόνιμης σταθερότητας της σπονδυλικής στήλης χωρίς πόνο. Αν και οι κλινικές μελέτες σήμερα υποστηρίζουν την χειρουργική θεραπεία, εντούτοις η συντηρητική αντιμετώπιση αυτών των κακώσεων είναι εξίσου χρήσιμη. Πολλές ταξινομήσεις έχουν προταθεί για την ταξινόμηση της σοβαρότητας αυτών των κακώσεων και την πρόγνωση των ασθενών. Όλες οι ταξινομήσεις όμως αποδέχονται το γεγονός ότι οι απεικονιστικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται δίνουν μόνο μια στατική εικόνα της βλάβης.

Σκοπός των προοπτικών αυτών μελετών ήταν η αλγοριθμική προσέγγιση στο χειρισμό των θωρακοσφυϊκών καταγμάτων. Η έρευνα απέδειξε την επάρκεια των ταξινομήσεων Gertzbein και Load Sharing scoring, στην επιλογή, συντηρητική ή χειρουργική θεραπεία και πρόγνωση των ασθενών με κατάγματα στη θωρακοσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης.

Στην πρώτη μελέτη 50 ασθενείς αντιμετωπίστηκαν συντηρητικά χρησιμοποιώντας και τις δυο ταξινομήσεις. Ασθενείς με ατελή εκρηκτικά κατάγματα, εκρηκτικά διαχωριστικά κατάγματα και πλήρη εκρηκτικά κατάγματα στην θωρακοσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης (Gertzbein A 3) και με Load Sharing scoring 6 ή λιγότερο αντιμετωπίστηκαν με την τοποθέτηση θωρακοσφυοϊερού κηδεμόνα. Η μέση απώλεια του οβελιαίου δείκτη Farcy ήταν 22% και η μέση απώλεια ύψους της πρόσθιας κολόνας του σπονδυλικού σώματος ήταν 5,5% (στατιστικά μη σημαντικά). Η λειτουργική αποκατάσταση των ασθενών της μελέτης ήταν ικανοποιητική σε 28 από τους 30 (93%) και ο μέσος όρος διόρθωσης της κατάληψης του νωτιαίου σωλήνα ήταν  $50 \pm 13\%$  (στατιστικά

σημαντική). Η αρχική ακτινολογική απεικόνιση της σοβαρότητας της βλάβης και η υπολειπόμενη παραμόρφωση της σπονδυλικής στήλης δεν είχε σχέση με το τελικό λειτουργικό αποτέλεσμα.

Στην άλλη μελέτη, 100 ασθενείς αντιμετωπίστηκαν συντηρητικά με τη χρήση μόνο του Load Sharing scoring. Ασθενείς με κατάγματα θωρακοσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης και Load Sharing scoring  $\leq 6$ , αντιμετωπίστηκαν με ένα θωρακοσφυϊκό κηδεμόνα και πρόιμη κινητοποίηση. Η μέση απώλεια κύφωσης ήταν 2 μοίρες και η μέση απώλεια ύψους του πρόσθιου σπονδυλικού σώματος ήταν 9,5 %, που ήταν στατιστικά μη σημαντικά. Αντίθετα η κατάληψη του νωτιαίου, όπως έχει δειχθεί και σε άλλες μελέτες μειώνεται μετά από 6 έως 24 μήνες λόγω remodeling, μειώθηκε κατά 10% και ήταν στατιστικά σημαντική. Το λειτουργικό αποτέλεσμα ήταν ικανοποιητικό σε 55 από τους 60 ασθενών της μελέτης με σκορ 3,4 ήταν 91%, ενώ σε 5 ασθενείς (9%) με σκορ 5,6 ήταν πτωχό.

Τέλος 30 ασθενείς αντιμετωπίστηκαν χειρουργικά με τη χρήση των δυο ταξινομήσεων. Σε ασθενείς με Load Sharing scoring ήταν  $\leq 6$  και Gertzbein A έγινε βραχεία οπίσθια σπονδυλοδεσία, σε Load Sharing scoring 7,8,9 και Gertzbein A έγινε πρόσθια σπονδυλοδεσία και σε Load Sharing scoring 7,8,9 και Gertzbein B και C έγινε βραχεία οπίσθια σπονδυλοδεσία με πρόσθια τοποθέτηση μοσχεύματος. Η επέκταση της σπονδυλοδεσίας σε ελάχιστα σπονδυλικά επίπεδα, έκανε την επέμβαση λιγότερο επεμβατική, πιο γρήγορη και ευκολότερη τεχνικά. Οι ακτινολογικές μετρήσεις των ασθενών και πιο συγκεκριμένα του οβελιαίου δείκτη και της πρόσθιας σπονδυλικής συμπίεσης έδειξαν μικρή απώλεια, που όμως δεν επηρέασε το κλινικό αποτέλεσμα. Είναι πιθανόν η απώλεια αυτή να οφείλεται στον τρόπο λήψης των ακτινογραφιών (προεγχειρητικά ύπτια και μετεγχειρητικά σε όρθια θέση). Η νοσηλεία των ασθενών ήταν η ελάχιστη δυνατή και η λειτουργική ικανότητα των

ασθενών ήταν ικανοποιητική στο 73,77% των ασθενών. Επίσης νευρολογική βελτίωση παρατηρήθηκε στο 55,55% των ασθενών με νευρολογική βλάβη.

Συμπερασματικά, οι ταξινομήσεις Load Sharing scoring και Gertzbein μπορούν να συνδυαστούν για τη θεραπεία και πρόγνωση των θωρακοσφυϊκών καταγμάτων. Ο Gertzbein συσχετίζει το μηχανισμό της βλάβης με το βαθμό της αστάθειας και τη νευρολογική βλάβη. Το Load Sharing scoring συσχετίζει την ανατομία του κατάγματος (το βαθμό της συντριβής και της παρεκτόπισης) με τη μηχανική σταθερότητα. Αυτή η ταξινόμηση δεν βαθμολογεί τη συνδεσμική βλάβη και δεν έχει σχέση με το μηχανισμό της βλάβης, γι αυτό αποτελεί ένα χρήσιμο βοηθητικό εργαλείο που μπορεί να βοηθήσει αλλά όχι να υποκαταστήσει οποιαδήποτε άλλη ταξινόμηση. Η προσεκτική επιλογή των ασθενών και η σωστή μελέτη των ακτινογραφιών, αξονικής και μαγνητικής τομογραφίας θα βοηθήσουν στη σωστή απόφαση για θεραπεία.

Οι ασθενείς που αντιμετωπίστηκαν χειρουργικά με τη χρήση και των δυο ταξινομήσεων δεν είχαν αποτυχίες υλικού ή ψευδαρθρώσεις. Νέοι, συνεργάσιμοι ασθενείς με (ηλικία <65 έτη), χωρίς οξεία ή χρόνια καρδιοαναπνευστικά προβλήματα και μπορούν να αντέξουν μια επέμβαση σε δυο στάδια είναι οι καλύτεροι υποψήφιοι για χειρουργική θεραπεία.

Επίσης το Load Sharing scoring και η ταξινόμηση του Gertzbein μπορούν να συνδυαστούν για τη συντηρητική αντιμετώπιση και πρόγνωση των θωρακοσφυϊκών καταγμάτων. Λόγω των τριών χαρακτηριστικών του κατάγματος, το Load Sharing scoring μπορεί να προβλέψει τις δομικές επιδράσεις στη σπονδυλική στήλη από τη βλάβη, όπως είναι η μετατραυματική κύφωση και συνεπώς τη λειτουργική αποκατάσταση των ασθενών που αντιμετωπίστηκαν συντηρητικά.

## SUMMARY

The management of fractures of the thoracolumbar spine remains a challenge to the spinal surgeon. The goal in the treatment of fractures is to achieve permanent pain-free stability. Although clinical evidence supports operative management, conservative treatment is also useful. Many classifications have been proposed for the classification of injury severity, and prognosis of the patients. All classifications accept the fact that imaging techniques provide only a static view of spinal injuries.

The purpose of these prospective studies has been algorithmic approach for the management of thoracolumbar burst spine fractures. These studies assessed the efficacy of the Gertzbein classification and the Load Sharing scoring on selection, conservative or operative treatment and prognosis of the patients included in these studies.

Fifty patients with incomplete burst fractures, burst split fractures, and complete burst fractures (Gertzbein A3) in the thoracolumbar zone, with a Load Sharing score of 6 points or less, were treated in a closed manner with a custom molded thoracolumbosacral brace. The mean loss of SI in our study group was 22%, and the average AVC loss was 5,5% (statistically non-significant). The functional outcome of our study group was satisfactory in 28 of 30 patients (93%) and a mean correction of  $50\% \pm 13\%$  in SCO was achieved (statistically significant). The initial severity of injury on x-ray imaging or residual deformity following conservative treatment, did not correlate with functional outcome.

Also one hundred patients with a thoracolumbar burst spinal fracture and with a Load Sharing score of 6 points or less, were treated in a closed manner with a custom molded thoracolumbosacral brace. The mean loss of kyphosis in our study group was  $2^{\circ}$  and the average AVC loss was 9,5% (statistically non-significant), more

than at the time of the initial injury. The SCO was reduced to 10 %, which was statistically significant. Indeed, it has been clearly shown that over a period course of between six months and two years the burst fracture remodels itself with a return to nearly normal dimensions of the canal. The functional outcome of our study group was satisfactory in 55 of 60 patients (91%) with a Load Sharing scoring of 3 and 4. Patients with 5 and 6 points had poor functional outcome.

Finally, thirty patients were treated operatively with Load Sharing and Gertzbein classifications. Patients with Load Sharing scoring  $\leq 6$  and Gertzbein A were treated with a short segment posterior instrumentation and fusion, patients with Load Sharing scoring 7,8,9 and Gertzbein A had an anterior short segment instrumentation and in patients with Load Sharing scoring 7,8,9 and Gertzbein B and C a short segment posterior instrumentation with fusion and an anterior strut graft was applied. Fewer motion segments were incorporated in the fusion, which was thus faster, less invasive, and less technically demanding. Radiological measurements from SI and CP showed a slight loss, but the clinical outcome for the patients was not affected. This slight loss of sagittal index, and compression percentage correction was probably caused because the initial x-rays had been taken with the patient supine because of the acuteness of the injury, and x-rays at the follow-up evaluation were taken with the patient upright. Hospitalization time was diminished, and the functional outcome of the study group was also satisfactory in 73,33% of the patients. Neurological improvement of one or two Frankel grades was also observed in 55,55 % of the neurological injured patients.

In conclusion, the Load Sharing scoring can be combined with the Gertzbein classification for better fracture treatment and prognosis. The Gertzbein classification correlates the type of fracture with the degree of mechanical instability and



neurological lesion. The Load Sharing classification correlates fracture comminution and displacement with mechanical stability. This classification does not grade ligament damage, and has nothing to do with mechanism of injury, and so it is a helpful adjunctive tool that can complete, but not replace, other classification. Patient selection, and careful evaluation of X-rays, C/T scan and MRI are fundamental components in the clinical success of these classifications.

In using these classifications for operative decision making, no implant failures or pseudoarthrosis were recorded. The best candidates for short segment instrumentation and fusion are younger patients who would utilise spinal mobility, patients who are able to tolerate a two-stage reconstruction and patients in good general health.

Also the Load Sharing scoring can be combined with the Gertzbein classification for the conservative treatment and prognosis of thoracolumbar spinal fractures. Because of the three characteristics of the fracture site the Load Sharing scoring can also predict the structural effects of the spinal injury, such as post-traumatic kyphosis, and thereby the functional outcome in conservatively treated patients.