



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΟΣΤΩΝ»

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ : ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ Π. ΛΥΡΙΤΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΡΕΥΝΑΣ ΠΑΘΗΣΕΩΝ ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ «Θ.ΓΑΡΟΦΑΛΙΔΗΣ»
ΔΙΕΥΘΥΝΤΡΙΑ : ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Ι. ΔΟΝΤΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΔΑΚΗΣ
ΟΡΘΟΠΑΙΔΙΚΟΣ ΧΕΙΡΟΥΡΓΟΣ

**«ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΕΚΦΥΛΙΣΗΣ ΤΟΥ
ΜΕΣΟΣΠΟΝΔΥΛΙΟΥ ΔΙΣΚΟΥ»**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Κ. ΠΑΠΑΙΩΑΝΝΟΥ
Αναπληρωτής Καθηγητής Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Αθηνών

ΑΘΗΝΑ 2016

Βιογραφικό σημείωμα

Εκπαίδευση:

Τελείωσα το δημοτικό, γυμνάσιο, λύκειο στην Κοζάνη και φοίτησα στην Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου του Νις σε 6 έτη.

Περάτωσα τον κύκλο σπουδών μου και ορκίστηκα στις 10 Νοεμβρίου 1998.

Εκπλήρωσα τις στρατιωτικές μου υποχρεώσεις.

Από τον Ιούνιο του 2002, έχω λάβει την άδεια ασκήσεως επαγγέλματος του Ιατρού.

Είμαι μέλος του ιατρικού συλλόγου Αθηνών.

Κατάρτιση:

Εργάστηκα ως αγροτικός ιατρός στο κέντρο υγείας Τσοτυλίου με δωδεκάμηνη σύμβαση από 16-12-2002.

Υπηρέτησα για διάστημα δώδεκα μηνών (από 6-2-2004) στο Χειρουργικό Τμήμα του Κρατικού Νοσοκομείου Κοζάνης, πραγματοποιώντας ενεργές εφημερίες και λαμβάνοντας μέρος σε όλες τις επιστημονικές δραστηριότητες συνέδρια εσωτερικού και εξωτερικού, όπως 6th congress of the European Hepato-pancreato-Biliary Association Heidelberg- Germany, σεμινάρια, workshops) του τμήματος της Χειρουργικής, που προαπαιτείται για την απόκτηση τίτλου Ιατρικής ειδικότητας της Ορθοπαιδικής, και συνέχισα με παράταση χρόνου δύο εξαμήνων έως 6-11-2005.

Στο χρονικό διάστημα αυτό εργάστηκα ως ωρομίσθιος εκπαιδευτής στο ΕΚΑΒ Κοζάνης με ειδικότητα διασώστη πληρώματος ασθενοφόρου.

Από την 30-1-2006 μέχρι την 25-01-11 υπηρέτησα στο Ε΄ Ορθοπαιδικό Τμήμα του Ασκληπιείου Βούλας (Μονάδα άκρας χειρός), ως έμμισθος ειδικευόμενος ιατρός προκειμένου να ολοκληρώσω τον απαιτούμενο χρόνο για την ειδικότητα της Ορθοπαιδικής.

Στο διάστημα αυτό συμμετείχα ενεργά στα εβδομαδιαία μαθήματα της κλινικής, παρακολούθησα σεμινάρια, όπως: την εβδομάδα μικροχειρουργικής άκρας χειρός, το ετήσιο XII CONGRESS FESSH of European Societies for Surgery of the Hand in Athens, AO Course Management of Common Periarticular Fractures, ετήσια συνέδρια της Άκρας χειρός σε πτωματικά παρασκευάσματα σε Αθήνα και Μέτσοβο, workshops στην Ελληνική Ορθοπαιδική Εταιρία Αγκώνος & Ώμου, Ισχίου & γόνατος, Άκρου ποδός, Σπονδυλικής στήλης, ενώ συμμετείχα στο Course World Spine το 2010 σε πτωματικά παρασκευάσματα με διεθνή συμμετοχή.

Έλαβα μέρος στο European Course of Universal Medical Center of Rotterdam with cadaver preparation σχετικά με την τοποθέτηση εξωτερικής Οστεοσύνθεσης τραύματος.

Περάτωσα με επιτυχία το πρόγραμμα εξέτασης αντιμετώπιση πολυτραυματία (ATLS) ADVANCED TRAUMA LIFE SUPPORT.

Από 24-11-2008 έως 23-05-2009, συμμετείχα ενεργά στις δραστηριότητες του τμήματος αθλητικών κακώσεων

του Νοσοκομείου ΚΑΤ που αφορούσαν σεμινάρια, εξωτερικά ιατρεία, χειρουργεία αρθροσκοπικής χειρουργικής και Αθλητικών Κακώσεων, ιδιαίτερα γόνατος και ώμου, υπό την καθοδήγηση του Διευθυντού του τμήματος κ. Βαλλιανάτου.

Από 25-06-2009 έως 25-12-2009 απασχολήθηκα στο Τμήμα Σπονδυλικής Στήλης της Ιατρικής Σχολής του πανεπιστημίου της UTAH-Salt Lake City υπό

την διεύθυνση του Darrel Brodke, καθώς επίσης και με τους επιμελητές του τμήματος Michael.Daubts και A.Patel, όπου και συμμετείχα στις δραστηριότητες του τμήματος χειρουργεία, εξωτερικά ιατρεία, εβδομαδιαία διάσκεψη του τμήματος. Στο διάστημα αυτό συμμετείχα στο 37th Annual Meeting of Cervical Spine Research Society Utah (CSRS).

Από τις 25-01-2010 έως 24-01-2011 υπηρέτησα στο Α' Ορθοπαιδικό τμήμα του Γενικού Νοσοκομείου Παίδων Παναγιώτης & Αγλαΐα Κυριακού, υπό την διεύθυνση του Συντονιστή Διευθυντή κ. Ανδρέα Γκικόκα, όπου και συμμετείχα ενεργά (εφημερίες, εξωτερικά ιατρεία, εργασίες, δραστηριότητες κλινικής, χειρουργεία).

Αποπεράτωσα την ειδικότητα της ορθοπαιδικής στις 25-01-2011.

Από τις 02-02-2011 έως 08-6-2011 με απόφαση του διοικητή του νοσοκομείου παρατάθηκε η παραμονή μου στο Ασκληπιείο της Βούλας μετά την λήξη της θητείας μου .

Στις 17-06-2011 περάτωσα με επιτυχία τις εξετάσεις στην ειδικότητα της Ορθοπαιδικής .

Ο τίτλος της Ιατρικής ειδικότητας της ορθοπαιδικής μου αποδόθηκε την 19-07-2011.

Από 20-08-2011 έως 31-12-2011 εργάστηκα σε ιδιωτικό κέντρο αθλητικών κακώσεων (sport medicine center) με αρμοδιότητες την υποστήριξη ιατρείου (κλινική εξέταση, αντιμετώπιση περιστατικών με αθλητικές κακώσεις άνω άκρου-ώμου, αγκώνα, πηχεοκαρπική και κάτω σκέλους ισχίου ,γόνατος, ποδοκνημικής),πλήθος χειρουργικών-αρθροσκοπικών επεμβάσεων κυρίως ώμου ,ισχίου ,γόνατος και αποκατάστασης(rehabilitation) αυτών.

Από 27-06-2012 έως 26-06-2013 εργάστηκα στην Κ.Υ.ΕΚΑΒ ως επιμελητής β στην επείγουσα προνοσοκομειακή φροντίδα με 12μηνη σύμβαση ιδιωτικού δικαίου ορισμένου χρόνου.

Πρώτευσα στις εξετάσεις της Ορθοπαιδικής και Τραυματολογικής Εταιρείας Μακεδονίας-Θράκης, οι οποίες διεξήχθησαν στις 26-04-2013 στη Θεσσαλονίκη, λαμβάνοντας βραβείο την υποτροφία από την Οργανωτική επιτροπή του 32^o Ο.Τ.Ε.ΜΑ.Θ στις 10-05-13.

Στις 08/ 11-05-2013 συμμετείχα στο 32^o Συνέδριο Ορθοπαιδικής και Τραυματολογικής Εταιρείας Βορείου Ελλάδος (Ο.Τ.Ε.ΜΑ.Θ) ως ομιλητής, με διαλέξεις Οστικές Μορφογενετικές Πρωτεΐνες (BMPs) και Οστεοπόρωση και The Clinical Characteristics and Risk Factors for the Adjacent Segment Degeneration in Instrumented Lumbar spine.

Από τον Οκτώβριο του 2013 διατηρώ Ιατρείο.

Έλαβα το πτυχίο από την επιτροπή Eurospine , παρακολουθώντας τα πέντε modules, που απαιτούνται για την γνώση της χειρουργικής της σπονδυλικής στήλης .

Ατομικές δεξιότητες και ικανότητες:

Ελληνική, Αγγλική, Σερβική Γλώσσα.

Δεξιότητες πληροφορικής:

Πιστοποιητικό CORE LEVEL(E.C.D.L & A.C.T.A)

ΕΠΑΙΝΟΣ:

Πρώτευσα στις εξετάσεις της Ορθοπαιδικής και Τραυματολογικής Εταιρείας Μακεδονίας-Θράκης, οι οποίες διεξήχθησαν στις 26-04-2013 στη

Θεσσαλονίκη, λαμβάνοντας βραβείο την υποτροφία από την Οργανωτική Επιτροπή του 32^ο Ο.Τ.Ε.ΜΑ.Θ στις 10-05-13.

ΔΙΑΛΕΞΕΙΣ:

32^ο Ετήσιο Συνέδριο Ορθοπαιδικής & Τραυματολογικής Εταιρείας Μακεδονίας – Θράκης(Ο.Τ.Ε.ΜΑ.Θ) 08-11/05/2013.

1. Οστικές Μορφογενετικές Πρωτεΐνες (BMPs) και Οστεοπόρωση.
2. The Clinical Characteristics and Risk Factors for the Adjacent Segment Degeneration in Instrumented Lumbar fusion (Τα κλινικά χαρακτηριστικά και παράγοντες κινδύνου από την εκφύλιση του παρακειμένου διαστήματος σε οσφυϊκή σπονδυλοδεσία με υλικά).

ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ:

Ετήσιο Συνέδριο Άκρου ποδός και ποδοκνημικής 02-04/06/2006.

1. Αποκατάσταση ρήξεων κνημοπερονιαίας συνδέσμωσης με σύστημα κομβίων και κνημοπερονιαίων ραμμάτων (Tight gore).
2. Αρθρόδεση ποδοκνημικής
3. Χειρουργική θεραπεία παρεκτοπισμένων ενδαρθρικών καταγμάτων πτέρνας.
4. Ποια η διαφορά στην λειτουργικότητα των ασθενών σε σχέση με την συντηρητική αντιμετώπιση?

Ετήσιο Συνέδριο Άκρου ποδός και Ποδοκνημικής 04-07/09/2008.

1. Κατάγματα αστραγάλου.

1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Σπονδυλικής Στήλης 20-23/09/2007.

1. Η χρήση του Halo Vest στις κακώσεις της αυχενικής μοίρας της σπονδυλικής στήλης.
2. Αντιμετώπιση της πλάγιας νωτιαίας στένωσης με χειρουργική αποσυμπίεση και μερική αρθρεκτομή. Είναι απαραίτητη η σπονδυλοδεσία?
3. Πρώιμες και όψιμες αιτίες αποτυχίας χειρουργικής της οσφυϊκής μοίρας σπονδυλικής στήλης για κήλη μεσοσπονδύλιου δίσκου και νωτιαία σπονδυλική στένωση.
4. Κοκκιωματώδης νόσος της σπονδυλικής στήλης. Παρουσίαση περιστατικού.
5. Ψευδομηνιγγοκήλη μετά από επαναληπτική χειρουργική ΟΜΣΣ.

35^ο Συμπόσιο Σπονδυλικής Στήλης Γιαννέστρας –Σμυρνης.

1. Η χρησιμότητα των προεγχειρητικών ακτινογραφιών ΑΜΣΣ σε ασθενείς με ρευματοειδή αρθρίτιδα που υπεβλήθησαν σε ολική αρθροπλαστική ισχίου και γόνατος.
2. Τα κλινικά χαρακτηριστικά και οι παράγοντες κινδύνου από την εκφύλιση του παρακειμένου τμήματος στην οσφυϊκή αρθροδεσία.

62^ο Πανελλήνιο Ορθοπαιδικό Συνέδριο.

1. Η αποκατάσταση της παράλυσης των μυών του θέναρος με τενοντομεταφορά του επιπολής καμπτήρα στον βραχύ απαγωγό τένοντα του αντίχειρα.

Κοινό Ετήσιο Συνέδριο Χειρουργικής Χεριού και Άνω Άκρου 06-10/09/2006.

2. Θεραπεία των καταγμάτων περιφερικού άκρου κερκίδας με συμπίεστική πλάκα και αυτοκλειδούμενες βίδες.
3. Έμμοσχο οστικό μόσχευμα από την κερκίδα για θεραπεία της νόσου του Kienbock.
4. Η χρήση κλειδούμενων πλακών συμπίεσης για την εσωτερική οστεοσύνθεση κατάγματος του εγγύς βραχιονίου.
5. Χειρουργικός καθαρισμός εκφυλισμένων σημείων έκφυσης εκτεινόντων τενόντων και τρυπανισμός του έξω επικονδύλου σε έξω επικονδυλίτιδα .

FESSH Athens 2007

XII Congress 27-30/06.2007.

1. Distal Humerus Intraarticular Fractures in patients older than age 65.
2. Comminuted fractures of the radial head. What should we do?
3. Salvage of sensation in mangled fingers by nerve tube reconstruction.
4. Dorsal Radiocarpal subluxation .

Do we underestimate the extent of injuries?

8th EFORT Congress Italy 11-15/05/2007.

1. Surgical release of post-traumatic elbow contracture.
2. Combined surgical approaches for complex distal radius fractures.
3. Abductor digiti minimi flap in recurrent carpal tunnel syndrome.

31^ο Ετήσιο Συνέδριο Ορθοπαιδικής & Τραυματολογικής Εταιρείας Μακεδονίας – Θράκης(Ο.Τ.Ε.ΜΑ.Θ) 19-21/04/2012.

1. Σύνθετα κατάγματα του κάτω πέρατος της κερκίδας-Επιλογές θεραπείας.

32^ο Ετήσιο Συνέδριο Ορθοπαιδικής & Τραυματολογικής Εταιρείας Μακεδονίας – Θράκης(Ο.Τ.Ε.ΜΑ.Θ) 08-11/05/2013.

2. Μακροχρόνια αποτελέσματα αντιμετώπισης παρεκτοπισμένων καταγμάτων του αστραγάλου.
3. Κατάγματα αμφοτέρων των κονδύλων του κνημιαίου plateau. Αντιμετώπιση με οπίσθια και έξω πλάκα.

4. ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΨΕΥΔΑΡΘΡΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΚΑΤΩ ΠΕΡΑΤΟΣ ΤΟΥ ΒΡΑΧΙΟΝΙΟΥ.
5. Διπλή προσπέλαση για την αντιμετώπιση σύνθετων καταγμάτων του περιφερικού άκρου της κερκίδας .
6. Ανοιχτή ανάταξη και εσωτερική οστεοσύνθεση καταγμάτων κεφαλής κερκίδας . Εκτίμηση των αποτελεσμάτων.
7. ΥΠΕΞΑΡΘΗΜΑ ΤΟΥ ΚΑΡΠΟΥ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΟΣΤΕΟΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΤΑΓΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΟΥ ΑΚΡΟΥ ΤΗΣ ΚΕΡΚΙΔΑΣ.

POSTERS:

62^ο Πανελλήνιο Ορθοπαιδικό Συνέδριο.

1. Διαχωρισμός κυπελλίου από την κεφαλή της μηριαίας πρόθεσης σε οπίσθιο εξάρθρωμα διπολικής ημιαρθροπλαστικής ισχίου.

Ετήσιο Συνέδριο Άκρου ποδός και Ποδοκνημικής 04-07/09/2008

2. Τυχαία ανεύρεση υμενίτιδας από σιλικόνη σε δύσκαμπτο μεγάλο δάκτυλο μετά από άγνωστη προ 14ετίας προηγηθείσα ημιαρθροπλαστική σιλικόνης.
3. Γιγαντοκυτταρικός όγκος επίφυσης δεξιάς κνήμης.

32^ο Ετήσιο Συνέδριο Ορθοπαιδικής & Τραυματολογικής Εταιρείας Μακεδονίας – Θράκης(Ο.Τ.Ε.ΜΑ.Θ) 08-11/05/2013

1. Ψευδομηνιγγοκήλη μετά από επαναληπτική χειρουργική ΟΜΣΣ.

34^ο Ετήσιο Συνέδριο Ορθοπαιδικής & Τραυματολογικής Εταιρείας Μακεδονίας – Θράκης(Ο.Τ.Ε.ΜΑ.Θ) 05/2015

1. Σπονδυλοδισκίτιδα. Διενέργεια βιοψίας αποστήματος μεσοσπονδυλίου δίσκου Θ9-Θ10 σε αγόρι 15 ετών.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω την βαθιά ευγνωμοσύνη και εκτίμησή μου στον επιβλέποντα καθηγητή κ. Παπαϊωάννου, αναπληρωτή καθηγητή Ιατρικής σχολής πανεπιστημίου Αθηνών, για την εμπιστοσύνη, τη συνεχή υποστήριξη και ενθάρρυνση για την περάτωση αυτής της εργασίας. Ήμουν εξαιρετικά τυχερός ,αφού χωρίς την συμπαράσταση, υποστήριξη, εμπιστοσύνη και άψογη συνεργασία μαζί του, θα μου ήταν δύσκολο να ολοκληρωθεί αυτή η μεταπτυχιακή εργασία, δεδομένου της απόστασης, λόγω ιατρείου το οποίο διατηρώ στην επαρχία, καθώς και του φόρτου της καθημερινής εργασίας στο λειτούργημα το οποίο διατελούμε. Επίσης ευχαριστώ τον επίτιμο καθηγητή κ. Λυρίτη για την ευκαιρία να συμμετάσχω στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών «Μεταβολικά νοσήματα των οστών».

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, τους γονείς μου για την ακούραστη βοήθειά τους και κατανόηση, τα αδέρφια μου, τα ανίψια μου.

Με εκτίμηση.

| | |
|--|----|
| Περιεχόμενα | |
| Βιογραφικό σημείωμα | 2 |
| Περιεχόμενα | 8 |
| Περίληψη | 9 |
| Πρόλογος | 15 |
| Εισαγωγή | 16 |
| Κεφάλαιο 1 | |
| 1.1 Ανατομία σπονδυλικής στήλης. | 17 |
| 1.2 Οι Σπόνδυλοι | 18 |
| 1.3 Μεσοσπονδύλιος δίσκος | 23 |
| 1.4 Διατροφή και μεταβολισμός του μεσοσπονδυλίου δίσκου | 26 |
| Κεφάλαιο 2 | |
| 2.1 Εμβιομηχανική του μεσοσπονδυλίου δίσκου | 28 |
| 2.2 Κινησιολογία | 33 |
| 2.3 Κινηματική σπονδυλικής μονάδας (FSU) | 33 |
| 2.4 Μηχανική φόρτιση και τραυματισμός | 35 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 | |
| 3.1 Παθοφυσιολογία εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου | 40 |
| 3.2 Μηχανισμοί εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου | 44 |
| 3.2.1 Παράγοντες εκφύλισης | 44 |
| Κεφάλαιο 4 | |
| Απεικονιστικός έλεγχος | |
| 4.1 Ακτινογραφίες | 46 |
| 4.2 CT Μυελογραφία | 46 |
| 4.3 CT Αξονική τομογραφία | 46 |
| 4.4 Δισκογράφημα | 47 |
| 4.5 MRI απεικόνιση σε δισκική εκφύλιση | 48 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 | |
| 5.1 Κλινικές εκδηλώσεις εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου | 50 |
| 5.1.1 Χαμηλή Οσφυαλγία (Low back pain) | 50 |
| 5.1.2 Δισκοκήλη (disc herniation) | 52 |
| 5.1.3 Η σπονδυλική στένωση (spinal stenosis) | 52 |
| 5.1.4 Σύνδρομο (πρωτοπαθούς) μηχανικής αστάθειας σπονδυλικής μονάδας | 53 |
| 5.1.5 Σπονδυλολίση | 53 |
| 5.1.6 Σύνδρομο οπισθίων αποφυσιακών αρθρώσεων (Facet) | 54 |
| 5.1.7 Στένωση των αρθρώσεων του Luschka | 54 |
| 5.1.8 Εκφύλιση και Οστεοπόρωση | 55 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 | |
| 6.1 Σύγχρονες τεχνικές αντιμετώπισης του εκφυλισμένου δίσκου | 60 |
| 6.2 Χρήση ενέσιμης γέλης | 60 |
| 6.3 Δισκεκτομή | 62 |
| 6.4 Οπίσθια διαυχενική σπονδυλοδεσία | 63 |
| 6.5 Μεσοσπονδύλιοι κλωβοί | 63 |
| 6.6 Τεχνητός μεσοσπονδύλιος δίσκος | 64 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 | |
| 7.1 Συμπεράσματα | 66 |

Περίληψη

Η Σπονδυλική στήλη εμφανίζει ένα ευρύ φάσμα κινήσεων κάμψης, έκτασης και στροφής. Η δυνατότητα αυτή, οφείλεται στις ιδιότητες των μεσοσπονδυλίων δίσκων που διαθέτουν, όπως ελαστικότητα, απορρόφηση ενέργειας, ανακατανομή των φορτίων που ασκούνται στη σπονδυλική στήλη.

Οι ιδιότητες αυτές με τη σειρά τους, οφείλονται στη δομή του δίσκου, τη λειτουργική του κατασκευή και την εμβιομηχανική του ικανότητα.

Ο μεσοσπονδύλιος δίσκος παίζει σημαντικό ρόλο στη μηχανική λειτουργία της σπονδυλικής στήλης, επιτρέποντας την απορρόφηση και την κατανομή των φορτίων όπου κατανέμονται κατά τη φόρτιση και κίνηση της σπονδυλικής στήλης.

Οι 23 μεσοσπονδύλιοι δίσκοι οι οποίοι απαρτίζουν τη σπονδυλική στήλη, αυξάνουν σε ύψος και διάμετρο κατά την διάρκεια της σκελετικής ανάπτυξης, με κατεύθυνση από την αυχενική στη οσφυϊκή μοίρα.

Οι δυνάμεις που ασκούνται στο μεσοσπονδύλιο δίσκο μπορεί να είναι είτε:

- Συμπιεστικές (πτώση εξ ιδίου ύψους ή από ύψος, τροχαία ατυχήματα).
- Διατατικές (κάμψη, έκταση, στροφή).
- Διαμητικές (αξονική περιστροφή).
- Συνδυασμός δυνάμεων.

Κατανοώντας την εμβιομηχανική του μεσοσπονδυλίου δίσκου, τα ιστοικά στοιχεία τα οποία απαρτίζουν το δίσκο είναι, ο εξωτερικός ινώδης δακτύλιος (Annulus Fibrosus), ο εσωτερικός ινώδης δακτύλιος, ο πηκτοειδής πυρήνας (Nucleus Pulposus) και οι τελικές χόνδρινες πλάκες (Cartilaginous Endplate).

Ο εξωτερικός ινώδης δακτύλιος σχηματίζεται από πυκνά ινώδη πετάλια, που αποτελούνται από κολλαγόνο τύπου I και είναι συνήθως ινοβλάστες ή ινοκύτταρα.

Ο εσωτερικός ινώδης δακτύλιος σχηματίζεται από ινοχόνδρινα πετάλια, που αποτελούνται από κολλαγόνο τύπου II και είναι χονδροκύτταρα.

Ο πηκτοειδής πυρήνας πλούσιος σε πρωτεογλυκάνες, αρχικά αποτελείται από κύτταρα νωτιαίας χορδής, ενώ κατά την διάρκεια της σκελετικής ανάπτυξης παρατηρούνται χονδροκύτταρα.

Η εξωτερική επιφάνεια του ινώδη δακτυλίου αποτελείται από νευρικές απολήξεις, οι οποίες προσδίδουν άλγος, μέσω μηχανουποδοχέων, κατόπιν μηχανικού ερεθισμού ή οπίσθιας προβολής ή ρήξεως του δακτυλίου.

Η αιμάτωση του ινώδους δακτυλίου είναι περιορισμένη και εκτελείται μόνο στη περιφέρεια από αιμοφόρα αγγεία, ενώ μειώνεται με το πέρασμα της ηλικίας μετά την διάρκεια της 3^{ης} δεκαετίας.

Από τον ινώδη δακτύλιο εξέρχονται ινίδια κολλαγόνου τα οποία εισέρχονται στους σπόνδυλους, προσδίδοντας σταθερότητα στην σπονδυλική στήλη.

Ο εξωτερικός ινώδης δακτύλιος αντιστέκεται στις διατατικές δυνάμεις δημιουργώντας έναν υδροστατικό φραγμό, περιορίζοντας την παραμόρφωση κατά την διάρκεια της αξονικής συμπίεσης. Έτσι οι δίσκοι υφίστανται παρατεταμένη παραμόρφωση (bulging), λόγω εξόδου νερού από το δίσκο, ενώ κατά τη διάρκεια αποφόρτισης, για παράδειγμα κατά την διάρκεια του ύπνου, το ύψος του δίσκου επανέρχεται στα φυσιολογικά επίπεδα, λόγω επιστροφής του νερού στο δίσκο (οφείλεται στην ωσμωτική πίεση, στα αρνητικά ηλεκτρικά φορτία των πρωτεογλυκανών).

Ο εσωτερικός ινώδης δακτύλιος εξαιτίας της ινοχόνδρινης φύσης του, σε επαφή με το πηκτοειδή πυρήνα αυξάνουν την γλοιοελαστική ικανότητα του μεσοσπονδυλίου δίσκου.

Κολλαγόνο, πρωτεογλυκάνες και νερό, είναι τα κύρια δομικά συστατικά, ενώ παρατηρούνται διάφορες γλυκοπρωτεΐνες, ελαστίνη 2%, κύτταρα σε μικρότερη ποσότητα.

Το κολλαγόνο είναι κύριο δομικό συστατικό του μεσοσπονδυλίου δίσκου, το οποίο καθορίζει την δομική ακεραιότητα, προσδίδοντας το σχήμα και την ελαστικότητα στη σπονδυλική στήλη. Οι πρωτεογλυκάνες επίσης ως το άλλο κύριο συστατικό του δίσκου συνεισφέρει στην σκληρότητα, στην αντοχή στη συμπίεση, αυξάνοντας την γλοιοελαστικότητα. Έτσι λοιπόν η δομική ακεραιότητα του δίσκου και οι μηχανικές του ιδιότητες, βασίζονται στα μακρομόρια και την αλληλεπίδραση τους με το νερό, ενώ η δομή και λειτουργία διαφέρει, εξαρτώμενη από την περιοχή, το είδος, την ηλικία και την εκφύλιση.

Η δομή του ΜΔ αποτελείται:

- **Πηκτοειδή πυρήνα** ο οποίος φέρει χονδροκυτταρικό φαινότυπο, αποτελείται από άφθονη θεμέλια ουσία πλούσια σε πρωτεογλυκάνες, ενώ ανθίσταται σε συμπιεστικά φορτία, αναπτύσσοντας υψηλές υδροστατικές πιέσεις και τον
- **Ινώδη δακτύλιο** ο οποίος φέρει ινοβλαστικό φαινότυπο, με θεμέλια ουσία πλούσια σε κολλαγόνο, ενώ ανθίσταται σε φορτία ελκυσμού και διάτμησης, ελαχιστοποιώντας την παραμόρφωση και ελαττώνοντας τα φορτία κατά την διάρκεια αξονικής συμπίεσης, στροφικών φορτίσεων, οβελιαίας και πλάγιας κάμψης.

Γνωρίζοντας ότι η συμπίεση αποτελεί το κυρίαρχο είδος φόρτισης στη σπονδυλική στήλη, τρεις είναι οι παράγοντες αντοχής του μεσοσπονδυλίου δίσκου στις μηχανικές καταπονήσεις:

- η υδροστατική πίεση
- η ωσμωτική πίεση
- οι συνδέσεις κολλαγόνου-πρωτεογλυκανών

όπου αυτοί οι τρεις παράγοντες πρέπει να βρίσκονται σε συνέργεια, προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα φορτία της συμπίεσης.

Το μέγεθος συμπίεσης παίζει σπουδαίο ρόλο καθώς, η εφαρμογή υδροστατικής πίεσης σε «φυσιολογικά όρια» οδηγεί σε:

- Αύξηση των πρωτεογλυκανών
- Αύξηση των αναστολέων των Μεταλλοπρωτεϊνών MMP

ενώ υψηλές ή χαμηλές πιέσεις οδηγούν σε:

- Μείωση της παραγωγής πρωτεογλυκανών
- Αυξημένη κυτταρική απόπτωση ή κυτταρικό θάνατο.

Οι Broom and Marra το 1985, μελετώντας τη δομή του μεσοσπονδυλίου δίσκου κατέφυγαν σε ένα μοντέλο αλυσίδας μπαλονιών, προσπαθώντας να εξηγήσουν τη συμπεριφορά του δίσκου. Το μηχανικό μοντέλο προσπαθεί να εξηγήσει τις μηχανικές ιδιότητες του δίσκου με βάση την μακρομοριακή δομή του. Το μοντέλο αποτελείται από ένα στερεό δίκτυο (αντοχή στη διάταση) και από μπαλόνια με αέρα (αντοχή στην φόρτιση). Στο μεσοσπονδύλιο δίσκο το κολλαγόνο έχει τον ρόλο του σκελετού και οι πρωτεογλυκάνες το ρόλο του μπαλονιού. Οι φυσικές ιδιότητες του σκελετού σταθερότητα, συνδέσεις και ενώσεις καθώς και των μπαλονιών μέγεθος, τάση αέρα, καθορίζουν τις μηχανικές ιδιότητες του δίσκου.

Λίγο νωρίτερα ο Hay το 1982, μελετώντας τις ίνες κολλαγόνου, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι ίνες κολλαγόνου λειτουργούν σαν σχοινί, το οποίο είναι ισχυρό στην τάση, αλλά ασθενές στην συμπίεση. Επίσης συμπέρανε, ότι η φύση και κατασκευή του κολλαγόνου καθορίζουν την ακεραιότητα και τις σημαντικές ιδιότητες του δίσκου, ενώ η διάμετρος των ινών του κολλαγόνου και η συγκρότηση του δικτύου του κολλαγόνου, εξαρτώνται από το τύπο, την εντόπιση και την ηλικία.

Το μόριο του κολλαγόνου προέρχεται από το προκολλαγόνο και έχει δομή τριπλής έλικας αλυσίδων αμινοξέων, με περίπου 1000 αμινοξέα σε κάθε αλυσίδα, όπου κάθε τρίτο αμινοξύ στην τριάδα της αλυσίδας είναι πάντα γλυκίνη, ενώ τα άλλα δύο είναι προλίνη ή υδροξυπρολίνη.

Το άλλο κύριο μακρομοριακό συστατικό είναι οι πρωτεογλυκάνες οι οποίες αποτελούνται από αλυσίδες γλυκοζαμινογλυκανών και πρωτεϊνικό πυρήνα. Ο πυρήνας καταλήγει σε σφαιρικό σχηματισμό, όπου συνδέονται αλυσίδες υαλουρονικού οξέος HA, οι οποίες δεσμεύουν και διαμορφώνουν τα αθροίσματα πρωτεογλυκανών (PG).

Μελετώντας το μόριο των πρωτεογλυκανών η Jill Urban, διαπίστωσε ότι οι πρωτεογλυκάνες απορροφούν νερό και διαλύτες και σαν μπαλόνια φουσκώνουν το δίκτυο κολλαγόνου/ελαστίνης, ενώ ομάδες ηλεκτρικά φορτισμένων γλυκοζαμινογλυκανών προσφέρουν την ωσμωτική πίεση διόγκωσης στη σύσταση του δίσκου.

Η επιφυσιακή τελική πλάκα παίζει σπουδαίο ρόλο στη διατροφή του μεσοσπονδυλίου δίσκου καθώς λειτουργεί ως εκλεκτικός φραγμός διαπερατότητας στους διαλύτες (Selectively permeable barrier).

— **Διέρχονται:** Μικροί χωρίς φόρτιση διαλύτες, O₂, αμινοξέα, νερό.

— **Αποκλείονται μερικώς :** Ανιόντα και μόρια με μεγάλο μοριακό βάρος.

Η ασβεστοποίηση της τελικής πλάκας λειτουργεί σαν ένας σημαντικός φραγμός στην μεταφορά ουσιών, ενώ με την πρόοδο της ηλικίας λεπτύνεται και ασβεστοποιείται με άγνωστους μηχανισμούς. Η επιφυσιακή τελική πλάκα φαίνεται να παίζει ρόλο στη μηχανική ιδιότητα του δίσκου, όπου με την μεγάλη διαπερατότητα, επιτρέπει μεγαλύτερη διάχυση νερού και διατροφικών στοιχείων, καθώς και αποβολή αποβλήτων.⁸ Οποιαδήποτε διαφοροποίηση και μεταβολή στα συστατικά του δίσκου, μεταβάλλουν τη μηχανική του αντοχή.

Ο μεσοσπονδύλιος δίσκος είναι ο μεγαλύτερος ανάγγειος ιστός του ανθρώπινου οργανισμού. Η διατήρηση της ακεραιότητας εξαρτάται από την διατροφή του δίσκου. Τα απαραίτητα συστατικά θεωρούνται το οξυγόνο, η γλυκόζη, τα αμινοξέα, το θείο τα οποία χορηγούνται μέσω αιματικής παροχής. Στους ενήλικες δίσκους κάποια κύτταρα απέχουν 7-8 χιλ. από την πλησιέστερη αιματική παροχή, με αποτέλεσμα την ανεπαρκή αιμάτωσή του. Τα μεταβολικά απόβλητα αποβάλλονται με την αντίθετη οδό. Το διατροφικό περιβάλλον διαφέρει στον ινώδη δακτύλιο από τον πηκτοειδή πυρήνα, όσον αφορά το O₂ και PH.

Η διατροφή του δίσκου διεξάγεται μέσω της διάχυσης (diffusion). 2

Η διάχυση ολοκληρώνεται με δύο οδούς:

1. από την περιφέρεια που διαπερνά τον ινώδη δακτύλιο,
2. από τις παρακείμενες τελικές πλάκες μέσω τελικών αγγειακών απολήξεων.

Η θεμέλια ουσία συμμετέχει ως εκλεκτικός φραγμός διαπερατότητας, όπου παρατηρείται δυσκολία εισόδου μεγάλων μορίων, όπως αυξητικοί

παράγοντες, αναστολείς πρωτεΐνας, ενώ είναι πιο εύκολη η είσοδος στον ινώδη δακτύλιο.

Υπολογίζεται ότι ο συντελεστής διάχυσης θρεπτικών ουσιών κυμαίνεται περίπου στο 40-50% σε ελεύθερο διάλυμα.

Η μεταφορά μέσω υγρών (Convection) ολοκληρώνεται βασιζόμενη στον ημερήσιο κύκλο του δίσκου με :

- απώλεια και επανάκτηση περίπου 25% των υγρών,
- τα κύτταρα βασίζονται για την πρόσληψη απαραίτητων ουσιών (O₂, Γλυκόζη) περισσότερο στην διάχυση παρά στην μεταφορά (Convection),

ενώ κατά την διάρκεια της ημέρας παρατηρείται μεταφορά από μέσα προς τα έξω στον μεσοσπονδύλιο δίσκο, με αποτέλεσμα την μείωση των κυττάρων της θεμέλιας ουσίας.

Με την πρόοδο της ηλικίας επέρχονται μεταβολές στη δομή, τη σύνθεση, το σχήμα, το μέγεθος του μεσοσπονδύλιου δίσκου, οι οποίες επηρεάζουν τη σταθερότητα και συνεπώς την εμβιομηχανική της σπονδυλικής στήλης. 4

Οι μεσοσπονδύλιοι δίσκοι υφίστανται μεταβολές ως αποτέλεσμα γήρανσης, αλλά ο βαθμός και η έκταση ποικίλει τόσο μεταξύ τους, όσο και μεταξύ των ατόμων.

Μελέτες επιβεβαιώνουν την εκφύλιση μεσοσπονδύλιου δίσκου μετά την τρίτη δεκαετία ζωής. 3

Άμεσα μετά τη γέννηση αυξάνεται η διάμετρος και το ύψος του μεσοσπονδύλιου δίσκου σε συνδυασμό με την ανάπτυξη του ατόμου. Κατά την διάρκεια της σκελετικής ανάπτυξης ο δισκικός όγκος αυξάνει, με αποτέλεσμα τα αγγεία του ινώδους δακτυλίου και των τελικών πλακών να μειώνονται σε αριθμό και σε μέγεθος, ενώ ο αριθμός των κυττάρων νωτιαίας χορδής ελαττώνονται. Στη συνέχεια πολλά από τα περιφερικά αιμοφόρα αγγεία εξαφανίζονται, ενώ ο ινώδης δακτύλιος επεκτείνεται σε βάρος του πηκτοειδούς πυρήνα. Τέλος αναπτύσσεται μυξωματώδης εκφύλιση με ρήξεις και σχισμές στο δίσκο, που επεκτείνονται από περιφερικά στα κεντρικά τμήματα του δίσκου.

Όμως αλλαγές στη σύνθεση και δομή του δίσκου προηγούνται των αλλαγών της αδρής μορφολογίας του. Αλλαγές στο μέγεθος του δίσκου, τη σύνθεση, την αιματική παροχή, τη συγκέντρωση πρωτεογλυκανών και ύδατος προηγούνται κατά την ανάπτυξη του ατόμου, πολύ πριν την εμφάνιση της εκφύλισης του δίσκου. Οι σημαντικότερες αλλαγές συμβαίνουν στον πηκτοειδή πυρήνα, όπου η συγκέντρωση των πρωτεογλυκανών και ύδατος μειώνονται σε συνδυασμό με την ελάττωση του αριθμού των βιώσιμων κυττάρων της θεμέλιας ουσίας. 5,6

Η εκφύλιση του μεσοσπονδύλιου δίσκου, συνεπάγεται μείωση του ύψους του, μείωση της ελαστικότητας του, σκλήρυνση του δικτύου των κολλαγόνων ινών.

Η δισκική εκφύλιση ταξινομείται κατά Thompson's Classification 1990 σύμφωνα με την μελέτη σε πέντε στάδια (grade).

Η ταξινόμηση συνίσταται σε :

- αποτυχία κυτταρικής δραστηριότητας
- κύτταρα μη περαιτέρω ικανά να διατηρήσουν την θεμέλια ουσία
- η θεμέλια ουσία χάνει την οργάνωση
- η εκφύλιση των μακρομορίων
- απόπτωση και κυτταρικός θάνατος

Πιθανοί μηχανισμοί εκφύλισης θεωρούνται, η μείωση της θρέψης των κυττάρων, η μείωση της συγκέντρωσης βιώσιμων κυττάρων, η μείωση της θεμέλιας ουσίας, η γήρανση των κυττάρων, η συγκέντρωση μακρομορίων από τη διάσπαση της θεμέλιας ουσίας, η μηχανική αποτυχία της θεμέλιας ουσίας.

Η εκφύλιση του μεσοσπονδυλίου δίσκου, είναι πολύ παραγοντικός μηχανισμός με επιβαρυντικούς γενετικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες.

Σήμερα αρκετοί παράγοντες ενοχοποιούνται για την εκφύλιση του μεσοσπονδυλίου δίσκου, όπως η αύξηση του σωματικού βάρους, το φύλο, η ηλικία, η αναστήκωση βαρέων αντικειμένων, η επίδραση του καπνίσματος, η κατανάλωση οινοπνεύματος, η έντονη φυσική δραστηριότητα και άθληση, οι κραδασμοί, η οδήγηση.

Στην αύξηση της ηλικίας ο Miller και οι συνεργάτες του, σε μελέτη 600 autopsy specimens, διαπίστωσαν συσχέτιση μεταξύ της αύξησης της ηλικίας και της εκφύλισης του δίσκου, μετά από την ηλικία των 50 ετών σε ποσοστό 95%, ενώ το ποσοστό εκφύλισης στις γυναίκες εμφανιζότανε 10 έτη αργότερα σε σχέση με τους άντρες. Με την αύξηση της ηλικίας τα αιμοφόρα αγγεία των τελικών πλακών μειώνονται και τελικά εξαφανίζονται κατά την 3^η δεκαετία της ζωής.

Στο κάπνισμα ο ρόλος της νικοτίνης εντοπίζεται στις αγγειακές δέσμες των τελικών επιφυσιακών πλακών, μέσω των οποίων γίνεται η αιματική παροχή.

Με την αύξηση δραστηριότητας – άθλησης, η επίδραση της άσκησης είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων καθώς η αυξημένη κατανάλωση O₂ που απαιτείται, είναι ανάλογη με τη συχνότητα, τη διάρκεια, τη δυσκολία και την ηλικία έναρξης.

Κατά την ανύψωση βάρους, η άρση βαρέων αντικειμένων αυξάνει την ενδοδισκική και ενδοκοιλιακή πίεση, αυξάνοντας τον κίνδυνο εκφύλισης και πρόκλησης κήλης μεσοσπονδυλίου δίσκου.

Κλινικές επιπτώσεις εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου αποτελούν: Η εκφυλιστική δισκική νόσος σαν αιτία χαμηλής οσφυαλγίας (Low back pain), η οποία συχνά συναντάται ως οξεία ή χρόνια (εμμένουσα) στη κλινική πράξη, ενώ αποτελεί το πιο κοινό πρόβλημα υγείας σε άτομα 20-50 ετών σε 95%. Η προέλευση του άλγους μερικές φορές παραμένει δυσεπίλυτη, ενώ ο μεσοσπονδύλιος δίσκος θα οδηγήσει τον ασθενή σε οσφυαλγία έμμεσα μέσω της εκφύλισης.

Πιθανοί αιτιολογικοί παράγοντες είναι οι μεταβολές του δίσκου, οι οποίοι ενεργοποιούν μεσολαβητές φλεγμονής (προσταγλανδινών, TNFα, κυτταροκινών, λευκοτριενών, NO, ουσίας P, A2 φωσφολιπάσης), ερεθίζοντας τις τελικές νευρικές απολήξεις, με αποτέλεσμα την πρόκληση οσφυαλγίας.

Αποτέλεσμα εκφύλισης του δίσκου είναι η δισκοκήλη η οποία είναι η μερική ή πλήρης ρήξη του ινώδους δακτυλίου με παρεκτόπιση του πυρηνικού υλικού. Αρχικά δημιουργείται η προβολή του δίσκου (bulging) μέσω του ινώδους δακτυλίου, ενώ η πλήρης ρήξη ονομάζεται πρόπτωση (protrusion) και στην συνέχεια εξώθηση (extrusion) του πηκτοειδούς πυρήνα. Η πρόπτωση των οσφυϊκών μεσοσπονδυλίων δίσκων συμβαίνει στο 90% των περιπτώσεων στα επίπεδα O4-O5 και O-11 της οσφυϊκής μοίρας.

Η σπονδυλική στένωση θεωρείται η κύρια αιτία χρόνιας εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου, με συνοδό νευρολογική σημειολογία διαλείπουσας χωλότητας.

Είναι αποτέλεσμα ελάττωσης του ύψους του δίσκου και οπίσθιας πρόπτωσης του πηκτοειδούς πυρήνα, η οποία οδηγεί σε αύξηση των φορτίων, τα οποία διέρχονται μέσω των οπίσθιων μεσοσπονδυλίων διαρθρώσεων, με αποτέλεσμα την αντισταθμιστική ανάπτυξη οστεοφύτων, την υπερτροφία των τρημάτων και τον περιορισμό του εύρους του σπονδυλικού σωλήνα.

Το **Σύνδρομο (πρωτοπαθούς) μηχανικής αστάθειας σπονδυλικής μονάδας** αποτελεί αιτία εκφύλισης του δίσκου και διακρίνεται κυρίως σε προσθιοπίσθια αστάθεια και στροφική.

Τα αίτια είναι:

- το χαμηλό ύψος του δίσκου
- η χαλάρωση των facet
- η εκτεταμένη πεταλεκτομή, η σπονδυλολίση σαν δευτεροπαθή αιτία.

Το Σύνδρομο **οπισθίων αποφυσιακών αρθρώσεων (Facet)**, είναι η αρθροπάθεια των ζυγοαποφυσιακών αρθρώσεων, ενώ θεωρείται σοβαρό αίτιο πόνου που αντιπροσωπεύει το 15-20% των οσφυαλγιών. Δεν διαπιστώνονται ριζιτικά συμπτώματα. Ο ασθενής εμφανίζει ευαισθησία κατά την πίεση πάνω από τις ζυγοαποφυσιακές αρθρώσεις και πόνο στην έκταση της οσφύος σε συνδυασμό με πλάγια κάμψη.

Σύμφωνα με μελέτη του καθηγητή Χατζηπαύλου, η εκφύλιση του μεσοσπονδυλίου δίσκου είναι ηλικιακά εξαρτώμενη και κυτταρικά ρυθμιζόμενη μοριακή καταβολική διεργασία. Γενετικά επηρεαζόμενη, αλλά επιταχυνόμενη από διατροφικούς και μηχανικούς παράγοντες και δευτεροπαθώς από τοξικές ή μεταβολικές επιδράσεις.

Με την αύξηση της ηλικίας μελέτες έχουν επισημάνει, ότι η αποδιοργάνωση του μεσοσπονδυλίου δίσκου σχετίζεται με την αρχιτεκτονική των δοκίδων του σπογγώδους οστού των σπονδυλικών σωμάτων ιδιαίτερα της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης.

Πρόσφατη μελέτη παρουσίασε ότι η εκφύλιση του μεσοσπονδυλίου δίσκου μπορεί να αποτελέσει προδιάθεση για πρόσθια σπονδυλικά κατάγματα (συμπιεστικά) στη θωρακική μοίρα της σπονδυλικής στήλης. Η σπονδυλική παραμόρφωση στη συνέχεια αποτελεί αιτία πόνου και αναπηρίας σε ηλικιωμένα άτομα. Τέτοια κατάγματα εξηγούνται υπό όρους από συστηματικούς παράγοντες, ότι επηρεάζουν την οστική πυκνότητα (BMD) σε ηλικιωμένα άτομα, εξαιτίας της μειωμένης συγκέντρωσης κυκλοφορούντων ορμονών και μειωμένης σωματικής δραστηριότητας.

Η αντιμετώπιση της οσφυαλγίας σήμερα, εκτελείται κατόπιν επεμβατικών μεθόδων, όπως έγχυση αυξητικών παραγόντων (growth factors) σε θεραπευτικές δόσεις εντός του δίσκου, η κυτταρική μεταμόσχευση (Cell transplantation), η γονιδιακή θεραπεία (Gene therapy), η δισκοπλαστική (Discogel), την αντικατάσταση του δίσκου με τεχνητό, την τοποθέτηση μεσοσπονδυλίων κλωβών, τη διενέργεια σπονδυλοδεσίας.

Η έγχυση εντός του πηκτοειδούς πυρήνα του μεσοσπονδυλίου δίσκου, υαλουρονικού και ελαστίνης (Discogel), ασκεί ωσμωτική και υδρόφιλη δράση, απορροφώντας σταδιακά υγρό υλικό της προβολής της κήλης από την περιφέρεια προς το κέντρο του πυρήνα. Παράλληλα ακολουθώντας τις ρωγμές του ινώδους δακτυλίου τις σφραγίζει και αποτρέπει την έξοδο φλεγμονωδών ουσιών, ενώ ενισχύει τη δομή του πηκτοειδούς πυρήνα.

Πρόλογος

Η Πτυχιακή αυτή εργασία έχει ως στόχο τόσο την μελέτη, όσο και την περιγραφή των μηχανισμών και επιπτώσεων εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου. Η σπονδυλική στήλη αποτελεί το βασικό τμήμα του αξονικού σκελετικού συστήματος, καθώς προστατεύει το νωτιαίο μυελό, υποστηρίζει το βάρος του κορμού, παρέχει τη στάση σώματος και ένα μερικώς άκαμπτο και εύκαμπτο άξονα για τον κορμό σώματος.

Η σπονδυλική στήλη εμφανίζει ένα ευρύ φάσμα κινήσεων κάμψης, έκτασης και στροφής. Η δυνατότητα αυτή, οφείλεται στις ιδιότητες των μεσοσπονδυλίων δίσκων που διαθέτουν, όπως ελαστικότητα, απορρόφηση ενέργειας, ανακατανομή των φορτίων που ασκούνται στη σπονδυλική στήλη.

Οι ιδιότητες του μεσοσπονδυλίου δίσκου οφείλονται στη δομή του, την λειτουργική του κατασκευή και την εμβιομηχανική του ικανότητα.

Ο μεσοσπονδύλιος δίσκος παίζει σημαντικό ρόλο στη μηχανική λειτουργία της σπονδυλικής στήλης, απορροφώντας πιέσεις, κατανέμοντας φορτία κατά την φόρτιση και κίνηση της σπονδυλικής στήλης.

Η εκφύλιση του μεσοσπονδυλίου δίσκου είναι πολύ παραγοντικός μηχανισμός, με επιβαρυντικούς, γενετικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η επίπτωση της εκφύλισης φαίνεται να αυξάνει με την διαδικασία της γήρανσης.

Η εκφύλιση του δίσκου θα γίνει εμφανής με την πρόοδο της ηλικίας με την μορφή κατασκευαστικών αλλαγών, παρατηρώντας αυξημένη αποδιοργάνωση στο δισκικό υλικό, συνάμα με έκπτωση της ποιότητας της αρχιτεκτονικής δομής του σπογγώδους σπονδυλικού σώματος. 18

Η εκφυλιστική νόσος περιλαμβάνει τόσο την εκφύλιση των μεσοσπονδυλίων δίσκων, όσο και των σπονδυλικών σωμάτων(εμφανείς αλλαγές Modic). Η εκφυλιστική δισκική νόσος (Intervertebral disc disease) είναι συχνότερη στις μεγαλύτερες ηλικίες, με ποσοστό περίπου στο 95% στην περιοχή της οσφυϊκής μοίρας σε άτομα ηλικίας περίπου 50 ετών και εμφανίζεται ιδιαίτερα στα χαμηλότερα οσφυϊκά επίπεδα. Αν και ο συσχετισμός μεταξύ εκφύλισης του δίσκου και δισκικού πόνου δεν είναι ακριβής, τα ποσοστά στο Ηνωμένο Βασίλειο κυμαίνονται από 12% έως 35% και από αυτούς τους ασθενείς περίπου 10% εμφανίζουν χρόνια πόνο και ανικανότητα 26.

Με τη γήρανση του πληθυσμού των Ηνωμένων πολιτειών να αυξάνεται, η επίπτωση και η επικράτηση του πόνου, η οποία σχετίζεται με την εκφύλιση του δίσκου, αναμφισβήτητα θα αυξηθεί με οικονομικό αντίκτυπο για την κοινωνία. Ο εκφυλιστικός καταρράκτης μπορεί να οδηγήσει σε ασθένειες όπως οσφυαλγία, κήλη μεσοσπονδυλίου δίσκου, σπονδυλική στένωση, σπονδυλόλυση - σπονδυλολίσθηση, οστεοπόρωση.

Η παρούσα εργασία στοχεύει να παρέχει την ανασκόπηση της ανατομίας της σπονδυλικής στήλης (σπονδύλου και μεσοσπονδυλίου δίσκου), την εμβιομηχανική κατανόηση της σπονδυλικής στήλης, η οποία σχετίζεται άμεσα με τους μηχανισμούς και τις επιπτώσεις εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου, την παθοφυσιολογία της δισκικής εκφύλισης η οποία αυξάνεται με τη γήρανση, τους μηχανισμούς οι οποίοι ενοχοποιούνται για την εκφύλιση του μεσοσπονδυλίου δίσκου, τις επιπτώσεις που προκύπτουν στον ανθρώπινο πληθυσμό και την αντιμετώπιση που προτείνεται στον καταρράκτη της εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου.

Εισαγωγή

Η σπονδυλική στήλη λειτουργεί ως άξονας στήριξης του ανθρώπινου σκελετού, διατηρώντας την ευκαμψία κινήσεων κάμψης, έκτασης και στροφής, απορροφώντας τους κραδασμούς, κατανέμοντας τα φορτία βάρους. Η ικανότητα αυτή οφείλεται στις ιδιότητες του υγιούς μεσοσπονδυλίου δίσκου, ο οποίος λειτουργεί ως «αμορτισέρ» στα συμπίεστικά φορτία του ανθρώπινου σκελετού, απορροφώντας ενέργεια, εξασφαλίζοντας σταθερότητα στην φόρτιση και κίνηση της σπονδυλικής στήλης. Με την πάροδο της ηλικίας οι μεσοσπονδυλίοι δίσκοι γηράσκουν, υφίστανται μεταβολές, δημιουργώντας αλλαγές στην εμβιομηχανική της σπονδυλικής στήλης. Ο βαθμός καταπόνησης επηρεάζει σημαντικά την μηχανική της σπονδυλικής στήλης, επιφέροντας μείωση του ύψους του δίσκου μακροσκοπικά, ελαττώνοντας την ελαστικότητά του, ως αποτέλεσμα αφυδάτωσης, η οποία ξεκινά από τον πηκτοειδή πυρήνα κεντρικά και επεκτείνεται περιφερικά στον ινώδη δακτύλιο. Στον πυρήνα παρατηρούνται μεταβολές στη θεμέλια ουσία με συνοδό μείωση της συγκέντρωσης των πρωτεογλυκανών, του νερού, ενώ παρατηρείται μυξωματώδης εκφύλιση του ινώδους δακτυλίου με συνοδό την ανάπτυξη ρήξεων και σχισμών, την δημιουργία προβολής, πρόπτωσης, κήλης μεσοσπονδυλίου δίσκου, την αποτιάνωση και σκλήρυνση της επιφυσιακής χόνδρινης πλάκας. Οι μεταβολές αυτές επιφέρουν την απώλεια της φυσιολογικής βιολογικής και μηχανικής λειτουργίας του δίσκου σε μία σπονδυλική μονάδα ως αποτέλεσμα εκφύλισης.

Η εκφύλιση του μεσοσπονδυλίου δίσκου είναι ένας πολύ παραγοντικός μηχανισμός και ενοχοποιούνται επιβαρυντικοί, γενετικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες. Οι εκφυλιστικές αλλαγές μπορούν να είναι αποτέλεσμα της φυσιολογικής διαδικασίας γήρανσης, αλλά και συνέπεια γενετικών παραγόντων, τραυματισμών και διαταραχών διατροφής του μεσοσπονδυλίου δίσκου, οπότε χαρακτηρίζονται ως παθολογική διαδικασία. Χαρακτηριστικά αυτής είναι: η συσσώρευση ιστικής βλάβης, η ανάδειξη φλεγμονωδών παραγόντων, ο ερεθισμός των νευρικών απολήξεων και ευαισθητοποίηση αλγοϋποδοχέων.⁵³ Επίσης ενοχοποιείται το κάπνισμα, η άρση βάρους, η καθημερινή δραστηριότητα, η άθληση, το σωματικό βάρος, ο σακχαρώδης διαβήτης.

Η εκφυλιστική δισκική νόσος εμφανίζεται σε μεγαλύτερες ηλικίες στην οσφυϊκή μοίρα, με μεγαλύτερη νοσηρότητα στο γυναικείο φύλο με το σύνδρομο της οσφυαλγίας. Η οσφυαλγία είναι μια από τις σημαντικότερες κοινωνικό-οικονομικές παθήσεις και ένα από τα σημαντικά θέματα υγείας σήμερα. Κατά μέσο όρο, θεωρείται ότι το 50-90% του ενήλικου πληθυσμού έπασχε ή πάσχει από οσφυαλγία. Εκτιμάται ότι το 28% του πληθυσμού θα έχει την εμπειρία της οσφυαλγίας μία φορά τουλάχιστον κατά τη διάρκεια της ζωής, το 14% θα έχει την εμπειρία επεισοδίων οσφυαλγίας που θα διαρκέσουν τουλάχιστον δύο εβδομάδες, ενώ το 8% του εργαζόμενου πληθυσμού θα έχει εμπειρία οσφυαλγίας μία φορά το χρόνο.⁵¹

Άλλες επιπτώσεις εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου είναι η προβολή, η πρόπτωση του ινώδους δακτυλίου, η εξώθηση του πυρήνα, το απόλυμα, με επακόλουθο την εμφάνιση κήλης μεσοσπονδυλίου δίσκου, η νωτιαία σπονδυλική στένωση, η σπονδυλόλυση-σπονδυλολίσηση, η μηχανική αστάθεια, η αρθροπάθεια των ζυγοαποφυσιακών αρθρώσεων (facet), η στένωση των αρθρώσεων του Luschka.

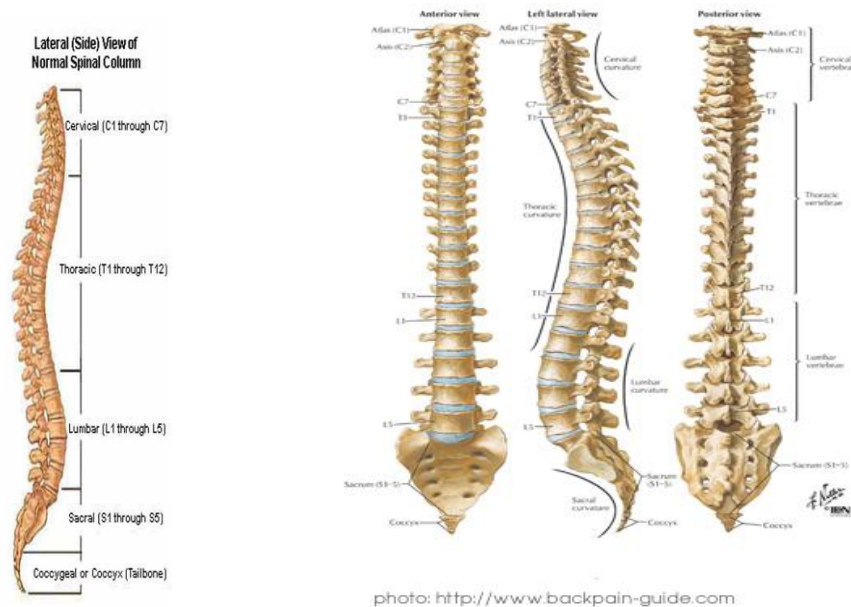
Κεφάλαιο 1

1.1 Ανατομία σπονδυλικής στήλης

Η σπονδυλική στήλη βρίσκεται στο μέσο του σκελετού και η χρησιμότητά της, είναι η σταθερότητα του κορμού και η προστασία του νωτιαίου μυελού και των νωτιαίων ριζών. Συγκροτείται από 33-34 οστά και διαιρείται σε πέντε μοίρες, την εύκαμπτη αυχενική και οσφυϊκή μοίρα και την άκαμπτη θωρακική, ιερή- κοκκυγική μοίρα .27

Στη οβελιαία όψη η σπονδυλική στήλη εμφανίζει φυσιολογικά κυρτώματα όπως:

- αυχενική λόρδωση περίπου 25° – 30° μοίρες,
- θωρακική κύφωση 30° – 35° μοίρες,
- οσφυϊκή λόρδωση 45° – 50° μοίρες.



ΕΙΚΟΝΑ 1.

Τα φυσιολογικά κυρτώματα της Σπονδυλικής Στήλης (Chevalier, J. M.1998).

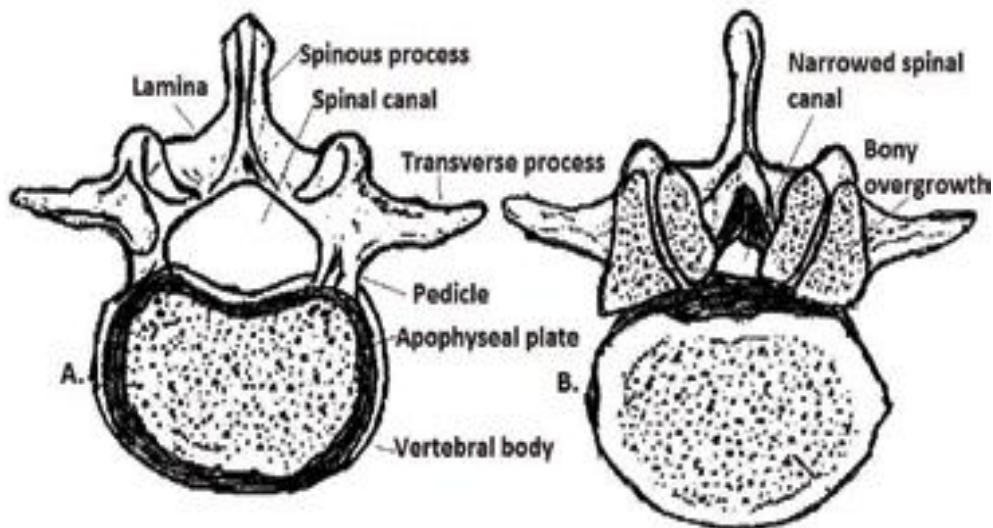
Αποτελείται από 7αυχενικούς, 12 θωρακικούς, 5 οσφυϊκούς, 5 ιερούς, 4-5κοκκυγικούς σπονδύλους. Οι αυχενικοί, οι θωρακικοί, οι οσφυϊκοί σπόνδυλοι είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους και ονομάζονται γνήσιοι σπόνδυλοι, ενώ οι ιεροί και οι κοκκυγικοί συνδέονται μεταξύ τους σχηματίζοντας το ιερό οστόν και τον κόκκυγα και ονομάζονται νοθοί σπόνδυλοι (εικόνα 1).

1.2 Οι Σπόνδυλοι

Το σώμα του σπονδύλου αποτελείται από σπογγώδες και φλοιώδες οστούν. Το σπογγώδες οστούν αποτελείται από μία εξαιρετικά πορώδης κατασκευή, αποτελούμενη από ένα δίκτυο σχήματος δοκίδων, η οποία περιβάλλει ένα χώρο διασύνδεσης πόρου γεμάτο με μυελό των οστών. Ο κύριος παράγοντας διάκρισης ανάμεσα στο σπογγώδες και φλοιώδες οστούν είναι το πορώδες τους, το οποίο αντιστοιχεί στο 5-20% για το φλοιώδες και 40-95% για το σπογγώδες αντίστοιχα.²⁷

Κάθε σπόνδυλος αποτελείται από το σπονδυλικό σώμα, το σπονδυλικό τόξο, το σπονδυλικό τμήμα, τις αποφύσεις(εικόνα 2).²⁷

Το σπονδυλικό σώμα έχει σχήμα κυλινδρικό, εξωτερικά περιβάλλεται από φλοιώδες οστό και εσωτερικά από σπογγώδες σώμα, ενώ εμφανίζει δύο επιφάνειες την άνω και την κάτω επιφυσιακή πλάκα, όπου προσφύονται οι μεσοσπονδύλιοι δίσκοι και μία περιφέρεια.



ΕΙΚΟΝΑ 2. Journal of The Spinal Research Foundation, Aakash Agarwal et al, SRF, 2012.

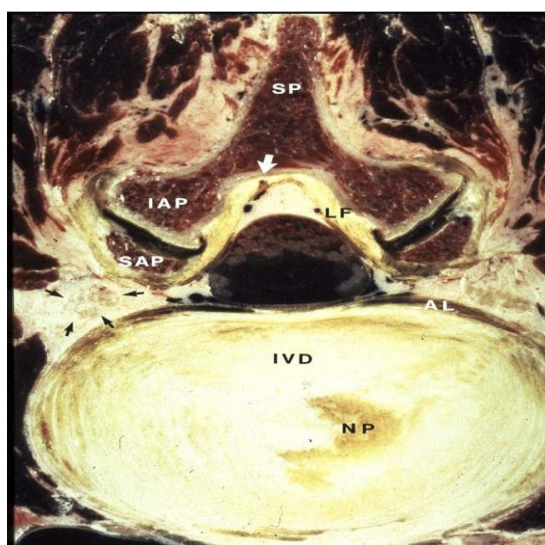
Το σπονδυλικό σώμα είναι το πρόσθιο τμήμα του σπονδύλου, το οποίο υποστηρίζει το σωματικό βάρος και μεταδίδει τα φορτία εδάφους. Ένας υαλώδης χόνδρος καλύπτει τα κраниκά και ουραία άκρα του σπονδυλικού σώματος, παρέχοντας προστασία σε αυτά, βοηθώντας στην διάχυση θρεπτικών ουσιών και υγρών αποβλήτων μεταξύ μεσοσπονδύλιου δίσκου και σπονδυλικού σώματος.

Το σπονδυλικό τόξο βρίσκεται πίσω από το σπονδυλικό σώμα, αποτελείται από δύο αυχένες (pedicles), δύο τμηματικά, ομοιόμορφα ημιμόρφα τα πέταλα (laminae), τα οποία ενώνονται σε σχήμα V σχηματίζοντας την ακανθώδη απόφυση (spinous process). Τα πέταλα των σπονδυλικών τόξων των σπονδύλων ,συνδέονται μεταξύ τους με τον ωχρο σύνδεσμο (ligamentum

flavum), ο οποίος αποτελείται από δύο στρώματα, επιπολής και εν τω βάθει προστατεύοντας νωτιαίο μυελό και νωτιαίες ρίζες.

Τα σπονδυλικά τμήματα σχηματίζονται όπισθεν του σπονδυλικού σώματος, πλαγίως από τους αυχένες, δημιουργώντας το νωτιαίο σπονδυλικό σωλήνα από όπου διέρχεται ο νωτιαίος μυελός και τα νωτιαία νεύρα.

Οι σπονδυλικές αποφύσεις είναι οστικές προεξοχές αποτελούμενες από ακανθώδεις(οπίσθιες),εγκάρσιες(πλάγιες) αποφύσεις και τις ζυγοαποφυσιακές (αρθρικές)(εικόνα 3).



ΕΙΚΟΝΑ 3.

ΕΙΚΟΝΑ 3: Μικροτομή τμήματος σε δείγμα στο επίπεδο του μεσοσπονδύλιου δίσκου.

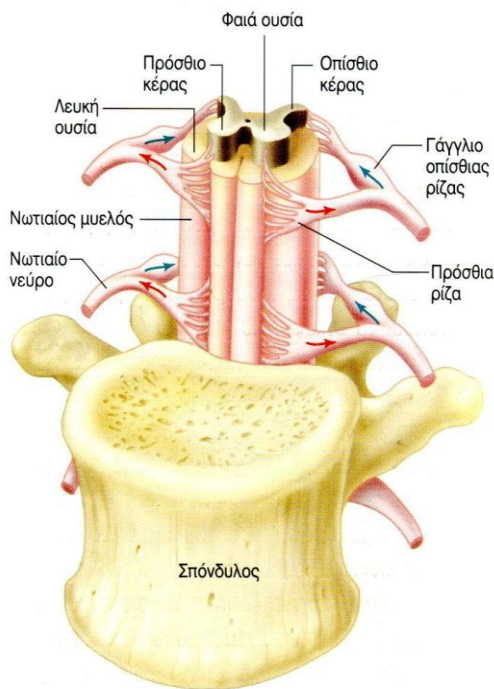
IVD-Μεσοσπονδύλιος δίσκος, NP-Πηκτοειδής πυρήνας, AL-Ινώδης δακτύλιος, LF-Ωχρός σύνδεσμος, SAP- Ανάντιες αρθρική απόφυση, IAP-Κατάντιες αρθρική απόφυση, SP- Ακανθώδης απόφυση. Τα μαύρα βέλη απεικονίζουν τη νευρική ρίζα, ενώ το άσπρο βέλος απεικονίζει το αγγειακό δίκτυο, Shankar et al, Anatomy and Pathophysiology of Intervertebral Disc 2009.

Η ακανθώδης απόφυση εκφύεται από τη μέση γραμμή του σπονδυλικού τόξου, αποτελείται από τη βάση, την κορυφή και τις πλάγιες επιφάνειες και διασφαλίζει την σταθερότητα της σπονδυλικής στήλης στο μεγάλο εύρος κινήσεων κάμψης, έκτασης και στροφής.

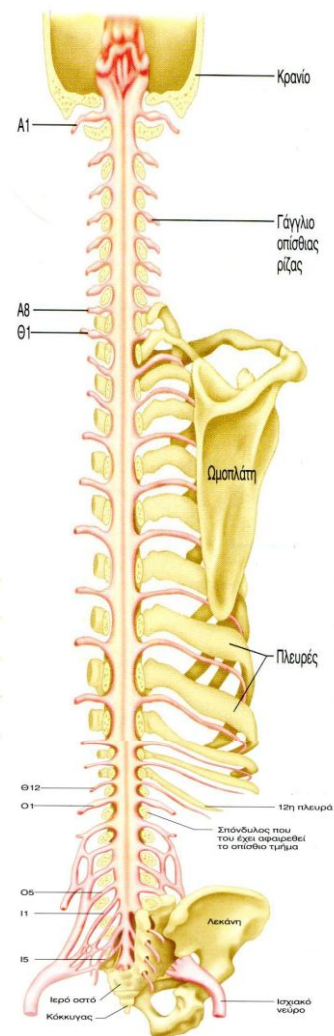
Η εγκάρσια απόφυση εκφύεται αμφοτερόπλευρα από το πλάγιο έξω τμήμα του αυχένα όπου προσφύεται το σπονδυλικό τόξο, αποτελείται από τη βάση, την κορυφή, πρόσθια και οπίσθια επιφάνεια με άνω και κάτω χείλος και διασφαλίζει κυρίως την στροφή και πλάγια κάμψη στην κίνηση της σπονδυλικής στήλης.

Οι αρθρικές αποφύσεις σχηματίζονται από την αρθρική επιφάνεια του κάτω σπονδύλου (ανάντιες), η οποία διαρθρώνεται με την αντίστοιχη αρθρική επιφάνεια του άνω σπονδύλου (κατάντιες), συγκροτώντας την διάρθρωση, η οποία αποτελείται από αρθρικό χόνδρο, υμένα, θύλακο, συνδέσμους (εικόνα 3).

Ο Νωτιαίος μυελός (Στέλεχος = προμήκης μυελός + γέφυρα+ μεσεγκέφαλος),εκτείνεται από το μείζον ινιακό τμήμα της βάσης του κρανίου έως το 1^ο οσφυϊκό σπόνδυλο στους ενήλικες και 3^ο οσφυϊκό σπόνδυλο στα νεογνά. Βρίσκεται στο σπονδυλικό σωλήνα και καταλαμβάνει τα 2/3, ενώ περιβάλλεται από 3 μεμβράνες, τις μήνιγγες(σκληρή, αραχνοειδή, χοριοειδή). Ανάμεσα στις μήνιγγες, στον υπαραχνοειδή χώρο, παράγεται το εγκεφαλονωτιαίο υγρό το οποίο γεμίζει το χώρο ανάμεσα στον νευρικό ιστό (εγκέφαλο, νωτιαίο μυελό) και τις μήνιγγες/οστά. Το εγκεφαλονωτιαίο υγρό περιέχει όλα τα συστατικά του πλάσματος εκτός από λευκώματα και προστατεύει τον νευρικό ιστό από κακώσεις εξαλείφοντας τους κραδασμούς.



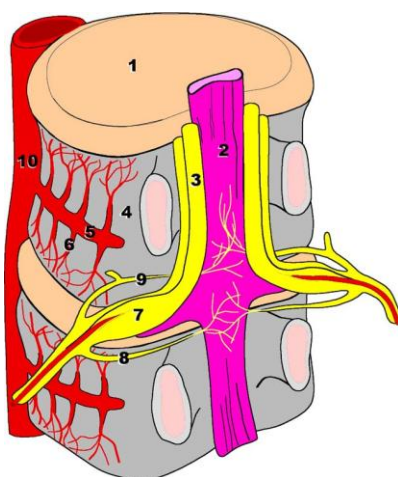
Εγκάρσια διατομή νωτιαίου μυελού, κοιλιακή (πρόσθια) όψη.



EIKONA 4. Carmine D. Clemente Anatomy's 1998.

Ο νωτιαίος μυελός δέχεται και στέλνει πληροφορίες από και προς το περιφερικό νευρικό σύστημα . Από τον νωτιαίο μυελό εκφύονται 31 ζεύγη νωτιαίων νεύρων, ενώ 31 ζεύγη νωτιαίων νεύρων εξέρχονται από τα μεσοσπονδύλια τμήματα. Το ουραίο άκρο του νωτιαίου μυελού, ο μυελικός κώνος (conus medullaris), επεκτείνεται μέχρι το ύψος του Ο1 σπονδύλου και καταλήγει στο τελικό νημάτιο(filum terminale)(εικόνα 4).

Ο νωτιαίος μυελός στην οσφυϊκή μοίρα συγκροτείται , από οσφυϊκές κινητικές και αισθητικές ρίζες ,οι οποίες συνοψίζονται ιππουρίδα (cauda equina). Οι νωτιαίες ρίζες βρίσκονται στο νωτιαίο μηνιγγικό σκληρό σάκο που περιβάλλεται από εγκεφαλονωτιαίο υγρό, κατέρχονται εντός του σπονδυλικού σωλήνα (κατερχόμενες ρίζες) ή εξέρχονται πλάγια του σπονδυλικού σωλήνα (εξερχόμενες ρίζες) διαμέσου του σπονδυλικού τρήματος. Το νεύρο εισέρχεται στο τρήμα σε συγκεκριμένο επίπεδο, μετά διακλαδίζεται από το γάγγλιο της νωτιαίας ρίζας (εικόνα 5), σε ανιόντα και κατιόντα κλάδο. Νεύρα συνοδευόμενα από αγγεία πηγάζουν κοντά στο δίσκο και είναι κλάδοι επιχώριων αρτηριών .



ΕΙΚΟΝΑ 5.

ΕΙΚΟΝΑ 5: Οπίσθια στοιχεία μεσοσπονδυλίου δίσκου.

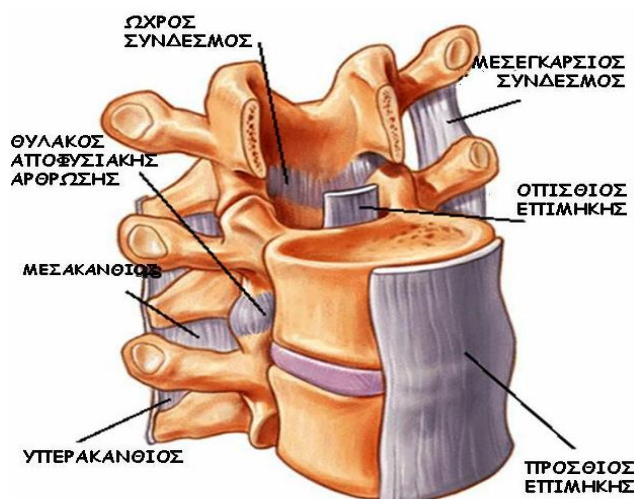
1.μεσοσπονδύλιος δίσκος, 2.οπίσθιος επιμήκης σύνδεσμος, 3. σπονδυλική νωτιαία ρίζα, 4.σπονδυλικό σώμα, 5. σπονδυλική αρτηρία, 6. επιχώρια αρτηρία, 7 γάγγλιο νωτιαίας ρίζας συνοδεία αγγείου. 8,9. κατιόν και ανιόν κλάδος οπισθίου πρωτεύοντος στελέχους νωτιαίας ρίζας, 10.αορτή, Shankar et al, Anatomy and Pathophysiology of Intervertebral Disc 2009.

Ο νωτιαίος μυελός τροφοδοτείται από δύο πηγές, τα επιμήκη αγγεία και τις επιχώριες νωτιαίες αρτηρίες. Οι επιχώριες νωτιαίες αρτηρίες περνούν στον σπονδυλικό σωλήνα και στο νωτιαίο μυελό μέσα από τα μεσοσπονδύλια τρήματα, μαζί με τα νευρικό ιστό, και εκεί δίνουν πρόσθιες και οπίσθιες ριζικές αρτηρίες, που τροφοδοτούν τις πρόσθιες και οπίσθιες ρίζες. Σε διάφορα επίπεδα αυτές οι αρτηρίες, δίνουν επιχώριες μυελικές αρτηρίες που καταλήγουν και ενισχύουν τα επιμήκη αγγεία. Οι μεσοπλευρίες και οι οσφυϊκές αρτηρίες διχάζονται σε έναν πρόσθιο κλάδο και έναν οπίσθιο κλάδο (ή ραχιονωτιαία αρτηρία). Η ραχιονωτιαία αρτηρία τριχάζεται στο ραχιαίο δερματικό κλάδο, το μυϊκό κλάδο και το νωτιαίο κλάδο . Ο νωτιαίος κλάδος διχάζεται στην πρόσθια ριζική αρτηρία και την οπίσθια ριζική αρτηρία. Οι κλάδοι σπονδυλικής αρτηρίας παρέχουν αιματική ροή στο σπονδυλικό σώμα και στις επιφυσσιακές πλάκες του δίσκου.

Κλάδοι της σπονδυλικής αρτηρίας εμφανίζονται στην χόνδρινη τελική πλάκα πριν το 1^ο πρώτο έτος ζωής, ενώ αργότερα εμφανίζονται μονάχα στους επιμήκεις συνδέσμους σε κάθε πλευρά του δίσκου και σποραδικά στα απόκεντρα τμήματα (στο εξωτερικό τμήμα 3,5mm) του ινώδους δακτυλίου.

Μεταξύ των κατώτερων θωρακικών και των οσφυϊκών σπονδύλων βρίσκεται η μεγάλη πρόσθια ριζική αρτηρία, που αντιστοιχεί στην αρτηρία του Adamkiewicz, η οποία βρίσκεται στη κάτω αριστερή θωρακική περιοχή και αναστομώνεται με την πρόσθια νωτιαία αρτηρία. θεωρείται από κάποιους ερευνητές μεγάλης σημασίας για την αιμάτωση του περιφερικού 1/3 του νωτιαίου μυελού.

Η φλεβική παροχέτευση του μυελού γίνεται από ένα αριθμό επιμηκών φλεβών. Υπάρχουν δύο ζεύγη φλεβών, στα σημεία που οι πρόσθιες και οπίσθιες ρίζες συνδέονται με το νωτιαίο μυελό και δύο μέσες φλέβες, που πορεύονται παράλληλα με τη πρόσθια και οπίσθια μέση αύλακα. Οι επιμήκεις φλέβες εκβάλλουν σε ένα εκτεταμένο δίκτυο φλεβών-δίκτυο του batson που βρίσκεται στον επισκληρίδιο χώρο, το οποίο με τη σειρά του εκβάλλει σε επιχώριες φλέβες, όπως η άζυγος φλέβα στη θωρακική μοίρα.



ΕΙΚΟΝΑ 6. Οι σύνδεσμοι της σπονδυλικής στήλης, White & Panjabi, Clinical biomechanics of the spine 1990.

Οι σύνδεσμοι οι οποίοι σταθεροποιούν τη σπονδυλική στήλη είναι παθητικές δομές εμποδίζοντας την υπερβολική κίνηση της σπονδυλικής στήλης και είναι οι εξής : ο πρόσθιος επιμήκης σύνδεσμος (ALL), ο οπίσθιος επιμήκης σύνδεσμος (PLL), ο ωχρός σύνδεσμος (LF), ο αυχενικός σύνδεσμος (LN), ο μεσεγκάρσιος σύνδεσμος (IL), ο μεσακάνθιος σύνδεσμος (ISL), ο επακάνθιος σύνδεσμος (SL), ο θυλακικός σύνδεσμος (CL) (εικόνα 6).

Επίσης υπάρχουν και οι σύνδεσμοι της άνω αυχενικής χώρας.²⁸ Στην κάμψη συμμετέχουν οι μεσακάνθιοι, οι θυλακικοί, ο ωχρός, στην έκταση ο πρόσθιος επιμήκης σύνδεσμος, στην στροφή ο θυλακικός σύνδεσμος. Ο πολυσχιδής μυς ο οποίος υποβοηθά στην στήριξη της σπονδυλικής στήλης, ανευρίσκεται εν τω βάθει παρασπονδυλικά, εκτείνεται από το δεύτερο αυχενικό σπόνδυλο μέχρι το ιερό οστόν και μαζί με τους παραπάνω αναφερόμενους συνδέσμους αποτελούν τους αυτόχθονες μυς της ράχης. Ο πολυσχιδής μυς νευρώνεται από τους κλάδους των A3-I4 ριζών.

Ο κύριος ρόλος του είναι η διατήρηση της ορθοστατικής στάσης και υπερέκτασης της σπονδυλικής στήλης όταν ενεργούν αμφοτερόπλευρα, ενώ η στροφή και η πλάγια κάμψη εκτελείται μονάχα ετερόπλευρα.

1.3 Μεσοσπονδύλιος δίσκος

Μεταξύ των σπονδύλων παρεμβάλλεται ο μεσοσπονδύλιος δίσκος. Οι μεσοσπονδύλιοι δίσκοι διαδραματίζουν ένα σταθεροποιητικό ρόλο στη μηχανική της λειτουργία της σπονδυλικής στήλης, απορροφώντας πιέσεις, κατανέμοντας φορτία κατά την φόρτιση και κίνηση της σπονδυλικής στήλης, προσδίδοντας κατά αυτό τον τρόπο ευκαμψία.

Οι 23 μεσοσπονδύλιοι δίσκοι (IVD) οι οποίοι απαρτίζουν τη σπονδυλική στήλη, με ύψος περίπου 8-10mm και 4mm σε διάμετρο, αυξάνουν σε ύψος, μέγεθος και διάμετρο κατά την διάρκεια της σκελετικής ανάπτυξης, με κατεύθυνση από την αυχενική στην οσφυϊκή μοίρα.²⁶ Ο μεγαλύτερος μεσοσπονδύλιος δίσκος σε μέγεθος είναι Ο4-Ο5.

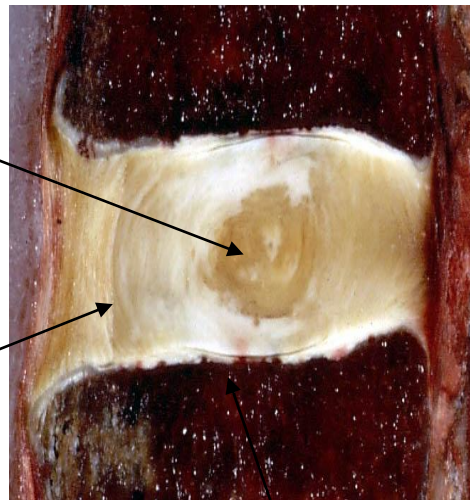
Ωστόσο δεν υπάρχει μεσοσπονδύλιος δίσκος μεταξύ ινίου και άτλαντα C1 ή άτλαντα και άξονα C2.²⁷

Οι δυνάμεις που ασκούνται στο μεσοσπονδύλιο δίσκο μπορεί να είναι είτε:

- συμπιεστικές (πτώση εξ ιδίου ύψους ή από μεγάλο ύψος, τροχαία ατυχήματα)
- διατατικές (κάμψη, έκταση, στροφή)
- διατμητικές (αξονική περιστροφή)
- συνδυασμός δυνάμεων

Ο μεσοσπονδύλιος δίσκος με σχεδόν κυλινδρικό σχήμα, παίζει σημαντικό ρόλο στη μηχανική λειτουργία της σπονδυλικής στήλης, επιτρέποντας την απορρόφηση και την κατανομή των φορτίων, όπου κατανέμονται κατά τη φόρτιση και κίνηση της σπονδυλικής στήλης.

Πηκτοειδής Πυρήνας (NP)



Ινώδης Δακτύλιος (AF)

Τελική χόνδρινη πλάκα (CP)

EΙΚΟΝΑ 7: Απεικόνιση οβελιαίας διατομής πτωματικού παρασκευάσματος μεσοσπονδύλιου δίσκου (Roughley P.J., 2004).

Τα ιστικά στοιχεία τα οποία απαρτίζουν το μεσοσπονδύλιο δίσκο (IVD), είναι ο εξωτερικός ινώδης δακτύλιος (Annulus Fibrosus), ο εσωτερικός ινώδης δακτύλιος, ο πηκτοειδής πυρήνας (Nucleus Pulposus) και οι τελικές χόνδρινες πλάκες (Cartilaginous Endplate)(εικόνα 7).

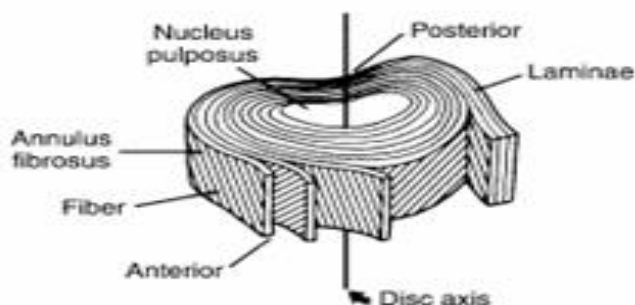
Ο εξωτερικός ινώδης δακτύλιος σχηματίζεται από πυκνά ινώδη πετάλια, που αποτελούνται από κολλαγόνο τύπου I και είναι συνήθως ινοβλάστες ή ινοκύτταρα. Ο εξωτερικός ινώδης δακτύλιος αντιστέκεται στις διαστατικές δυνάμεις δημιουργώντας έναν υδροστατικό φραγμό, περιορίζοντας την παραμόρφωση κατά την διάρκεια της αξονικής συμπίεσης. Έτσι όταν οι δίσκοι υφίστανται παρατεταμένη φόρτιση, παρατηρείται ελάττωση του ύψους του δίσκου και δημιουργία παραμόρφωσης (bulging), λόγω εξόδου νερού από το δίσκο, ενώ κατά τη διάρκεια αποφόρτισης στην διάρκεια του ύπνου, το ύψος του δίσκου επανέρχεται στα φυσιολογικά επίπεδα, λόγω επιστροφής του νερού στο δίσκο (οφείλεται στα ηλεκτρικά φορτία των πρωτεογλυκανών).

Ο εσωτερικός ινώδης δακτύλιος σχηματίζεται από ινοχόνδρινα πετάλια, που αποτελούνται από κολλαγόνο τύπου II και είναι χονδροκύτταρα. Ο εσωτερικός ινώδης δακτύλιος εξαιτίας της ινοχόνδρινης φύσης του, σε επαφή με το πηκτοειδή πυρήνα αυξάνουν την γλοιοελαστική ικανότητα του μεσοσπονδυλίου δίσκου.

Ο ινώδης δακτύλιος ενισχύεται εμπρός από τον πρόσθιο επιμήκη σύνδεσμο (anterior longitudinal ligament), και πίσω από τον οπίσθιο επιμήκη σύνδεσμο (posterior longitudinal ligament).

Από τον ινώδη δακτύλιο εξέρχονται δέσμες ινιδίων κολλαγόνου, οι οποίες εισέρχονται στους σπονδύλους, προσδίδοντας σταθερότητα στην σπονδυλική στήλη. Η γωνία των δεσμών κολλαγόνου εναλλάσσεται με διαδοχή πεταλίων, σχηματίζοντας μία διασταυρω-υφαντική και ενισχυμένη δομή και σχηματίζουν γωνία 30° (η γωνία κυμαίνεται από 25° - 45°) ως προς το οριζόντιο επίπεδο του μεσοσπονδυλίου δίσκου ή ως προς το οριζόντιο της χόνδρινης τελικής πλάκας ή 60° ως προς τον κατακόρυφο άξονα του σπονδυλικού σώματος. Οι δέσμες ινιδίων του ινώδους δακτυλίου είναι λιγότερες και λεπτότερες στην οπίσθια έξω επιφάνεια του δίσκου, από ότι στην πρόσθια επιφάνειά του, ενώ το οπίσθιο τμήμα του ινώδους δακτυλίου κατά την μέση γραμμή δεν ενισχύεται από τις ίνες του οπισθίου επιμήκους συνδέσμου, γεγονός το οποίο δικαιολογεί την συχνότητα εμφάνισης οπίσθιας και οπισθοπλάγιας κήλης του μεσοσπονδυλίου δίσκου.

Ο ινώδης δακτύλιος (annulus Fibrosus), είναι πλούσιος σε κολλαγόνο και αποτελείται από κυκλοτερείς μεμβράνες κολλαγόνων ινών, όπου περικλείουν τον πηκτοειδή πυρήνα(εικόνα 8).



EIKONA 8. Ο σχηματισμός των πετάλων του ινώδης δακτυλίου(Chevalier, J. M.,1998).

Η εξωτερική επιφάνεια του ινώδη δακτυλίου αποτελείται από νευρικές απολήξεις, οι οποίες προσδίδουν άλγος, μέσω μηχανουποδοχέων, κατόπιν μηχανικού ερεθισμού ή οπίσθιας προβολής ή ρήξεως του δακτυλίου.

Η αιμάτωση του ινώδους δακτυλίου είναι περιορισμένη και εκτελείται μόνο στη περιφέρεια από αιμοφόρα αγγεία, με διάρκεια ζωής περίπου τρεις δεκαετίες.

Ο πηκτοειδής πυρήνας αποτελείται κυρίως από κολλαγόνο τύπου II, θεμέλια ουσία και ακανόνιστου σχήματος οργανωμένη ελασίνη (γλυκοπρωτεΐνη), τα οποία στοιχεία συγκρατούν την πυκνότητα γέλης εντός του πυρήνα. Επίσης παρατηρείται παρουσία κολλαγόνου τύπου III, V, VI, IX, X, XI, XII και XIV σε μικρά ποσοστά συνολικά στο δίσκο.

Η περιοχή της γέλης του πυρήνα, περιέχει μόρια πρωτεογλυκανών, ειδικά αγγρεκάνης –αλυσίδες γλυκοαμινογλυκανών (GAG), η οποία αποτελεί την κύρια πρωτεογλυκάνη του δίσκου, των οποίων τα μόρια έχουν υδροφιλική χονδροϊτίνη και θειική κερατάνη.

Η διάταξη των γλυκοαμινογλυκανών δεσμεύει μόρια νερού και παρέχει στον πηκτοειδή πυρήνα μία περισσότερη υψηλή σύνθεση νερού, συμβάλλοντας στην πυκνότητα του πυρήνα.

Η περιεκτικότητα και η αναλογία του δίσκου στον πηκτοειδή πυρήνα είναι υψηλότερης συγκέντρωσης σε πρωτεογλυκάνες και νερό και χαμηλότερης σε περιεκτικότητα κολλαγόνου. Η αναλογία από πρωτεογλυκάνες και νερό πέφτει με την αύξηση της ηλικίας, ενώ αυξάνεται η αναλογία κολλαγόνου στο δίσκο.⁴⁸ Λιγότερες πρωτεογλυκάνες όπως βερσικάνη, δεκορίνη, βιγλυκάνη, ινωδομοντουλίνη και λουμικάνη έχουν βρεθεί σε χαμηλότερη συγκέντρωση στον ινώδη δακτύλιο.⁴⁷

Ποσοστιαία το νερό, οι πρωτεογλυκάνες και κολλαγόνο είναι τα κύρια δομικά συστατικά του μεσοσπονδυλίου δίσκου, ενώ παρατηρούνται διάφορες γλυκοπρωτεΐνες, ελασίνη 2%, κύτταρα σε μικρότερη ποσότητα.⁴⁵

Το νερό αποτελεί κύριο συστατικό του δίσκου σε περιεκτικότητα (65-90% υγρού βάρους).

Το κολλαγόνο είναι κύριο δομικό συστατικό του μεσοσπονδυλίου δίσκου (15-65% ξηρής περιεκτικότητας), το οποίο καθορίζει την δομική ακεραιότητα, προσδίδοντας το σχήμα και την ελαστικότητα στη σπονδυλική στήλη.

Οι πρωτεογλυκάνες επίσης ως το άλλο κύριο συστατικό του δίσκου (10-60% ξηρής περιεκτικότητας), συνεισφέρει στην σκληρότητα, στην αντοχή στη συμπίεση, αυξάνοντας την γλοιοελαστικότητα. Οι πρωτεογλυκάνες λειτουργούν σαν δεξαμενή ελεγχόμενης και διαρκώς μεταβαλλόμενης συγκέντρωσης διαφόρων διαλυτών. Άλλη θεμέλια ουσία πρωτεϊνών στο δίσκο, αποτελεί το (15-45% ξηρής περιεκτικότητας). Ο δίσκος επίσης περιέχει ένζυμα, τα οποία μπορούν να αποδομήσουν τα μεγαλομοριακά συστατικά.⁴⁹

Η σύσταση του μεσοσπονδυλίου δίσκου, ποικίλει ανάλογα με το επίπεδο της σπονδυλικής στήλης, με τη συγκέντρωση του κολλαγόνου στον πηκτοειδή πυρήνα να είναι υψηλότερη στους δίσκους της αυχενικής μοίρας και χαμηλότερη στους δίσκους της οσφυϊκής μοίρας, ενώ παρατηρείται το ακριβώς αντίθετο φαινόμενο με την συγκέντρωση των πρωτεογλυκανών. Το γεγονός αυτό είναι επακόλουθο των διαφορετικών εμβιομηχανικών απαιτήσεων στις μοίρες της σπονδυλικής στήλης.⁵⁴

Έτσι λοιπόν η δομική ακεραιότητα του δίσκου και οι μηχανικές του ιδιότητες, βασίζονται στα μακρομόρια και την αλληλεπίδραση τους με το νερό, ενώ η

δομή και λειτουργία διαφέρει, εξαρτώμενη από την περιοχή, το είδος, την ηλικία και την εκφύλιση.

1.4 Διατροφή και μεταβολισμός του μεσοσπονδυλίου δίσκου

Τα απαραίτητα συστατικά διατροφής του δίσκου θεωρούνται το οξυγόνο, η γλυκόζη, τα αμινοξέα, το θείο, τα οποία χορηγούνται μέσω της αιματικής παροχής. Στους ενήλικες δίσκους κάποια κύτταρα απέχουν 7-8 χιλ. από την πλησιέστερη αιματική παροχή, με αποτέλεσμα την ανεπαρκή αιμάτωσή τους. Τα μεταβολικά απόβλητα αποβάλλονται με την αντίθετη οδό. Το διατροφικό περιβάλλον διαφέρει στον ινώδη δακτύλιο από τον πηκτοειδή πυρήνα, όσον αφορά το O₂ και το pH. Πτώση της διατροφικής παροχής, οδηγεί σε μείωση του O₂ και πτώση του pH (αύξηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος) επηρεάζοντας την ικανότητα των κυττάρων του μεσοσπονδυλίου δίσκου να συνθέτουν και να διατηρούν την εξωκυττάρια θεμέλια ουσία και τελικά να επιφέρει την εκφύλιση του δίσκου.⁵⁰ Παράγοντες που ενδεχομένως να επηρεάζουν την παροχή αίματος στο σπονδυλικό σώμα είναι η αθηροσκλήρυνση, η δρεπανοκυτταρική αναιμία, η ασθένεια του Caisson, η ασθένεια του Gaucher και σχετίζονται με την εκφύλιση του μεσοσπονδυλίου δίσκου.

Μελέτες in vivo στο μεταβολισμού του πηκτοειδή πυρήνα κυνών σε διαφορετικές τάσεις O₂, διαπιστώθηκε ότι ο μεταβολισμός ακόμη και σε υψηλές τάσεις O₂, γίνεται κυρίως αναερόβια και μόνο το 1,5% της γλυκόζης μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα, από την γλυκόζη που μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ (στη διάρκεια πλήρους οξειδωσης ένα μόριο γλυκόζης αυξάνει σε έξι μόρια CO₂ και σε δύο μόρια γαλακτικού οξέος στην αναερόβια γλυκόλυση) . Ωστόσο αν και ένα μικρό κλάσμα γλυκόζης υφίσταται οξειδωση σε CO₂ , η ενέργεια που παρέχεται αποτελεί περίπου το 40% της συνολικής ενέργειας που παράγεται. Τα κύτταρα στον πηκτοειδή πυρήνα είναι σε θέση να ρυθμίσουν το ρυθμό γλυκόλυσης, κατά τέτοιο τρόπο ώστε να διατηρείται μία σταθερή παραγωγή ενέργειας, ανεξάρτητα από την τάση πιέσεων του οξυγόνου και το ρυθμό παραγωγής γαλακτικού οξέος. ⁵⁹ Αποτελέσματα in vivo μελετών μετά από διείσδυση ουσιών στο μεσοσπονδύλιο δίσκο κυνού ανέδειξε ότι:

1. η διάχυση είναι ο κύριος μηχανισμός μεταφοράς,
2. διάχυση και διαμερισμός συντελεστών που συμπεριλήφθηκαν in vitro, μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την περιγραφή in vivo μεταφοράς ποσοτικά,
3. θρεπτικά συστατικά διαχέονται στο δίσκο μέσω δύο οδών:

α. από τα αιμοφόρα αγγεία που περιβάλλουν την περιφέρεια του ινώδους δακτυλίου και

β. από τα αιμοφόρα αγγεία μεταξύ δια-επιφάνειας επιφυσσιακής πλάκας και δίσκου, με μόνο περίπου το 40% να διαπερνάται από τα αγγεία, ενώ η διαπερατότητα είναι υψηλότερη στον πηκτοειδή πυρήνα και χαμηλότερη στην περιφέρεια του ινώδους δακτυλίου.

Τα στοιχεία γλυκόλυσης στον πηκτοειδή πυρήνα σε υψηλές τάσεις O₂ και και ο βαθμός κατανάλωσης O₂ κατά Gilson respirometer παρατηρούνται στον πίνακα:

| O ₂ Tension (kPa) | O ₂ consumption (μmole/g wet tissue/h) | Glucose consumption (μmol/g wet tissue/h) | Lactic acid production (μmol/g wet tissue/h) | CO ₂ production (μmol/g wet tissue/h) |
|------------------------------|---|---|--|--|
| 0,3 | 0,039 | 3,3 | 6,4 | 0,042 |
| 0,9 | 0,10 | 3,3 | 6,4 | 0,075 |
| 1,8 | 0,13 | 2,9 | 6,0 | 0,13 |
| 3,9 | 0,165 | 2,7 | 5,1 | 0,13 |
| 9,8 | 0,18 | 2,3 | 4,5 | 0,17 |
| 19,9 | 0,19 | 2,3 | 4,6 | 0,17 |

Μελέτη του Rajasekaran σε ανθρώπινο μεσοσπονδύλιο δίσκο παρατηρεί ότι: Η διατροφή του δίσκου διεξάγεται μέσω της διάχυσης (diffusion). 2

Η διάχυση ολοκληρώνεται με δύο οδούς :

1. από την περιφέρεια που διαπερνά τον ινώδη δακτύλιο,
2. από τις παρακείμενες τελικές πλάκες μέσω τελικών αγγειακών απολήξεων. 14

Η θεμέλια ουσία συμμετέχει ως εκλεκτικός φραγμός διαπερατότητας, όπου παρατηρείται δυσκολία εισόδου μεγάλων μορίων, όπως αυξητικοί παράγοντες, αναστολείς πρωτεϊνών, ενώ είναι πιο εύκολη η είσοδος στον ινώδη δακτύλιο. Υπολογίζεται ότι ο συντελεστής διάχυσης θρεπτικών ουσιών κυμαίνεται περίπου στο 40-50% σε ελεύθερο υδατικό διάλυμα .

Η μεταφορά μέσω των υγρών (Convection) ολοκληρώνεται βασιζόμενη στον ημερήσιο κύκλο του δίσκου με:

- απώλεια και επανάκτηση περίπου 25% των υγρών,
- τα κύτταρα βασίζονται για την πρόσληψη απαραίτητων ουσιών (O₂, Γλυκόζη) περισσότερο στην διάχυση, παρά στην μεταφορά (Convection), ενώ κατά την διάρκεια της ημέρας, παρατηρείται μεταφορά από μέσα προς τα έξω στον μεσοσπονδύλιο δίσκο, με αποτέλεσμα την μείωση των κυττάρων της θεμέλιας ουσίας (σύνθεσης πρωτεογλυκανών , ινών κολλαγόνου).14

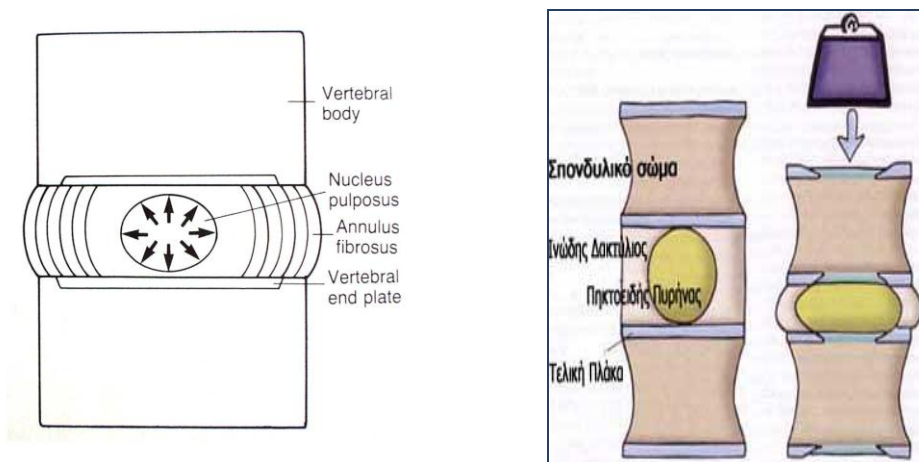
Κεφάλαιο 2

2.1 Εμβιομηχανική του μεσοσπονδυλίου δίσκου

Η λειτουργία του μεσοσπονδυλίου δίσκου είναι να επιτρέπει κινήσεις μεταξύ των σπονδυλικών σωμάτων και να μεταφέρει φορτία από το ένα σπονδυλικό σώμα στο άλλο. Όταν αξονικά φορτία εφαρμόζονται στη σπονδυλική στήλη, ο ινώδης δακτύλιος και ο πηκτοειδής πυρήνας έχουν έναν αλληλένδετο ρόλο, ώστε να γίνει η ομοιόμορφη κατανομή των φορτίων.

Κατά την αξονική φόρτιση ο πηκτοειδής πυρήνας έχει την τάση να συμπιεστεί και να επεκταθεί ακτινωτά, ενώ ο ινώδης δακτύλιος αντιστέκεται σε αυτήν τη δράση. Ο ινώδης δακτύλιος και ο πηκτοειδής πυρήνας βρίσκονται σε συνέργεια, έχοντας διαφορετική εμβιομηχανική λειτουργία στο μεσοσπονδύλιο δίσκο.

Ο πηκτοειδής πυρήνα ο οποίος φέρει χονδροκυτταρικό φαινότυπο, αποτελείται από άφθονη θεμέλια ουσία πλούσια σε πρωτεογλυκάνες, αντιστέκεται σε συμπιεστικά φορτία, αναπτύσσοντας υψηλές υδροστατικές πιέσεις και τον ινώδη δακτύλιο ο οποίος φέρει ινοβλαστικό φαινότυπο, με θεμέλια ουσία πλούσια σε κολλαγόνο, αντιστέκεται σε φορτία ελκυσμού και διάτμησης, ελαχιστοποιώντας την παραμόρφωση και ελαττώνοντας τα φορτία κατά την διάρκεια αξονικής συμπίεσης, στροφικών φορτίσεων, οβελιαίας και πλάγιας κάμψης.



ΕΙΚΟΝΑ 9. Intervertebral disc solute transport and metabolism, S.Holm, A. Maroudas et al. University of Goteborg, Sweden.

Γνωρίζοντας ότι η συμπίεση αποτελεί το κυρίαρχο είδος φόρτισης στη σπονδυλική στήλη, τρεις είναι οι παράγοντες αντοχής του μεσοσπονδυλίου δίσκου στις μηχανικές καταπονήσεις:

- η υδροστατική πίεση
- η ωσμωτική πίεση
- οι συνδέσεις κολλαγόνου-πρωτεογλυκανών

όπου αυτοί οι τρεις παράγοντες πρέπει να βρίσκονται σε συνέργεια, προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα φορτία της συμπίεσης.

Το μέγεθος συμπίεσης παίζει σπουδαίο ρόλο καθώς, η εφαρμογή υδροστατικής πίεσης σε 'φυσιολογικά όρια' οδηγεί σε:

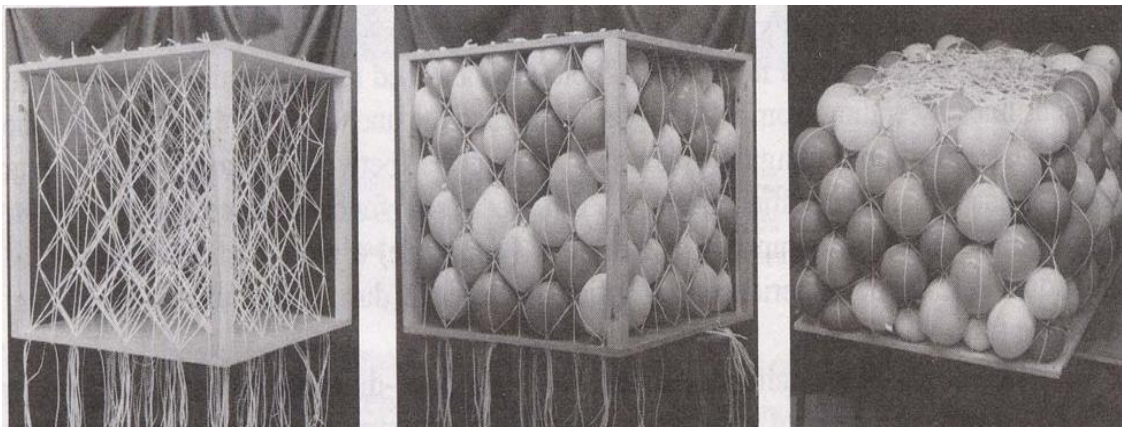
- Αύξηση των πρωτεογλυκανών
 - Αύξηση των αναστολέων των Μεταλλοπρωτεϊνών (TIMPs)
- ενώ Υψηλές ή Χαμηλές πιέσεις οδηγούν σε:
- Μείωση της παραγωγής πρωτεογλυκανών
 - Αύξηση της παραγωγής MMP
 - Αυξημένη κυτταρική απόπτωση ή κυτταρικό θάνατο.

Χαρακτηριστικό της λειτουργίας του μεσοσπονδυλίου δίσκου κατά την συμπίεσή του (άθληση, καταπόνηση, ορθοστασία) (εικόνα 9), είναι η ανάπτυξη μεγάλης υδροστατικής πίεσης η οποία επεκτείνεται περιφερικά προς τον ινώδη δακτύλιο, ενώ παρατηρείται διακίνηση ύδατος, εξερχόμενη από το διάμεσο ιστό με αποτέλεσμα την ελάττωση του ύψους του δίσκου, το οποίο επανέρχεται στους ιστούς με τον κλινοστατισμό κατά την διάρκεια του ύπνου με την εισχώρηση θρεπτικών συστατικών εντός του δίσκου, με αποτέλεσμα την επαναφορά του δίσκου στο φυσιολογικό του ύψος. Αυτό οφείλεται στις διαφορές ωσμωτικής πίεσης μεταξύ ενδο και εξω δισκικών υγρών, κυρίως των συγκεντρώσεων ιόντων Na^+ , τα οποία αντισταθμίζουν τα αρνητικά φορτία των πρωτεογλυκανών και της ελαστικότητας των κολλαγόνων ινών της θεμέλιας ουσίας του ινώδους δακτυλίου. 14

Οι μηχανικές ιδιότητες όμως μεταβάλλονται σε περιπτώσεις εκτομής τμήματος του ινώδους δακτυλίου ή του πηκτοειδούς πυρήνα. Μετά από αφαίρεση του πηκτοειδούς πυρήνα υπάρχει αύξηση της κινητικότητας στο επίπεδο της βλάβης, ελαττωμένη ακαμψία και αύξηση των παραμορφώσεων του ινώδους δακτυλίου.65

Οι Broom and Marra το 1985, μελετώντας τη δομή του μεσοσπονδυλίου δίσκου κατέφυγαν σε ένα μοντέλο αλυσίδας μπαλονιών, προσπαθώντας να εξηγήσουν τη συμπεριφορά του δίσκου.

Το μηχανικό μοντέλο προσπαθεί να εξηγήσει τις μηχανικές ιδιότητες του δίσκου με βάση την μακρομοριακή δομή του(εικόνα10).

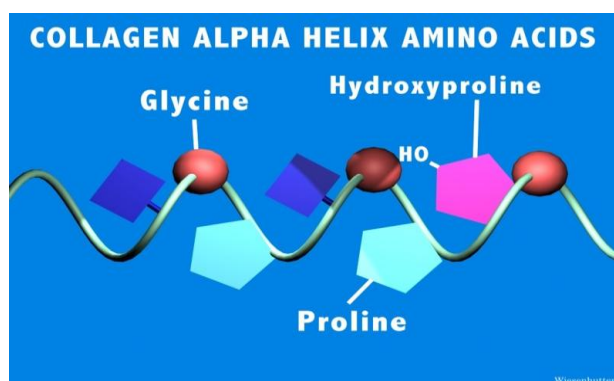


EIKONA 10. String-Balloon model of disc behaviour, Broom and Marra 1985.

Το μοντέλο αποτελείται από ένα στερεό δίκτυο (αντοχή στην διάταση) και από μπαλόνια με αέρα (αντοχή στην φόρτιση). Στο μεσοσπονδύλιο δίσκο το κολλαγόνο έχει τον ρόλο του σκελετού και πρωτεογλυκάνες το ρόλο των μπαλονιών. Οι φυσικές ιδιότητες του σκελετού σταθερότητα , συνδέσεις και ενώσεις, καθώς και των μπαλονιών μέγεθος, τάση αέρα, καθορίζουν τις μηχανικές ιδιότητες του δίσκου.1

Λίγο νωρίτερα ο Hay το 1982 ,μελετώντας τις ίνες κολλαγόνου, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι ίνες κολλαγόνου λειτουργούν σαν σχοινί ,το οποίο είναι ισχυρό στην τάση ,αλλά ασθενές στην συμπίεση. Επίσης συμπέρανε ότι η φύση και κατασκευή του κολλαγόνου, καθορίζουν την ακεραιότητα και τις σημαντικές ιδιότητες του δίσκου, ενώ η διάμετρος των ινών του κολλαγόνου και η συγκρότηση του δικτύου του κολλαγόνου, εξαρτώνται από το τύπο, την εντόπιση και την ηλικία του.

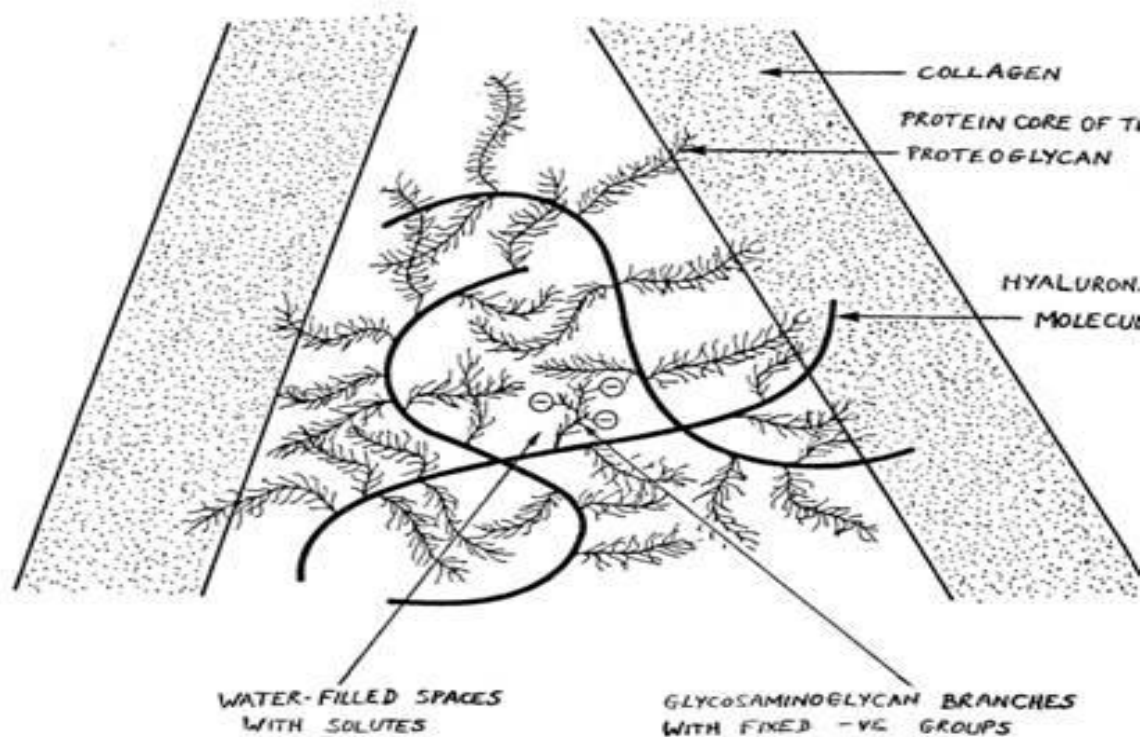
Το μόριο του κολλαγόνου προέρχεται από το προκολλαγόνο και έχει δομή τριπλής έλικας αλυσίδων αμινοξέων, με περίπου 1000 αμινοξέα σε κάθε αλυσίδα, όπου κάθε τρίτο αμινοξέο στην τριάδα της αλυσίδας είναι πάντα γλυκίνη, ενώ τα άλλα δύο είναι προλίνη ή υδροξυπρολίνη (εικόνα 11).



ΕΙΚΟΝΑ11.Σχηματική παράσταση δομής αλυσίδας κολλαγόνου(Walker M, Anderson G, 2004).

Το άλλο κύριο μακρομοριακό συστατικό είναι οι πρωτεογλυκάνες, οι οποίες αποτελούνται από αλυσίδες γλυκοζαμινογλυκανών και πρωτεϊνικό πυρήνα. Ο πυρήνας καταλήγει σε σφαιρικό σχηματισμό, όπου συνδέονται αλυσίδες υαλουρονικού οξέος HA, οι οποίες δεσμεύουν και διαμορφώνουν τα αθροίσματα πρωτεογλυκανών (PGs). Τα αθροίσματα των πρωτεογλυκανών είναι φορτισμένα αρνητικά στο μεσοσπονδύλιο δίσκο , με αποτέλεσμα να ελέγχουν την διακίνηση ύδατος, διαλυμάτων, ιόντων και την ωσμωτική πίεση του πυρήνα. Η ωσμωτική πίεση του πυρήνα κυμαίνεται από 0,1-0,3mPa.

Μελετώντας το μόριο των πρωτεογλυκανών η Jill Urban, διαπίστωσε ότι οι πρωτεογλυκάνες απορροφούν νερό και διαλύτες και σαν μπαλόνια φουσκώνουν το δίκτυο κολλαγόνου/ ελαστίνης, ενώ ομάδες ηλεκτρικά φορτισμένων γλυκοζαμινογλυκανών προσφέρουν την ωσμωτική πίεση διόγκωσης στη σύσταση του δίσκου(εικόνα 12) . 14



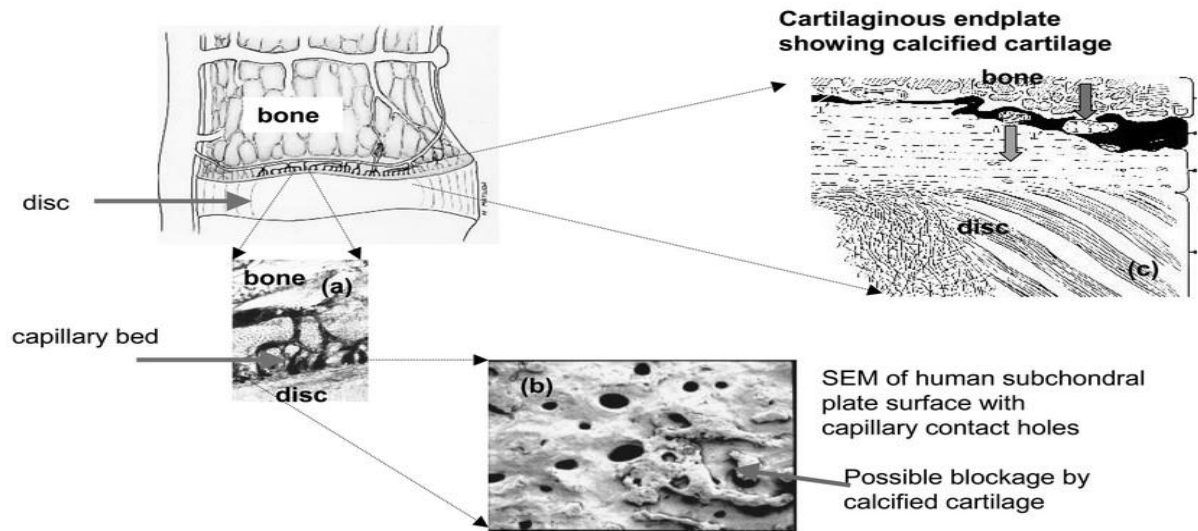
EIKONA 12. Jill Urban et al, University of Oxford, SPINE December 2004.

- Κολλαγόνο(Collagen).
- Μόριο Πρωτεογλυκάνης (PG).
- Hyaluronan (HA) chains.
- Ομάδες φορτισμένων γλυκοζαμινογλυκανών προσφέρουν την οσμωτική πίεση διόγκωσης (Charged groups provide osmotic swelling pressure).
- Διαστήματα πληρούμενα με νερό και διαλύτες (Water-filled spaces with solutes) .

Η επιφυσιακή τελική πλάκα παίζει σπουδαίο ρόλο στη διατροφή του μεσοσπονδυλίου δίσκου καθώς λειτουργεί ως εκλεκτικός φραγμός διαπερατότητας στους διαλύτες (Selectively permeable barrier) όπου

- Διέρχονται: Μικροί χωρίς φόρτιση διαλύτες, O₂, αμινοξέα, νερό
- Αποκλείονται μερικώς: Ανιόντα και μόρια με μεγάλο μοριακό βάρος.

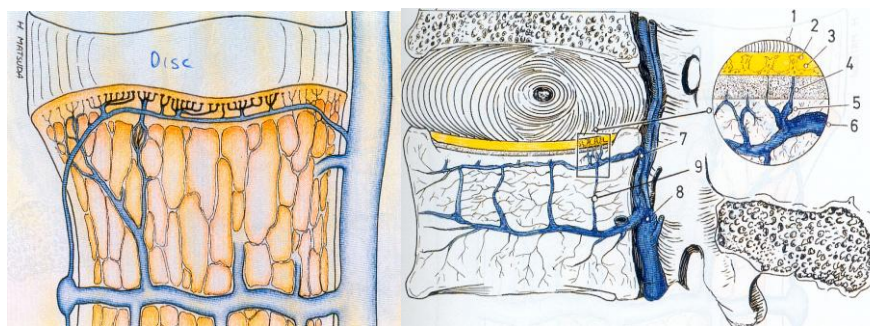
Η ασβεστοποίηση της Τελικής Πλάκας λειτουργεί σαν ένας σημαντικός φραγμός στην μεταφορά ουσιών, ενώ με την πρόοδο της ηλικίας λεπτύνεται και ασβεστοποιείται με άγνωστους μηχανισμούς(εικόνα 13).



ΕΙΚΟΝΑ 13. Ασβεστοποίηση της τελικής πλάκας, Lorin M.Benneker et al Spine 2005.

Η επιφυσιακή τελική πλάκα φαίνεται να παίζει ρόλο στη μηχανική ιδιότητα του δίσκου, όπου με την μεγάλη διαπερατότητα, επιτρέπει μεγαλύτερη διάχυση νερού και διατροφικών στοιχείων, καθώς και αποβολή αποβλήτων, με αποτέλεσμα την μείωση της πίεσης, η οποία ασκείται στο μεσοσπονδύλιο δίσκο. Οποιαδήποτε διαφοροποίηση και μεταβολή στα συστατικά του δίσκου, μεταβάλλουν τη μηχανική του αντοχή.

Ο μεσοσπονδύλιος δίσκος είναι ο μεγαλύτερος ανάγγειος ιστός του ανθρώπινου οργανισμού. Η διατήρηση της ακεραιότητας εξαρτάται από την διατροφή του δίσκου, ενώ μεταβολές εμφανίζονται με την αύξηση της ηλικίας (εικόνα14).

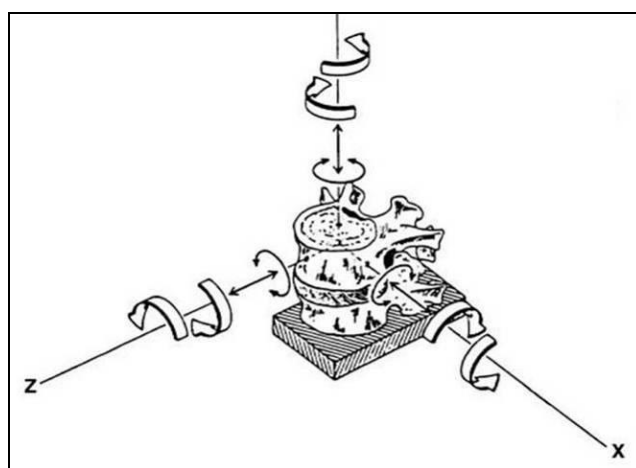


ΕΙΚΟΝΑ 14. Πυκνότης τριχοειδών μεγαλύτερη στο κέντρο, ενώ μειώνεται με την ηλικία. Jill Urban et al, SPINE December 2004.

2.2 Κινησιολογία.

Το εύρος κίνησης της σπονδυλικής στήλης στην κάθε μοίρα καθορίζεται από την κατεύθυνση και τον προσανατολισμό των ανάντις και κατάντις ζυγοαποφυσιακών αρθρώσεων, τους μεσοσπονδυλίους δίσκους, τους συνδέσμους. Η σπονδυλική στήλη χαρακτηρίζεται από τη δυνατότητα συνολικής περίπου κάμψης 110° , έκτασης 140° , πλάγιας κάμψης 80° .

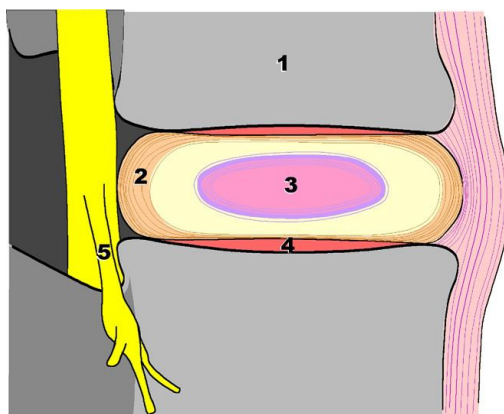
Η υπερέκταση περιορίζεται από τον πρόσθιο επιμήκη σύνδεσμο και το πρόσθιο τμήμα του ινώδους δακτυλίου. Η κάμψη περιορίζεται από το σύμπλεγμα των οπίσθιων συνδέσμων και από τις ζυγοαποφυσιακές αρθρώσεις. Το εύρος της πλάγιας κάμψης καθορίζεται από τις ζυγοαποφυσιακές αρθρώσεις. Η αξονική στροφή ελέγχεται από τους μεσοσπονδυλίους, τις ζυγοαποφυσιακές αρθρώσεις, τον επακάνθιο και τον μεσακάνθιο σύνδεσμο(εικόνα15).64



ΕΙΚΟΝΑ15.Οι άξονες κίνησης της λειτουργικής σπονδυλικής μονάδας στη σπονδυλική στήλη. Six degrees of freedom (DOF), Axial, lateral, sagittal rotation and axial, lateral, anteroposterior translation. Flexion-extension, Lateral flexion, Axial rotation (Spine biomechanics from White and Panjabi 1990).

2.3 Κινηματική σπονδυλικής μονάδας (FSU)

Η σπονδυλική μονάδα (functional segmental unit) χαρακτηρίζεται το σύνολο δύο γειτονικών σπονδύλων, τα οποία συνδέονται με το μεσοσπονδύλιο δίσκο και συγκεκριμένα η εξωτερική στοιβάδα του ινώδους δακτυλίου ενσωματώνεται με την επιφυσιακή πλάκα και τους συνδέσμους, παρέχοντας κίνηση μεταξύ των τμημάτων της σπονδυλικής μονάδας και στήριξη σε ολόκληρη την σπονδυλική στήλη – κολώνες από ποικίλες διαφορετικές δυνάμεις και συμπαγή φορτία(εικόνα 16).26



ΕΙΚΟΝΑ 16: Διάγραμμα οβελιαίας τομής σπονδυλικών σωμάτων και δίσκου (σπονδυλική μονάδα), παρουσιάζοντας τη σχέση επιφυσιακής πλάκας και επιμήκους συνδέσμου με το δίσκο και το σπόνδυλο: 1. σπονδυλικό σώμα, 2. ινώδης δακτύλιος, 3. πηκτοειδής πυρήνας, 4. χόνδρινη πλάκα, 5. σπονδυλική νευρική ρίζα. (Anatomy and pathophysiology of intervertebral disc disease 2009).

Ο στιγμιαίος άξονας περιστροφής σε μία υγιή λειτουργική σπονδυλική μονάδα (κάμψη-έκταση, πλάγια κάμψη και αξονική περιστροφή), περιορίζεται σε μία μικρή περιοχή στο χώρο, ενώ σε μία εκφυλισμένη σπονδυλική μονάδα, ο άξονας περιστροφής επεκτείνεται ακόμη και έξω από το φυσικό χώρο, δηλώνοντας αστάθεια (εικόνα 17). Η ακτίνα κίνησης της σπονδυλικής μονάδας αυξάνεται (ROM) στα αρχικά στάδια της εκφυλιστικής δισκικής νόσου, ενώ μειώνεται στα προχωρημένα στάδια. *In vivo* μελέτες δείχνουν ότι η κάμψη-έκταση, η πλάγια κάμψη και η αξονική περιστροφή της σπονδυλικής στήλης, μειώνονται κατά μέσο όρο 23,3%, 30,6% και 25,1% αντίστοιχα για ηλικίες 50+ ετών, σε σύγκριση με ηλικίες 20-29 ετών.



ΕΙΚΟΝΑ 17: White & Panjabi Clinical biomechanics of the spine 1990.

Το κέντρο περιστροφής (COR) από μία σπονδυλική μονάδα παραμένει εντός περιορισμένου τμήματος στην οπίσθια όψη της (έκταση), ενώ σε περίπτωση εκφύλισης του μεσοσπονδύλιου δίσκου το (COR) αλλάζει ακόμη και έξω από τη σπονδυλική μονάδα.

Οι παραπάνω αλλαγές στον άξονα περιστροφής και στην ακτίνα κίνησης λόγω εκφύλισης θα επιφέρουν αλλαγές στις ακόλουθες δομές όπως: σύνδεσμοι, αρθρώσεις των facets, μεσοσπονδύλιοι δίσκοι, ενώ μπορεί να οδηγήσουν σε υπερκινητικότητα, υποκινητικότητα, ακινησία ή παράδοξη κίνηση σχετιζόμενη με την ηλικία. Η παράδοξη κίνηση λαμβάνει χώρα σε μία κατεύθυνση αντίθετη προς τη σπονδυλική κλίση.³⁰

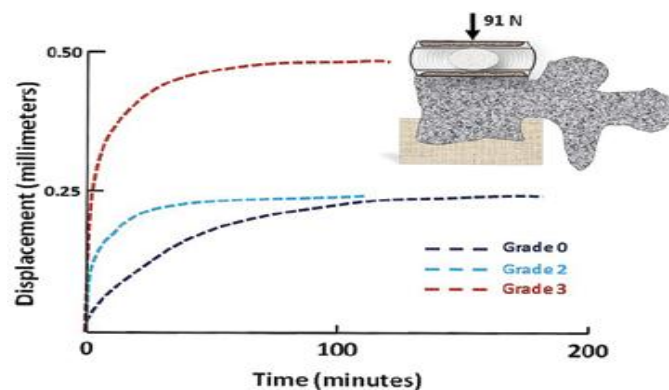
2.4 Μηχανική φόρτιση και τραυματισμός

Οι ανθρώπινοι μεσοσπονδύλιοι δίσκοι είναι ικανοί να επιτρέπουν την όρθια στάση του σώματος, στήριξη του βάρους, μεταφορά του φορτίου κατά μήκος της κεφαλής και του κορμού στη λεκάνη. Ο μεσοσπονδύλιος δίσκος με την ικανότητα της ελαστικότητας αντιστέκεται στα φορτία κάνοντας τη σπονδυλική στήλη λειτουργική και εύκαμπτη στις κινήσεις κάμψης, έκτασης και στροφής. Υπολογίζεται ότι οι οσφυϊκοί μεσοσπονδύλιοι δίσκοι μπορούν να ανταποκριθούν σε φορτία 17000N. Ο μεσοσπονδύλιος δίσκος κατανέμει τα φορτία μέσα στη σπονδυλική στήλη, και αυτό συμβαίνει όταν ο υγιής πηκτοειδής πυρήνας διαβιβάζει ομοιόμορφα τα φορτία στον ινώδη δακτύλιο, ο οποίος με τη σειρά του, μεταφέρει τα συμπιεστικά φορτία στον εξωτερικό ινώδη δακτύλιο. Οι ίνες του, είναι πιο δύσκαμπτες από εκείνες στον εσωτερικό ινώδη δακτύλιο, γεγονός που οδηγεί σε ένα «διφασικό φαινόμενο» κατά τη διάρκεια της φόρτισης, με το οποίο ο εσωτερικός ινώδης δακτύλιος απορροφά τις πιέσεις που διαβιβάζονται στις εξωτερικές ίνες του ινώδους δακτυλίου.

Ο μεταβολισμός των κυττάρων επηρεάζεται από το μηχανικό περιβάλλον τους, ιδιαίτερα από τη συμπιεστική φόρτιση, που μπορεί να επηρεάσει το κύκλο εργασιών της θεμέλιας ουσίας και τη βιωσιμότητα τους. Και η στατική και η συμπιεστική φόρτιση, αλλά και η έλλειψη φόρτισης έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των πρωτεογλυκανών του μεσοσπονδύλιου δίσκου. Έτσι, μη φυσιολογικά μηχανικά φορτία προάγουν την εκφύλιση του μεσοσπονδύλιου δίσκου. Μελέτες σε ζώα έχουν επιβεβαιώσει την πρόταση αυτή. Όμως, η εντατική άσκηση δεν φαίνεται να επηρεάζει εκφυλιστικά τους μεσοσπονδύλιους δίσκους, ενώ έχει καταγραφεί ότι οι μεσοσπονδύλιοι δίσκοι ανταποκρίνονται στην περατεταμένη φόρτιση, αυξάνοντας την πυκνότητα των πρωτεογλυκανών. Φορτίσεις σε εργαστηριακές συνθήκες ή τραυματισμοί στο μεσοσπονδύλιο δίσκο μπορούν να επιφέρουν εκφυλιστικές αλλαγές. Ο τραυματισμός του δίσκου συνοδεύεται από τραυματισμούς και άλλων ανατομικών δομών της σπονδυλικής στήλης, όπως κάταγμα σπονδυλικού σώματος ή απόφυσης, υπεξάρθρωμα, αιμάτωμα στον επισκληρίδιο χώρο. Περαιτέρω έρευνες για το ρόλο της μη φυσιολογικής φόρτισης στην εκφύλιση του μεσοσπονδύλιου δίσκου, δείχνουν ότι οι δίσκοι σε μία σπονδυλική μονάδα που έχει συντηχθεί μετά το χειρουργείο, εκφυλίζονται γρηγορότερα. Συσχετίσεις μεταξύ αυτού του μοντέλου τραυματισμού, έχουν γίνει με περιβαλλοντικούς παράγοντες και παράγοντες ανάπτυξης εκφύλισης του

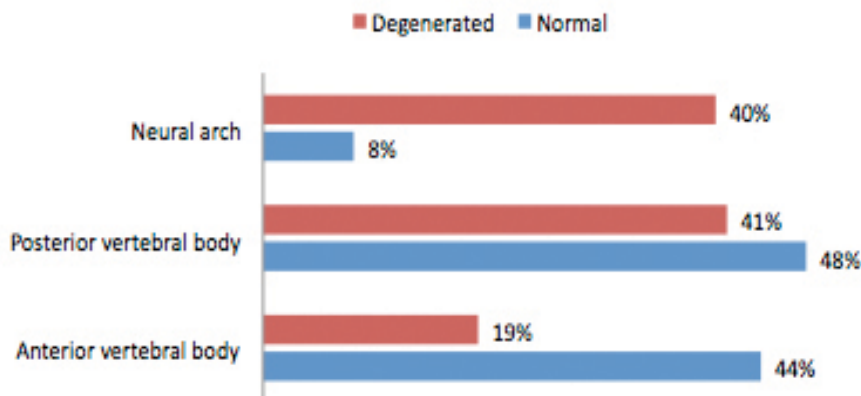
μεσοσπονδυλίου δίσκου και δισκοκήλης, όπως η βαριά φυσική δραστηριότητα, η παρατεταμένη οδήγηση, η άρση βάρους, η παχυσαρκία, το κάπνισμα.⁵⁰

Με την πρόοδο της ηλικίας επέρχονται μεταβολές στη δομή, τη σύνθεση, το σχήμα, το μέγεθος του μεσοσπονδυλίου δίσκου, οι οποίες επηρεάζουν τη σταθερότητα και συνεπώς την εμβιομηχανική της σπονδυλικής στήλης⁴. Με την εφαρμογή ενός ξαφνικού φορτίου, ο υγιής δίσκος παραμορφώνεται βραδέως, σε σύγκριση με έναν εκφυλισμένο δίσκο. Αυτό παρατηρείται όταν οι ιξωδοελαστικές ιδιότητες – αντίσταση στην παραμόρφωση και επιστροφή στο αρχικό σχήμα- από έναν μεσοσπονδυλίο δίσκο εξασθενούν με την ηλικία, καθώς ο δίσκος εκφυλίζεται, οδηγώντας σε λιγότερη απορρόφηση κραδασμών από το δίσκο και άνιση κατανομή φορτίων(εικόνα18).



ΕΙΚΟΝΑ 18: Η εικόνα απεικονίζει την προσωρινή αλλαγή παρεκτόπισης μεσοσπονδυλίου δίσκου υπό συνεχές φορτίο, παρατηρώντας όμως την εκφύλιση να επιδεινώνεται, συμβαίνει α) αύξηση μετατόπισης του δίσκου, β) ο ρυθμός παραμόρφωσης αυξάνεται σημαντικά, άμεσα μετά την εφαρμογή φορτίου. Modified and adapted from Kazarian, Creep characteristics of the human spinal column. Orthop Clin Journal of The Spinal Research Foundation,(1975)

Οι αλλαγές της εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου στη δομή και οι μεταβολές στην κατανομή των φορτίων, έχουν ως αποτέλεσμα την άνιση κατανομή φορτίων στον πηκτοειδή πυρήνα και τις αρθρώσεις των facets. Τα συμπιεστικά φορτία στο σπονδυλικό τόξο αυξάνουν με την ηλικία, ως αποτέλεσμα εκφυλιστικής δισκικής νόσου (εικόνα 19).



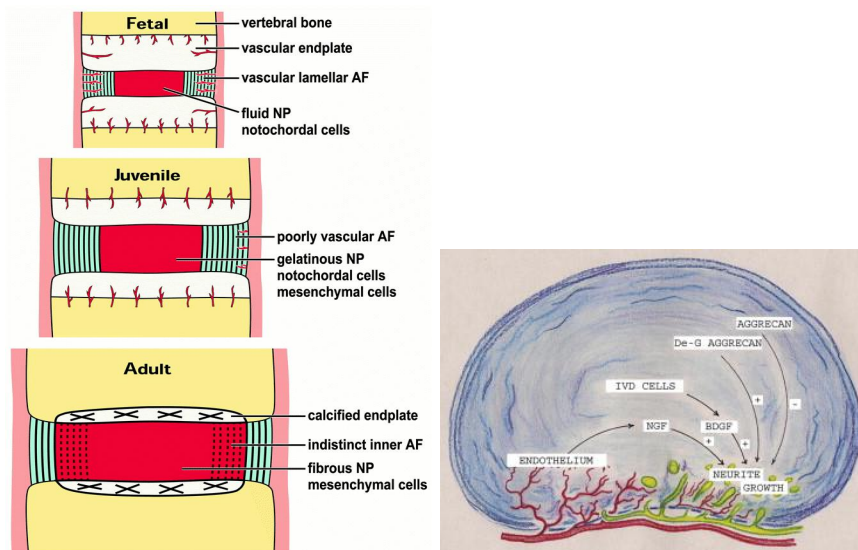
ΕΙΚΟΝΑ 19. Πίνακας αποτελεσμάτων οσφυϊκής δισκικής εκφύλισης σε ανακατανομή συμπιεστικών φορτίων. Σε υγιή δίσκο το 8% αποτελεί την εφαρμογή συμπιεστικών φορτίων στο σπονδυλικό τόξο, ενώ σε εκφυλισμένο δίσκο αποτελεί το 40%. Spine Biomechanics and Age, Aakash Agarwal et al, 2012.

Οι σπονδυλικές μονάδες με υψηλά φορτία στο σπονδυλικό τόξο, παρουσιάζουν οστική απώλεια εντός του σπονδυλικού σώματος, υπερτροφία στις αρθρώσεις των facets και στο ζεύγος διάρθρωσης (pars interarticularis).³²

Οι μεσοσπονδύλιοι δίσκοι υφίστανται μεταβολές ως αποτέλεσμα γήρανσης, αλλά ο βαθμός και η έκταση ποικίλλει τόσο μεταξύ τους, όσο και μεταξύ των ατόμων.

Μελέτες επιβεβαιώνουν την εκφύλιση μεσοσπονδυλίου δίσκου μετά την δεύτερη δεκαετία ζωής.³

Άμεσα μετά τη γέννηση αυξάνεται η διάμετρος και το ύψος του μεσοσπονδυλίου δίσκου σε συνδυασμό με την ανάπτυξη του ατόμου. (εικόνα 20).



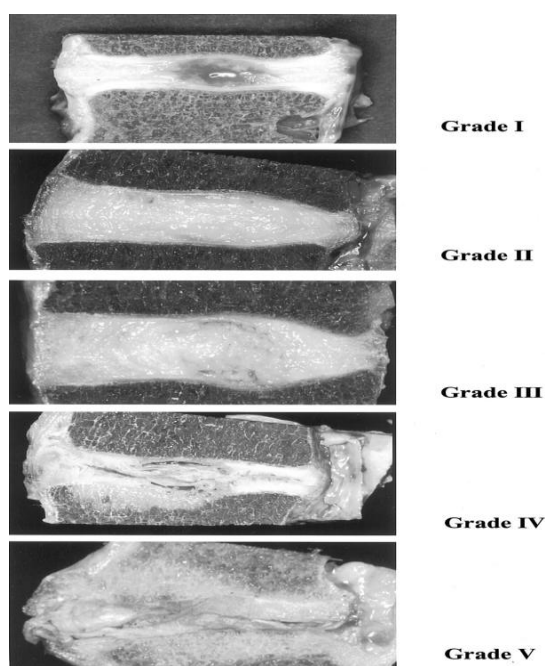
ΕΙΚΟΝΑ 20.

Κατασκευή του ανθρώπινου μεσοσπονδυλίου δίσκου, κατά την εμβρυϊκή, παιδική και ενήλικη περίοδο της ζωής. Η εικόνα παρουσιάζει μια αναπαράσταση του μεσοσπονδυλίου δίσκου στις παραπάνω περιόδους, ο οποίος οριοθετείται πλάγια από τους επιμήκεις συνδέσμους της σπονδυλικής στήλης και αξονικά από τις χόνδρινες τελικές σπονδυλικές πλάκες. Κατά την εμβρυϊκή περίοδο, οι τελικές πλάκες είναι πεπλατυσμένες και ο πηκτοειδής πυρήνας είναι πλούσιος σε πρωτεογλυκάνες και κύτταρα της νωτιαίας χορδής. Στην παιδική ηλικία, οι χόνδρινες τελικές πλάκες μειώνονται σε πλάτος, η αιμάτωση του ινώδους δακτυλίου, ενώ μειώνεται και ο πηκτοειδής πυρήνας και γίνεται περισσότερο ζελατινώδης, εξαιτίας της αύξησης του κολλαγόνου. Επίσης έχουμε σταδιακή αντικατάσταση των νωτιοχονδριακών κυττάρων με μεσεγγυματικά κύτταρα. Στην ενηλικίωση, οι χόνδρινες τελικές πλάκες στενεύουν, δεν καλύπτουν όλο το πηκτοειδή πυρήνα, ασβεστοποιούνται, με αποτέλεσμα την μείωση αιμάτωσης του μεσοσπονδυλίου δίσκου (Roughley P.J., 2004).

Κατά την διάρκεια της σκελετικής ανάπτυξης ο δισκικός όγκος αυξάνει, με αποτέλεσμα τα αγγεία του ινώδους δακτυλίου και των τελικών πλακών να μειώνονται σε αριθμό και σε μέγεθος, ενώ ο αριθμός των κυττάρων νωτιαίας χορδής ελαττώνεται. Στη συνέχεια πολλά από τα περιφερικά αιμοφόρα αγγεία εξαφανίζονται, ενώ ο ινώδης δακτύλιος επεκτείνεται σε βάρος του πηκτοειδούς πυρήνα. Τέλος αναπτύσσεται μυξωματώδης εκφύλιση με ρήξεις και σχισμές στο δίσκο, που επεκτείνονται από κεντρικά στα περιφερικά τμήματα του μεσοσπονδυλίου δίσκου.

Όμως αλλαγές στη σύνθεση και δομή του δίσκου προηγούνται των αλλαγών της αδρής μορφολογίας του. Αλλαγές του δίσκου σε σχέση με την ηλικία αρχίζουν αμέσως μετά την γέννηση. Αλλαγές στο μέγεθος του δίσκου, τη σύνθεση, την αιματική παροχή, τη συγκέντρωση πρωτεογλυκανών και ύδατος προηγούνται κατά την ανάπτυξη του ατόμου, πολύ πριν την εμφάνιση της εκφύλισης του δίσκου. Οι σημαντικότερες αλλαγές συμβαίνουν στον πηκτοειδή πυρήνα, όπου η συγκέντρωση πρωτεογλυκανών και ύδατος μειώνονται σε συνδυασμό με την ελάττωση του αριθμού των βιώσιμων κυττάρων της θεμέλιας ουσίας.^{5,6} Η εκφύλιση του μεσοσπονδυλίου δίσκου συνεπάγεται, αφυδάτωση, μείωση του ύψους του, μείωση της ελαστικότητας του, σκλήρυνση του δικτύου των κολλαγόνων ινών.

Η δισκική εκφύλιση ταξινομείται κατά Thompson's Classification 1990 σύμφωνα με την μελέτη σε πέντε στάδια (grades) (εικόνα 21,22).⁷



EIKONA 21. (Thomson J.P. και συν, 1990)



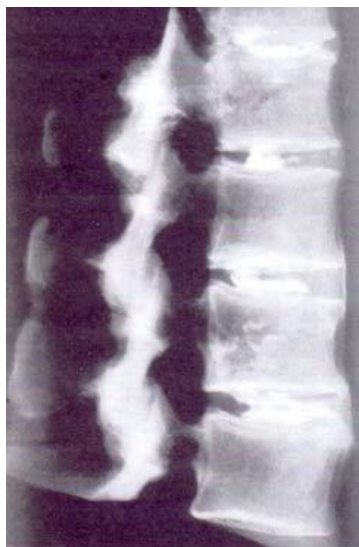
EIKONA 22: Οι 5 βαθμοί εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου κατά Thompson. Στα στάδια I έως V παρατηρείται προοδευτική απώλεια του ύψους του μεσοσπονδυλίου δίσκου με συνοδό αποδιοργάνωση των δομών του πηκτοειδούς πυρήνα, ινώδη δακτυλίου, επιφυσσιακών τελικών πλακών καθώς και σχηματισμός υποχόνδριου οστού. (Thomson J.P. και συν, 1990).

Η ταξινόμηση Thompson συνίσταται σε μακροσκοπική απεικόνιση:

- αποτυχία κυτταρικής δραστηριότητας.
- κύτταρα μη περαιτέρω ικανά να διατηρήσουν την θεμέλια ουσία.
- η θεμέλια ουσία χάνει την οργάνωση.
- εκφύλιση των μακρομορίων.
- απόπτωση και κυτταρικός θάνατος,

ενώ η ταξινόμηση Adams συνίσταται σε ραδιογραφική απεικόνιση(εικόνα 23)^{58,66}:

- Ενυδατωμένος ,μαλακός ,άμορφος πηκτοειδής πυρήνας χωρίς σημεία εκφύλισης.
- Ο πηκτοειδής πυρήνας αρχίζει να μεταβάλλεται και να ενώνεται με τον ινώδη δακτύλιο, αρχικά σημεία εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου.
- Εκφύλιση μεσοσπονδυλίου δίσκου με σχισμές στον πηκτοειδή πυρήνα και στον έσω ινώδη δακτύλιο.
- Εκφυλισμένος μεσοσπονδύλιος δίσκος με ακτινωτές σχισμές και ρήξεις μέχρι τον έξω ινώδη δακτύλιο.
- Μεγάλη πλήρη ακτινωτή σχισμή με διαφυγή δισκικού υλικού μετά από έγχυση στο δίσκο.



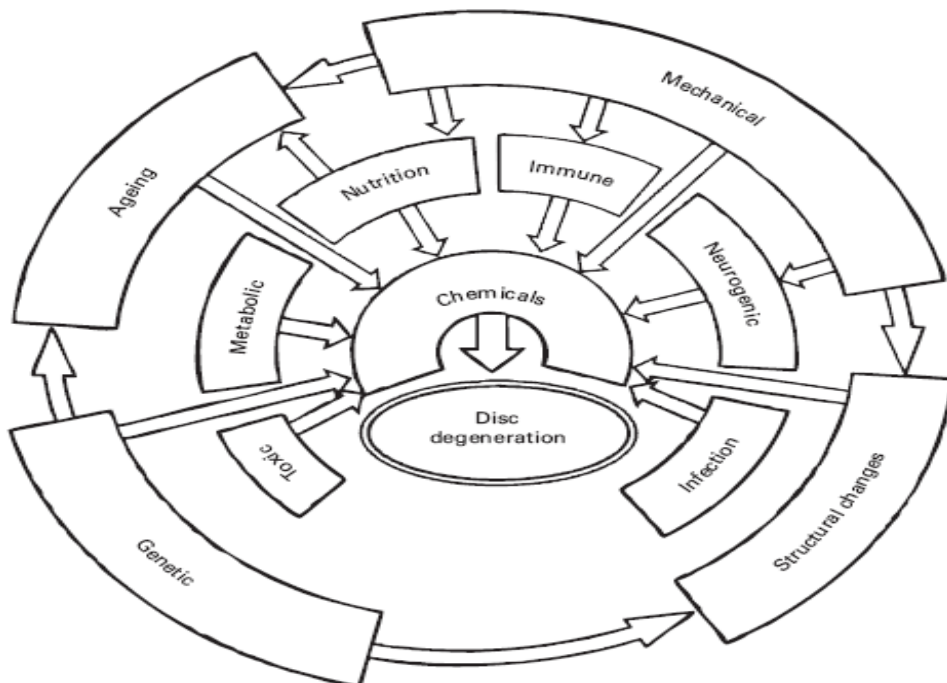
EIKONA 23.Adams classification Krismer M. και συν., 2000.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Παθοφυσιολογία εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου

Η παθοφυσιολογία εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου έχει μελετηθεί εκτενέστερα και έχει ένα σύνθετο πολύ- παραγοντικό μηχανισμό. Στην εκφύλιση του μεσοσπονδυλίου δίσκου ενοχοποιούνται επιβαρυντικοί γενετικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες. Οι ιδιότητες του μεσοσπονδυλίου δίσκου οφείλονται στη δομή του, την λειτουργική του κατασκευή και την εμβιομηχανική του ικανότητα. Μελετώντας την δισκική εκφύλιση η North American Spine Society Consensus Committee, χαρακτηρίζει τις αλλαγές του μεσοσπονδυλίου δίσκου από αφυδάτωση, ίνωση, ρωγμώδεις σχηματισμοί στον πηκτοειδή πυρήνα, ρωγμώδεις και κολλαγνώδεις εκφύλιση του ινώδους δακτύλιου, διάβρωση και σκλήρυνση των επιφυσιακών πλακών και δημιουργία οστεοφύτων στις σπονδυλικές αποφύσεις. Παράγοντες συμπεριλαμβανομένων των μηχανικών παραγόντων, όπως η συμπιεστική φόρτιση, η διατμητική πίεση και κραδασμοί, καθώς επίσης η γήρανση, γενετικοί, συστηματικοί και τοξικοί παράγοντες μπορεί να οδηγήσουν στην εκφύλιση του δίσκου διαμέσου βιοχημικών αντιδράσεων.

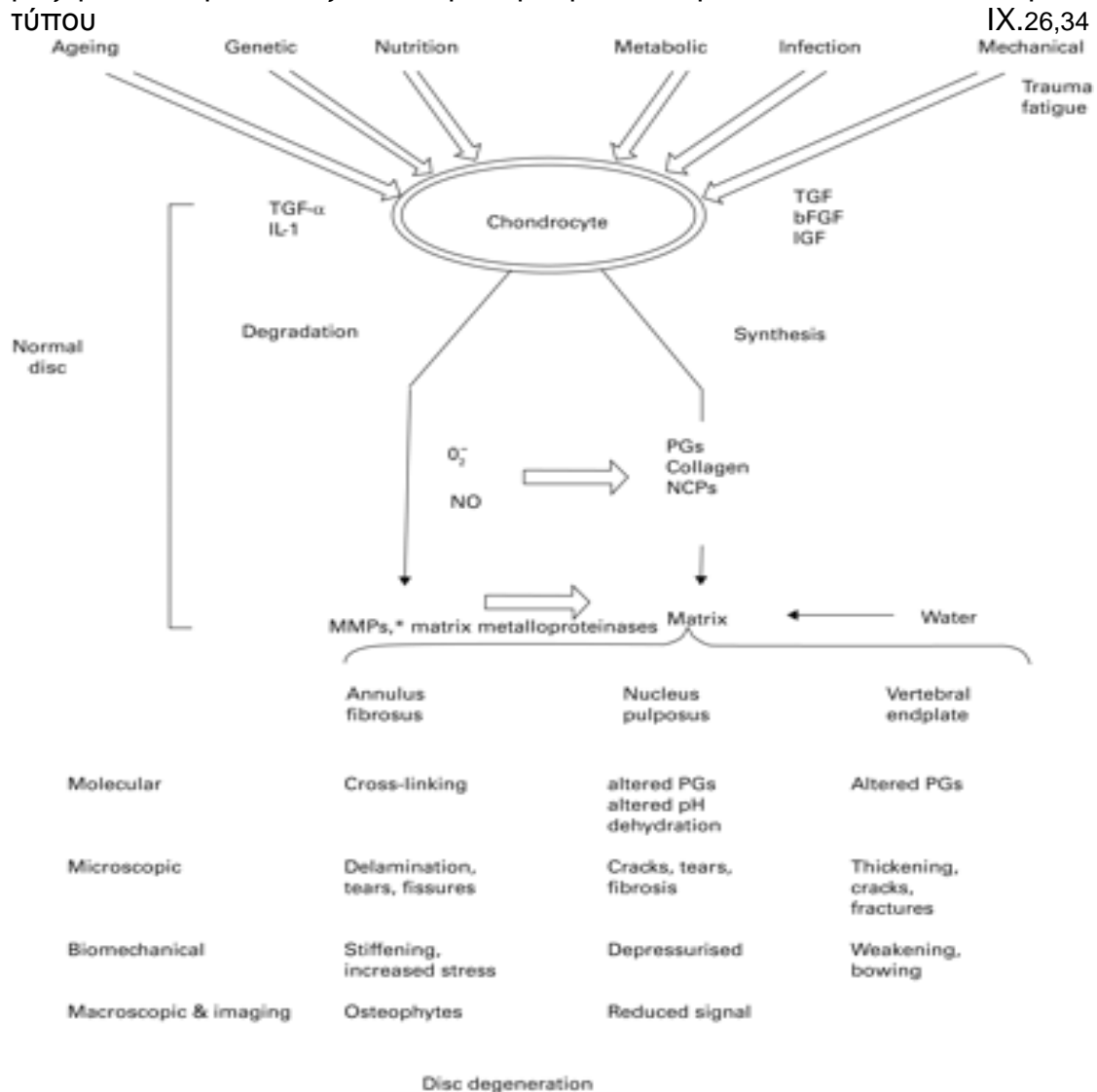
Μηχανικοί παράγοντες μπορεί να προκαλέσουν βιοχημικές αντιδράσεις, οι οποίες μπορεί να προωθήσουν βιολογικές αλλαγές γήρανσης, η οποία μπορεί να επιταχυνθεί με γενετικούς παράγοντες. Η αποδόμηση της μοριακής κατασκευής του δίσκου κατά την διάρκεια γήρανσης καθιστά τον δίσκο επιρρεπή σε μηχανικές κακώσεις.¹⁶



ΕΙΚΟΝΑ 24: Ο παραπάνω πίνακας απεικονίζει την πολυπαραγοντική παθοφυσιολογία εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου. **A.Hadjipavlou et al JBJS 2008.**

Σύμφωνα με μελέτη του καθηγητή Χατζηπαύλου, η εκφύλιση του μεσοσπονδύλιου δίσκου είναι ηλικιακά εξαρτώμενη και κυτταρικά ρυθμιζόμενη μοριακή καταβολική διεργασία. Γενετικά επηρεαζόμενη, αλλά επιταχυνόμενη από διατροφικούς και μηχανικούς παράγοντες και δευτεροπαθώς από τοξικές ή μεταβολικές επιδράσεις(εικόνα 24).16

Σε μοριακό και κυτταρικό επίπεδο ο υγιής μεσοσπονδύλιος δίσκος (IVD), έχει παρόμοια συστατικά του αρθρικού χόνδρου. Χονδροκύτταρα συνθέτουν κολλαγόνο τύπου II, πρωτεογλυκάνες, μη κολλαγονούχες πρωτεΐνες και συλλογικά σχηματίζουν τη θεμέλια ουσία του πηκτοειδούς πυρήνα και της χόνδρινης επιφυσιακής πλάκας, ενώ ινοβλάστες συνθέτουν κολλαγόνο τύπου I και II για τον ινώδη δακτύλιο (εικόνα 25). Πρωτεογλυκάνες αναμειγνύονται μαζί με υαλουρονικό οξύ και περαιτέρω με κολλαγόνο τύπου II και κολλαγόνο τύπου



ΕΙΚΟΝΑ 25.

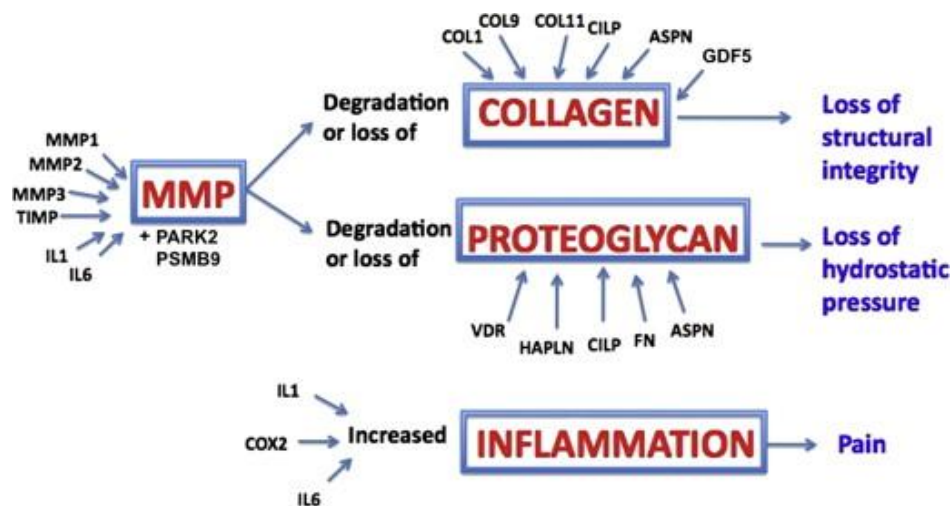
Μοντέλο δισκικής εκφύλισης. A.Hadjipavlou et al JBJS 2008.

Σε υγιή δίσκο τα χονδροκύτταρα συνδράμουν σε μία ισορροπία ανάμεσα στη σύνθεση και την αποδόμηση της θεμέλιας ουσίας, η οποία μπορεί να διαταραχθεί από μία ποικιλία αιτιολογικών παραγόντων σε μοριακό,

βιοχημικό, μικροσκοπικό και μακροσκοπικό επίπεδο. Η σύνθεση προάγεται από αυξητικούς παράγοντες όπως TGF, bFGF, IGF, ενώ η αποδόμηση ενεργοποιείται από την ανάδειξη φλεγμονωδών παραγόντων όπως TNF-α, IL-1, NO.

Η εκφύλιση του δίσκου θα συμβεί όταν η θεμέλια ουσία δεν είναι φυσιολογική. Σε μοριακό επίπεδο η εκφύλιση θα προκύψει από την παραγωγή μη φυσιολογικών συστατικών από τη θεμέλια ουσία ή από μία αύξηση μεσολαβητών αποδόμησης της θεμέλιας ουσίας (IL-1, TNF-α, υπεροξειδίου και νιτρικού οξειδίου), από τις μεταλλοπρωτεϊνάσες (MMPs) και τη μείωση επιπέδων αναστολέων των μεταλλοπρωτεϊνών (TIMPs).

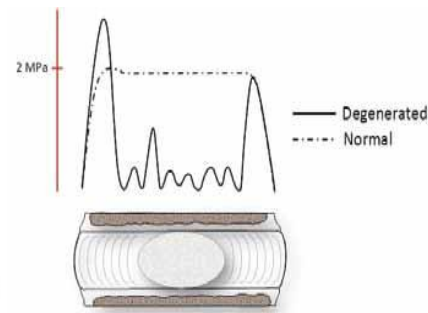
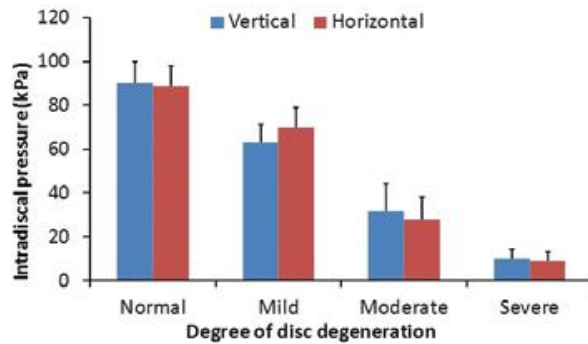
Η αύξηση συγκέντρωσης αυξητικών παραγόντων (bFGF, TGF), αντανakλά προσπάθειες να αποκαταστήσει την αποδομημένη θεμέλια ουσία (εικόνα 25,26). 33,34



EIKONA 26.

Genetic polymorphisms associated with intervertebral disc degeneration. The Spine Journal, J.E. Mayer, J.C. Iatridis et al, 2013.

Η αφυδάτωση του πηκτοειδούς πυρήνα με την πάροδο του χρόνου, οδηγεί σε αύξηση των φορτίων εντός του ινώδους δακτυλίου και μείωση του ύψους του δίσκου. Η μείωση ενυδάτωσης του δίσκου επίσης, έχει ως αποτέλεσμα μείωση της ενδοδισκικής του πίεσης, αφήνοντας τις κολλαγόνες ίνες του ινώδους δακτυλίου με μικρότερη πίεση, μεταφέροντας στο εξής μεγαλύτερα φορτία συμπίεσης διαμέσου του ινώδους δακτυλίου. Το φαινόμενο αυτό οδηγεί σε αύξηση της τμηματικής κινητικότητας και αύξηση των διατμητικών δυνάμεων στο τοίχωμα του ινώδους δακτυλίου με αποτέλεσμα την δημιουργία σχισμών και ρήξεων στο τοίχωμά του. Η δημιουργία ρήξεων- σχισμών ευαισθητοποιεί αλγούποδοχείς με συνέπεια την εμφάνιση επίμονου άλγους. (εικόνα 27α,β).31



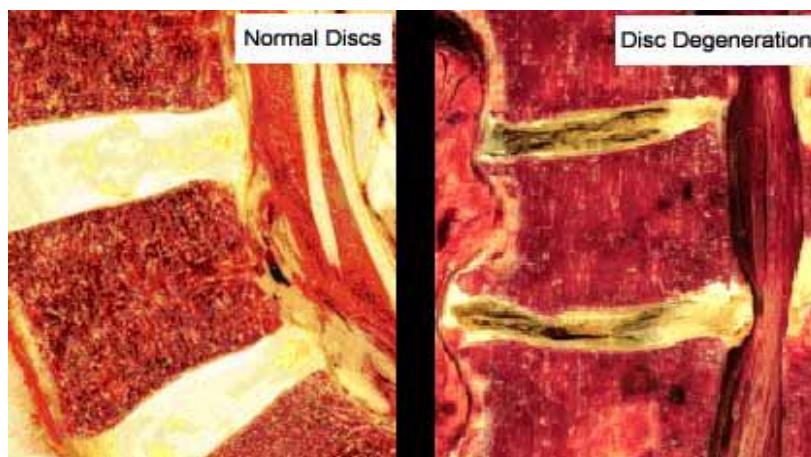
ΕΙΚΟΝΑ 27β.

α. Σύγκριση από την πίεση φορτίων ανάμεσα σε υγιή και εκφυλισμένο δίσκο. Παρατηρείται μία οροσειρά κατά την πίεση φορτίου σε υγιή δίσκο, ενώ σε εκφυλισμένο δίσκο παρατηρούνται ακίδες στο τμήμα του ινώδους δακτυλίου και μείωση φορτίων στον πηκτοειδή πυρήνα.

β. Ο πίνακας απεικονίζει την μείωση της ενδοδισκικής πίεσης με αύξηση βαθμού της δισκικής εκφύλισης. Stress distributions inside intervertebral discs: the validity of experimental "stress profilometry, McMillan, D.W. McNally, D.S. Garbutt, G. & Adams, M.A 1996.

ΕΙΚΟΝΑ 27α.

Σε μακροσκοπικό και μικροσκοπικό επίπεδο η εκφύλιση θα γίνει εμφανής με τη μορφή κατασκευαστικών αλλαγών και ελαττωμάτων, προκαλούμενα από την αλλαγή θεμέλιας ουσίας ή μειωμένης λειτουργίας του δίσκου (εικόνα 28). Τα περισσότερα στοιχεία δείχνουν μια διαδικασία σχετιζόμενη με την ηλικία, η οποία επηρεάζεται κυρίως από μηχανικούς και γενετικούς παράγοντες.



ΕΙΚΟΝΑ 28. Απεικόνιση υγιούς και εκφυλισμένου δίσκου.

- Μακροσκοπικό μικροσκοπικό επίπεδο
- Βιοχημικό κυτταρικό μοριακό επίπεδο

3.2 Μηχανισμοί εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου

Πιθανοί μηχανισμοί εκφύλισης θεωρούνται, η μείωση της θρέψης των κυττάρων, η μείωση της συγκέντρωσης βιώσιμων κυττάρων, η μείωση της συγκέντρωσης των πρωτεογλυκανών και ύδατος, η τροποποίηση των πρωτεϊνών της θεμέλιας ουσίας, η γήρανση των κυττάρων, η συγκέντρωση μακρομορίων από τη διάσπαση της θεμέλιας ουσίας, η μηχανική αποτυχία της θεμέλιας ουσίας.¹⁴

Η εκφύλιση του μεσοσπονδυλίου δίσκου, είναι πολύ-παραγοντική με επιβαρυντικούς γενετικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες.

Σήμερα αρκετοί παράγοντες ενοχοποιούνται για την εκφύλιση του μεσοσπονδυλίου δίσκου, όπως η αύξηση σωματικού βάρους, το φύλο, η ηλικία, η άρση βαρέων αντικειμένων^{9,10}, η επίδραση του καπνίσματος³⁵, η κατανάλωση οινοπνεύματος, η έντονη φυσική δραστηριότητα και άθληση, οι κραδασμοί, η οδήγηση, ο σακχαρώδης διαβήτης.

3.2.1 Παράγοντες εκφύλισης

A. Η ηλικία

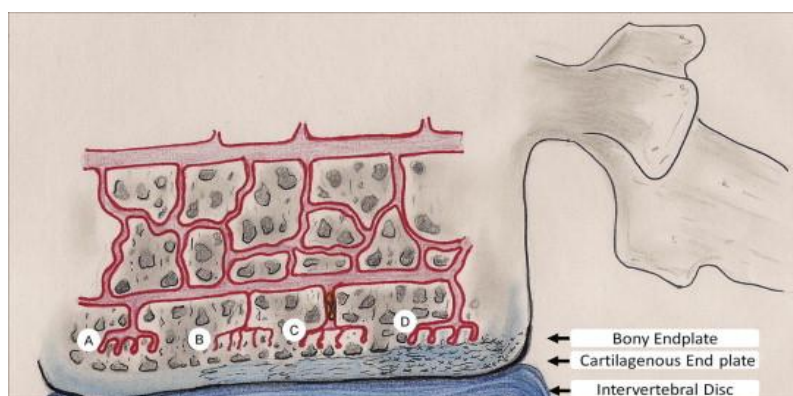
Στην αύξηση της ηλικίας ο Miller και συνεργάτες του, σε μελέτη 600 autopsy specimens (δειγμάτων), διαπίστωσαν συσχέτιση μεταξύ της αύξησης της ηλικίας και της εκφύλισης του δίσκου, μετά την ηλικία των 50 ετών σε ποσοστό 95%, ενώ το ποσοστό εκφύλισης στις γυναίκες εμφανιζότανε 10 έτη αργότερα σε σχέση με τους άντρες.⁴¹ Με την αύξηση της ηλικίας τα αιμοφόρα αγγεία των τελικών πλακών μειώνονται και τελικά εξαφανίζονται κατά την 3^η δεκαετία της ζωής. Επομένως αλλαγές συμβαίνουν με την αύξηση ηλικίας του μεσοσπονδυλίου δίσκου. Ατομικά και συλλογικά αυτές οι αλλαγές αντανακλούν, καταστρέφοντας την σύνθεση της θεμέλιας ουσίας.

Η συγκέντρωση των κυττάρων μέσα στο δίσκο ελαττώνεται με την ηλικία, ειδικά στον ινώδη δακτύλιο.^{24,25} Ο ρυθμός σύνθεσης πρωτεογλυκανών μειώνεται, όπως και η συγκέντρωση πρωτεογλυκανών μέσα στον πυρήνα. Οι πρωτεογλυκάνες παράγονται μικρότερες και λιγότερες συνολικά, εξαιτίας ελάττωσης στην σύνθεση πρωτεϊνών και κολλαγόνου τύπου IX. Η συγκέντρωση της θειικής χονδροϊτίνης ελαττώνεται, με αποτέλεσμα αύξηση στην αναλογία από θειική κερατάνη. Η περιεκτικότητα του κολλαγόνου από τον πηκτοειδή πυρήνα αυξάνει και αλλαγές από τύπο II σε τύπο I κολλαγόνου, καθιστούν τον πυρήνα περισσότερο ινώδη. Η διάκριση ανάμεσα στον πυρήνα και τον ινώδη δακτύλιο γίνεται λιγότερο εμφανής, καθώς οι δύο περιφέρειες ενώνονται. Οι μη κολλαγονούχες πρωτεΐνες στον πηκτοειδή πυρήνα αυξάνονται. Αύξηση κολλαγόνου και αύξηση κολλαγόνου-πρωτεογλυκανών, αφήνουν λιγότερο περιφερειακές ομάδες πρωτεογλυκανών διαθέσιμες να δεσμεύσουν νερό. Ο πυρήνας γίνεται σταδιακά περισσότερο συμπαγής, ξηρός και κοκκιωματώδης και εμφανίζονται ρωγμές στον αφυδατωμένο ινώδη πυρήνα. Οι ίνες κολλαγόνου από τον ινώδη δακτύλιο αυξάνουν σε πάχος και γίνεται όλο και περισσότερο ινώδης. Η αιτία των αλλαγών αυτών ενώ έχουν περιγραφεί, δεν είναι γνωστή. Κύτταρα από τους μεσοσπονδυλίους δίσκους υφίστανται γήρανση και χάνουν την ικανότητα τους να πολλαπλασιαστούν. Η γήρανση των κυττάρων αυτών ίσως προκαλέσει εκφύλιση από μειωμένο αναβολισμό ή αυξημένο καταβολισμό. Η κήλη μεσοσπονδυλίου δίσκου σχετίζεται με αυξημένο βαθμό γήρανσης.

Η συσσωρευμένη κυτταρική γήρανση, μειώνει την ικανότητα του δίσκου να αντικαταστήσει την κυτταρική έλλειψη και οδηγούνται σε κυτταρική νέκρωση ή απόπτωση. Ωστόσο κάποια χαρακτηριστικά εκφύλισης του δίσκου δεν σχετίζονται με την ηλικία, όπως για παράδειγμα οι εκφυλιστικές αλλαγές οι οποίες επιδεικνύονται στα χαμηλότερα οσφυϊκά επίπεδα, πολύ πιο συχνά από ότι στα υψηλότερα επίπεδα, αλλαγές που αποδεικνύουν αιτιολογικό παράγοντα την μηχανική φόρτιση, παρά τη γήρανση του δίσκου.

Β. Το κάπνισμα

Στο κάπνισμα ο ρόλος της νικοτίνης εντοπίζεται στις αγγειακές δέσμες των τελικών επιφυσιακών πλακών, μέσω των οποίων γίνεται η αιματική παροχή, προκαλώντας αγγειοσυστολή των τριχοειδών αγγείων καθώς και αθηροσκλήρωση(εικόνα 29).³⁵



ΕΙΚΟΝΑ 29: Η εικόνα απεικονίζει τις συνθήκες, οι οποίες μπορούν να διακινδυνεύσουν τον ανεφοδιασμό αιμάτωσης της χόνδρινης επιφυσιακής πλάκας.

A. υγιής κατάσταση, B. αγγειοσυσταλτική διαδικασία σε έκθεση νικοτίνης προκαλεί στένωση των τελικών τριχοειδών αγγείων, Γ. αγγειοεμφρακτική διαδικασία όπως αθηροσκλήρωση.

The molecular basis of intervertebral disc degeneration, *The Spine Journal*, Christopher K. Kepler et al 2013.

Γ. Άρση βάρους- Δραστηριότητα

Με την αύξηση δραστηριότητας – άθληση, η επίδραση της άσκησης είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων καθώς η αυξημένη κατανάλωση O₂ που απαιτείται, είναι ανάλογη με τη συχνότητα, τη διάρκεια, τη δυσκολία και την ηλικία έναρξης. Μελέτες σε αθλητές υψηλών επιδόσεων στίβου, ποδοσφαιριστές, καλαθοσφαιριστές, βολειμπολίστες, παρατηρείται λόγω αυξημένων κραδασμών σε άλματα και πτώσεις, επίδραση συμπιεστικών, διατακτικών, διατμητικών δυνάμεων με αποτέλεσμα επιδείνωση της εκφύλισης του δίσκου.⁵⁷ Κατά την ανύψωση βάρους, η άρση βαρέων αντικειμένων αυξάνει την ενδοδισκική και ενδοκοιλιακή πίεση, αυξάνοντας τον κίνδυνο εκφύλισης και πρόκλησης κήλης μεσοσπονδυλίου δίσκου.

Δ. Σακχαρώδης διαβήτης

Μελέτες σε πειραματικό στάδιο ενοχοποιούν την υπεργλυκαιμία στην εκφύλιση του μεσοσπονδυλίου δίσκου σε ασθενείς που πάσχουν από τη νόσο, καθώς θεωρείται αιτία μείωσης της συγκέντρωσης των πρωτεογλυκανών, επηρεάζοντας την θρέψη, προάγοντας έτσι την αφυδάτωση του μεσοσπονδυλίου δίσκου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Απεικονιστικός έλεγχος

4.1 Ακτινογραφίες

Αποτελεί τη βασική απεικονιστική μέθοδο της σπονδυλικής στήλης.

Προσθοπίθια ,πλάγια και λοξές λήψεις ακτινογραφιών θα πρέπει αρχικά να μελετηθούν και να εκτιμηθούν κατά μήκος της σπονδυλικής στήλης για μετωπιαία και οβελιαία ευθυγράμμιση, με σκοπό την παρουσία εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου, παραμορφώσεων, στένωσης, κακοήθειας, αθηροσκλήρωσης.

Οι ακτινογραφίες σε κάμψη και έκταση (δυναμικές)πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σε περίπτωση σπονδυλολίστεσης ή οπίσθιας συνδεσμικής αστάθειας.

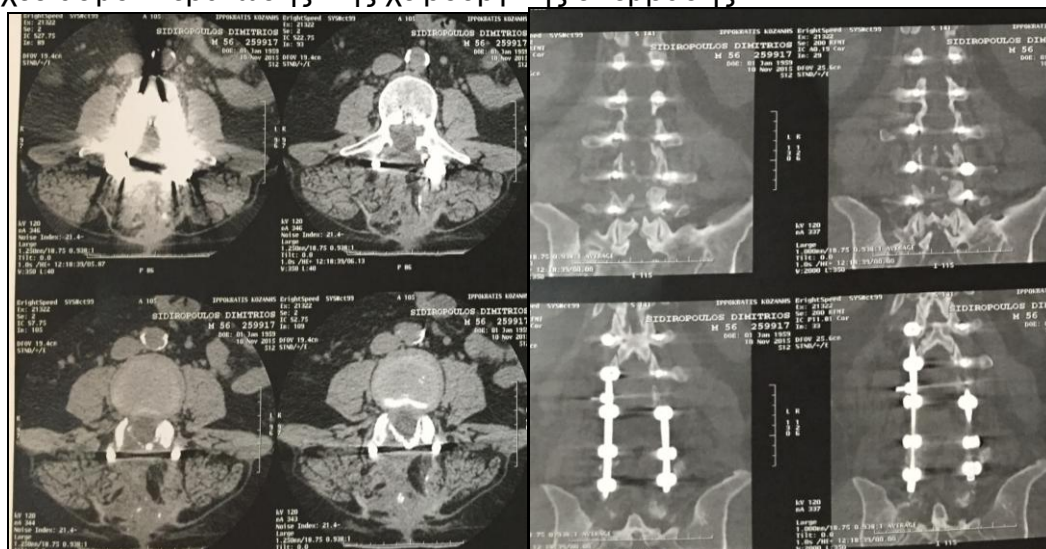
4.2 CT Μυελογραφία

Η CT μυελογραφία είναι χρήσιμη για τον καθορισμό εκτίμησης, σε περίπτωση κεντρικής και πλάγιας νωτιαίας σπονδυλικής στένωσης.

Η οβελιαία και μετωπιαία ανασύσταση είναι χρήσιμες σε περίπτωση εκτίμησης αρθροδεσίας. Η μυελογραφία βοηθά στην εκτίμηση πίεσης νευρικών ριζών αλλά δεν βοηθά στην αναγνώριση παθολογίας του δίσκου, εκτός εάν συνδυαστεί με αξονική τομογραφία.

4.3 CT Αξονική τομογραφία(Computerized Tomography)

Η αξονική τομογραφία αποτελεί μία σημαντική διαγνωστική μέθοδο απεικόνισης χρησιμοποιώντας ιονίζουσα ακτινοβολία, με τη βοήθεια περιστρεφόμενης λυχνίας. Η απεικόνιση της αξονικής τομογραφίας επεξεργάζεται από υπολογιστή και δίδεται ανάλογα ως εικόνα με εικονοστοιχεία(pixels). Με τη βοήθεια επεξεργασίας σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, δημιουργείται και η τρισδιάστατη ανασύσταση απεικόνισης της αξονικής τομογραφίας (3D reconstruction),η χρήση της οποίας είναι σημαντική σε περιπτώσεις πολύπλοκων καταγμάτων, εξάρθρημάτων, δίνοντας στον χειρουργό την καλύτερη εκτίμηση για τον προεγχειρητικό σχεδιασμό περάτωσης της χειρουργικής επέμβασης.



ΕΙΚΟΝΑ 30. (Αρχείο)

Μετεγχειρητική απεικόνιση οπίσθιας σπονδυλοδεσίας O1-O5 με CT αξονική τομογραφία.

Χρησιμοποιείται επίσης προεγχειρητικά και μετεγχειρητικά σε περιπτώσεις σπονδυλοδεσίας, προκειμένου να ελεγχθούν οι αυχένες (pedicles) μετά την έλευση διαυχενικής βίδας (γωνία, κλίση) (εικόνα 30). Ο συνδυασμός συνεκτίμησης με μαγνητική τομογραφία, δισκογράφημα αποτελεί τον καλύτερο προεγχειρητικό σχεδιασμό για τον χειρουργό. Μειονέκτημα για τον ασθενή αποτελεί η πλούσια επιβλαβή ιονίζουσα ακτινοβολία, την οποία λαμβάνει ο χειρουργός και ο ασθενής κατά την διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης⁶³. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να λαμβάνονται κανόνες ακτινοπροστασίας, όπως μπλούζες μολύβδου, γάντια, γυαλιά με σκοπό την μείωση στην έκθεση της ιονίζουσας ακτινοβολίας.

4.4 Δισκογράφημα

Το δισκογράφημα είναι μια ελάχιστα επεμβατική διαγνωστική μέθοδος με την οποία αξιολογείται η φυσιολογία και ανατομία του μεσοσπονδυλίου δίσκου, ενώ την ίδια στιγμή δύναται να διενεργήσει δοκιμασίες αύξησης της πίεσης στην περιοχή του πηκτοειδούς πυρήνα και πρόκλησης πόνου, παρόμοιου ή όχι με αυτόν που παρουσιάζει ο ασθενής. Το δισκογράφημα ουσιαστικά ελέγχει το δισκογενή πόνο του ασθενούς, δηλαδή τον πόνο που προκαλείται μέσα από τον μεσοσπονδύλιο δίσκο. Το δισκογράφημα μπορεί να αποτελέσει χρήσιμη επικουρική διαγνωστική μέθοδο σε δύσκολα περιστατικά. Συνήθως διενεργείται όταν έχουν εξαντληθεί τα υπόλοιπα διαγνωστικά μέσα (μαγνητική τομογραφία, αξονική τομογραφία, αξονική μυελογραφία) και υπάρχει ακόμα αμφιβολία για τη διάγνωση και την περιοχή που προκαλεί πόνο. Συνήθως όταν διενεργείται το δισκογράφημα, ο ασθενής έχει ήδη εξαντλήσει πολλές από τις συντηρητικές μεθόδους θεραπείας και ο χειρουργός σχεδιάζει το πλάνο προς τη χειρουργική επέμβαση. Μερικές φορές μπορεί να διεξαχθεί και ως αναλγησία (αναλγητικό δισκογράφημα). Αποτελεί επίσης απαραίτητη εξέταση πριν από την διενέργεια θεραπευτικών μέτρων, όπως η μέθοδος δισκοπλαστικής με έγχυση discogel και η μέθοδος αναλγησίας δισκογενούς πόνου (θεραπεία με ραδιοσυχνότητες).



ΕΙΚΟΝΑ 31. Απεικόνιση διενέργειας δισκογραφήματος.

Το δισκογράφημα διενεργείται όπως όλες οι τοπικές εγχύσεις της σπονδυλικής στήλης στο σημείο εισόδου της βελόνας και στο επίπεδο του δίσκου που απαιτείται, με την βοήθεια ειδικού ακτινοσκοπικού μηχανήματος παρακολουθείται η πορεία της σκιαγραφικής ουσίας προς τον μεσοσπονδύλιο δίσκο. Όταν εισέλθει η βελόνα μέσα στον δίσκο προωθείται προς το κέντρο αυτού και τελικά εγχύεται σκιαγραφική ουσία (εικόνα 31). Η σκιαγραφική ουσία θα απεικονίσει την ανατομία του μεσοσπονδύλιου δίσκου (ταξινόμηση κλίμακας Dallas), αλλά το πιο σημαντικό θα αυξήσει την πίεση στην περιοχή η οποία αν είναι επώδυνη θα προκαλέσει πόνο. Ο ασθενής θα επιβεβαιώσει ότι ο πόνος που προκλήθηκε μοιάζει με τον πόνο που έχει και τον απασχολεί. Επομένως η αξιολόγηση της εξέτασης εκτός από την εμπειρία του ορθοπαιδικού, θέτει και την συμμετοχή του ασθενούς και αυτή είναι η πιο σημαντική παράμετρος της σωστής ερμηνείας του δισκογραφήματος.

4.5 Μαγνητική τομογραφία (MRI) απεικόνιση σε δισκική εκφύλιση

Η μαγνητική τομογραφία είναι το σπουδαιότερο απεικονιστικό εύρημα στη διάγνωση της σπονδυλικής στήλης, δίνοντας μία ακριβή ανατομική εικόνα, η οποία θα πρέπει να συνεκτιμάται με τα ευρήματα της κλινικής εξέτασης. Διαθέτει το πλεονέκτημα να μπορεί να ανιχνεύσει το βαθμό αφυδάτωσης του μεσοσπονδύλιου δίσκου.

Η απεικόνιση μαγνητικής τομογραφίας με τη χρήση σκιαγραφικού μέσου γαδολινίου (gadolinium), αποτελεί την σημαντικότερη πηγή διερεύνησης της εκφύλισης του μεσοσπονδύλιου δίσκου και ειδικότερα για τη διαφορική διάγνωση όπως για παράδειγμα μίας δισκοκήλης με συνοδό νευρολογική σημειολογία ,από ένα νεύρωμα ή όγκο, ενώ σημαντική είναι η δυνατότητα απεικόνισης στην περίπτωση καταγμάτων με ακρίβεια διάγνωσης στο 97%.⁶⁸ Λόγω της απεικονιστικής δυνατότητας σε τρία επίπεδα ,της μηδενικής ακτινοβολίας κατά την διάρκεια της εκτέλεσης και της υψηλής ανάλυσης (Tesla), αποτελεί σημαντικότερο μέσο βοήθειας συνεργασίας διαγνωστικών πληροφοριών.

Τα ευρήματα της **μαγνητικής τομογραφίας(MRI) Magnetic Resonance Imaging** σε δισκική εκφύλιση, περιλαμβάνουν την μείωση έντασης υψηλού σήματος από το μεσοσπονδύλιο δίσκο στην T2 ακολουθία, παρουσία ρωγμών του ινώδους δακτυλίου, ασβεστοποίηση εντός του μεσοσπονδύλιου δίσκου και αλλαγές κενού, αλλαγές σήματος στους συνδέσμους, αλλαγές σήματος του μυελού, δημιουργία οστεοφύτων, κήλη δίσκου, σπονδυλική στένωση, κακοήθεια. Το φαινόμενο κενού παρατηρείται με την συλλογή αερίου σε περιοχή με αρνητική πίεση και εμφανίζεται σαν ένα σήμα κενού στις ακολουθίες. Οι αλλαγές Modic περιγράφουν τρεις διαφορετικές αλλαγές στην ένταση σήματος στον μυελό του σώματος του σπονδύλου πλησίον των επιφυσιακών πλακών και αναφέρονται ως «Modic's changes».⁴² Ο τύπος I αλλαγών, εμφανίζει μειωμένη ένταση σήματος στην T1 ακολουθία και αύξηση υψηλού σήματος στην T2 απεικόνιση. Ο τύπος II αλλαγών, περιλαμβάνει αύξηση έντασης σήματος στην T1 με ελαφρά αυξημένο σήμα ή καμία αλλαγή στην T2 ακολουθία. Ο τύπος III αλλαγών εμφανίζει μείωση έντασης σήματος και στις δύο T1καιT2 ακολουθίες και σχετίζεται με εκτεταμένη σκλήρυνση(εικόνα 32).



ΕΙΚΟΝΑ 32: Παρατηρείται εκτεταμένη δισκική εκφύλιση, οζίδιο του Schmorl's στο επίπεδο T11 και εξώθηση δισκικού υλικού στο O5-L1 διάστημα. Τύπος I αλλαγών Modic στην ΟΜΣΣ. H. Lee et al, Spine 2000.

Ο τύπος II αλλαγών είναι θεωρητικά πιο σταθερός, αλλά παρά ταύτα οι τύποι I και II μπορούν να επανέρχονται σε άλλο τύπο. Το τραύμα επιφυσιακής πλάκας μπορεί να σχετίζεται με τα οζίδια του Schmorl's ή ακόμη με οίδημα του μυελού των οστών στο σπονδυλικό σώμα, ενώ περιφερικές βλάβες στο χείλος του εξωτερικού ινώδους δακτυλίου, θεωρούνται δευτεροπαθείς στο τραύμα. Οι βλάβες σχετίζονται με υψηλής έντασης σήμα στην T2 απεικόνιση και συνδέονται με αιμορραγία ή οίδημα.

Η μαγνητική τομογραφία δεν χρησιμοποιείται σε ασθενείς οι οποίοι έχουν υποβληθεί σε χειρουργική επέμβαση, για παράδειγμα σπονδυλοδεσία με υλικά (βίδες, ράβδοι), την τοποθέτηση μεταλλικών εμφυτευμάτων, εξαιτίας ανεπιθύμητων παρεμβολών (artifacts). Επίσης σε ασθενείς οι οποίοι φέρουν βηματοδότη, ενώ κάποιοι δεν είναι σε θέση να την εκτελέσουν λόγω κλειστοφοβίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 Κλινικές εκδηλώσεις εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου

5.5.1 Χαμηλή Οσφυαλγία (Low back pain)

Η εκφυλιστική δισκική νόσος (DDD) αποτελεί αιτία **χαμηλής οσφυαλγίας (Low back pain)**, η οποία συχνά συναντάται ως οξεία ή χρόνια (εμμένουσα) στη κλινική πράξη, ενώ αποτελεί το πιο κοινό πρόβλημα υγείας σε άτομα 20-50 ετών σε 95% (εικόνα 33).

Επιδημιολογικά 70% έως 85% θα λάβει μέρος η χαμηλή οσφυαλγία εξατομικευμένα σε κάποια στιγμή στην ζωή μας συνήθως στην διάρκεια της εβδομάδας.

Η ετήσια επίπτωση χαμηλής οσφυαλγίας σε ενήλικες, κυμαίνεται στο 15% και το σημείο επικράτησης είναι στο 30%.

Η χαμηλή οσφυαλγία παρατηρείται σε ίση συχνότητα σε άνδρες και γυναίκες. Η χαμηλή οσφυαλγία είναι η κύρια αιτία ανικανότητας σε νέους ανθρώπους κάτω των 50 ετών και θα λάβει μέρος στην ηλικία μεταξύ 25-50 ετών συχνότερη επίδραση.



ΕΙΚΟΝΑ 33. (Αρχείο) Εκφυλιστική δισκική νόσο O4-O5 και O5-I1 επιπέδων με συνοδό χαμηλή οσφυαλγία.

Αίτια χαμηλής οσφυαλγίας⁵⁶ μπορεί να θεωρηθούν:

Μηχανικά

1. Μυϊκός σπασμός ή συνδεσμική διάταση.
2. Αρθροπάθεια των ζυγοαποφυσιακών αρθρώσεων .
3. Η εκφύλιση -προβολή του μεσοσπονδυλίου δίσκου.
4. Το σπονδυλικό κάταγμα.
5. Η σπονδυλολίσηση.
6. Η σπονδυλική στένωση.
7. Η κακοήθεια (πρωτοπαθής, δευτεροπαθής, μέλωμα).

8. Αρθρίτιδες (Αγκυλοποιητική σπονδυλίτις ,ρευματοειδής αρθρίτις, ψωριασική).

Ενδοκρινή

1. Υπερπαραθυρεοειδισμός
2. Οστεομαλακία.
3. Οστεοπόρωση.
4. Ακρομεγαλία.

Αιματολογικά

1. Δρεπανοκυτταρική αναιμία.

Καταστάσεις έξω-σπονδυλικών αιτίων.

1. Πυελονεφρίτιδα.
2. Οισοφαγίτιδα.
3. Παγκρεατίτιδα.
4. Πεπτικό έλκος.
5. Φλεγμονώδεις παθήσεις του εντέρου.
6. Φλεγμονώδεις παθήσεις της πυέλου.
7. Γυναικολογικά.
8. Ψυχογενή
9. Φάρμακα (Κορτικοστεροειδή).

Η προέλευση του άλγους μερικές φορές παραμένει δυσεπίλυτη, ενώ ο μεσοσπονδύλιος δίσκος θα οδηγήσει τον ασθενή σε οσφυαλγία έμμεσα μέσω της εκφύλισης. Τα συμπτώματα άλγους που ξεκινούν από τον εκφυλισμένο μεσοσπονδύλιο δίσκο κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες:

α) Δισκογενής πόνος, οφειλόμενος αρχικά σε αφυδάτωση και στη συνέχεια σε εσωτερικές ρήξεις-σχισμές του μεσοσπονδυλίου δίσκου .

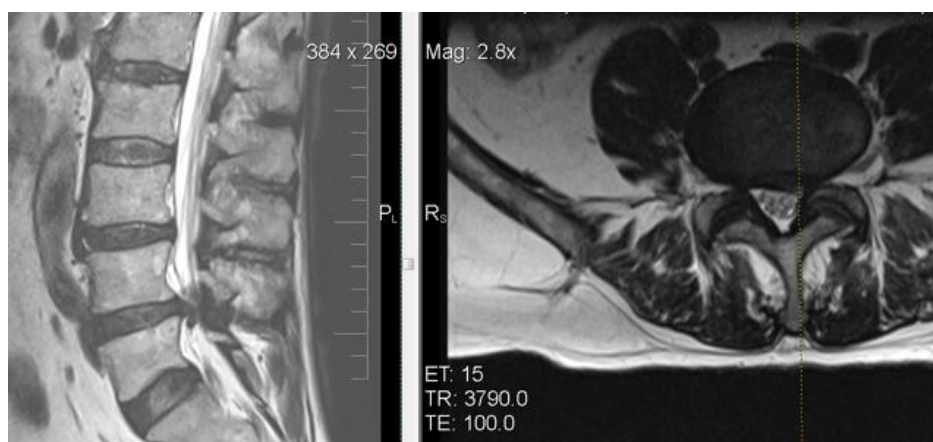
β) Ριζιτικός πόνος μετά από στένωση του σπονδυλικού σωλήνα ή του μεσοσπονδυλίου τρήματος και ερεθισμό της νευρικής ρίζας, του ραχιαίου γαγγλίου ή της ιππουρίδας 53 Στην ουσία η έναρξη του πόνου κατά την εκφύλιση του μεσοσπονδυλίου δίσκου, ξεκινά από οποιαδήποτε κατασκευή, που μπορεί να αποτελεί τμήμα του δίσκου ή να συσχετίζεται δομικά –και επομένως λειτουργικά- με το δίσκο, που διαθέτει αλογοϋποδοχείς.

Πιθανοί αιτιολογικοί παράγοντες, είναι οι μεταβολές του δίσκου, οι οποίοι ενεργοποιούν μεσολαβητές φλεγμονής (προσταγλανδινών, TNFα, ιντερλευκίνη-1 (IL-1), ιντερλευκίνη-6 (IL-6), ιντερλευκίνη-8 (IL-8), κυτταροκινών, λευκοτριενών, NO, ουσίας P, A2 φωσφολιπάση), προκαλώντας τον ερεθισμό άλλων μεσολαβητών, συμβάλλοντας περαιτέρω στη διαδικασία εκφύλισης και στο χημικό ερεθισμό των νευρικών ινών, διεγείροντας τις νευρικές ίνες τύπου C στην περιφέρεια του ινώδους δακτυλίου, ερεθίζοντας τις τελικές νευρικές απολήξεις, εκλύοντας την νευροδιέγερση ουσία P, με αποτέλεσμα την πρόκληση οσφυαλγίας ή ριζιτικού πόνου.^{11,55}

Στην παθογένεια της φλεγμονής σημαντικό ρόλο παίζει η φωσφολιπάση A2, η οποία μετατρέπεται σε φωσφολιπίδια κυρίως αραχιδονικό οξύ και στη συνέχεια σε προσταγλανδίνες, ιντερλευκίνες ,θρομβοξάνη και άλλα μόρια τα οποία ευδοκιμούν την εξέλιξη της φλεγμονής. Η φωσφολιπάση A2 ως νευροτοξίνη ,θεωρείται σημαντικό στοιχείο του μεταβολισμού, αποβάλλοντας τα προϊόντα κυτταρικής εκφύλισης, ενεργοποιώντας φλεγμονώδεις μηχανισμούς (PGE,IL),προκαλώντας την έναρξη του άλγους.

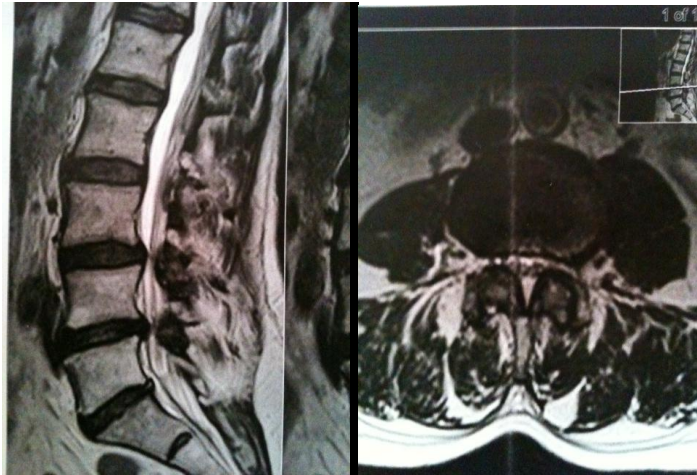
5.1.2 Δισκοκήλη (disc herniation)

Αποτέλεσμα εκφύλισης του δίσκου είναι η **δισκοκήλη** (disc herniation), η οποία είναι η μερική ή πλήρης ρήξη του ινώδους δακτυλίου με παρεκτόπιση του πυρηνικού υλικού. Υπάρχουσα ταξινόμηση της κήλης του μεσοσπονδυλίου δίσκου είναι :1.η διάταση του ινώδους δακτυλίου(bulging) , 2.η κυκλοτερής προβολή του δακτυλίου ονομάζεται πρόπτωση του μεσοσπονδυλίου δίσκου (protrusion), 3.η εξώθηση του πηκτοειδούς πυρήνα με συνοδό μεγαλύτερη ρήξη του ινώδους δακτυλίου (extrusion)(εικόνα 34), 4.η ελεύθερη πτώση του δισκικού υλικού το οποίο δεν είναι σε συνέχεια με το μεσοσπονδύλιο δίσκο(απόλυμα).



ΕΙΚΟΝΑ 34:(Αρχείο) Η πρόπτωση των οσφυϊκών μεσοσπονδυλίων δίσκων συμβαίνει στο 90% των περιπτώσεων στα επίπεδα Ο4-Ο5 και Ο5-11 της οσφυϊκής μοίρας.

5.1.3 Η σπονδυλική στένωση (spinal stenosis) θεωρείται η κύρια αιτία χρόνιας εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου. Είναι αποτέλεσμα ελάττωσης του ύψους του δίσκου και οπίσθιας πρόπτωσης του πηκτοειδούς πυρήνα, η οποία οδηγεί σε αύξηση των φορτίων, τα οποία διέρχονται μέσω των οπισθίων μεσοσπονδυλίων διαρθρώσεων, με αποτέλεσμα την αντισταθμιστική ανάπτυξη οστεοφύτων και τον περιορισμό του εύρους του σπονδυλικού σωλήνα (εικόνα 35).¹⁷ Παρατηρείται συνήθως νευρολογική σημειολογία, όπως νευρογενής διαλείπουσα χωλότητα σε προχωρημένη στένωση του νωτιαίου σωλήνα, επίμονο άλγος στους γλουτούς άμφω, αίσθημα αιμωδιών, υπαισθησία.

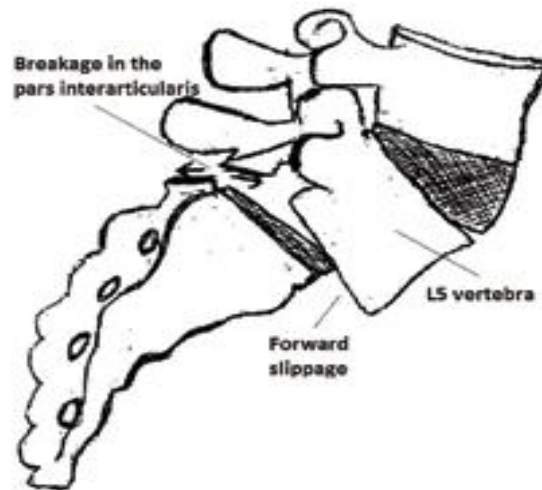


ΕΙΚΟΝΑ 35. (Αρχείο),Νωτιαία Σπονδυλική Στένωση O3-O4 και O4-O5 με συνοδό νευρογενή διαλείπουσα χλωτότητα.

5.1.4 Σύνδρομο (πρωτοπαθούς) μηχανικής αστάθειας σπονδυλικής μονάδας, αποτελεί αιτία εκφύλισης του δίσκου και διακρίνεται κυρίως σε προσθοπίσθια αστάθεια και στροφική. Τα αίτια είναι:

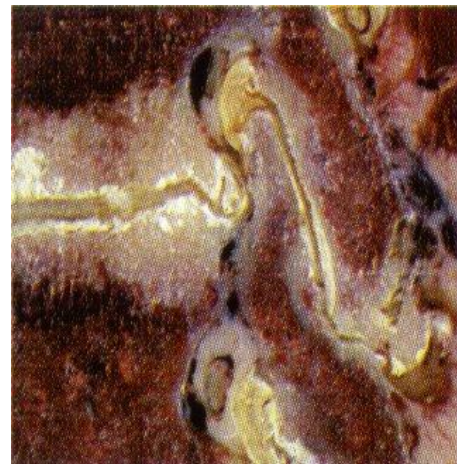
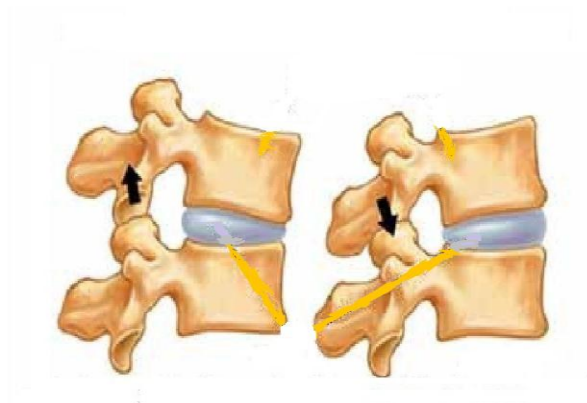
- το χαμηλό ύψος του δίσκου
- η χαλάρωση των οπισθίων θυλακοσυνδεσμικών στοιχείων,
- η ασυμμετρία των facet
- η εκτεταμένη πεταλεκτομή,(δευτεροπαθής)
- η σπονδυλολίσηση
- η σκολίωση

5.1.5 Η σπονδυλολίσηση σαν δευτεροπαθή αιτία μετά από κάταγμα κοπώσεως(pars defect)λυτικού τύπου, είναι συχνά το αποτέλεσμα ασύμμετρης εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου ή των αρθρώσεων facets. Η εμφάνισή της οφείλεται σε συγγενή ή επίκτητα αίτια. Η σπονδυλολίσηση ταξινομείται κατά Wiltse σε έξι τύπους (συγγενής ,λυτική, εκφυλιστική, τραυματική, παθολογική, μετεγχειρητική),ενώ ανάλογα με το βαθμό ολίσησης διαιρείται σε πέντε στάδια κατά Meyerding. Η άνιση κατανομή φόρτισης στη διάρκεια ασύμμετρης εκφύλισης των οπισθίων αρθρώσεων, μπορεί να οδηγήσει σε μία ασύμμετρη παραμόρφωση, η οποία επιδεινώνει την περαιτέρω ασύμμετρη φόρτιση, προάγοντας την εξέλιξη της αστάθειας, οδηγώντας σε νωτιαία σπονδυλική στένωση. Η παραμόρφωση μπορεί να συμβεί κατά μήκος τριών αξόνων (άξονα περιστροφής, οβελιαίο, μετωπιαίο)(εικόνα 36). Απεικονιστικές εξετάσεις αφορούν δυναμικές ακτινογραφίες σε κάμψη-έκταση για την ανάδειξη αστάθειας της οσφυϊκής μοίρας, μαγνητική τομογραφία για την αποκάλυψη της εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου και την πιθανή νευρολογική πίεση των ριζών. Ενδείξεις χειρουργικής θεραπείας συνίσταται στην παραμονή των συμπτωμάτων(οσφυαλγίας ή ριζιτικού άλγους), επιδείνωση της ολίσησης σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50%, διαταραχή της παραμόρφωσης της οβελιαίας ισορροπίας ,διαταραχές στο βάδισμα και στάση σώματος.



ΕΙΚΟΝΑ 36. STANFORD Hospital and Clinics. (2012). Spondylolysis and Spondylolisthesis. Journal of The Spinal Research Foundation 2012.

5.1.6 Σύνδρομο οπισθίων αποφυσιακών αρθρώσεων (Facet), είναι η αρθροπάθεια των ζυγοαποφυσιακών αρθρώσεων, ενώ θεωρείται σοβαρό αίτιο πόνου που αντιπροσωπεύει το 15-20% των οσφυαλγιών σε ασθενείς άνω των 50 ετών. (εικόνα 37).



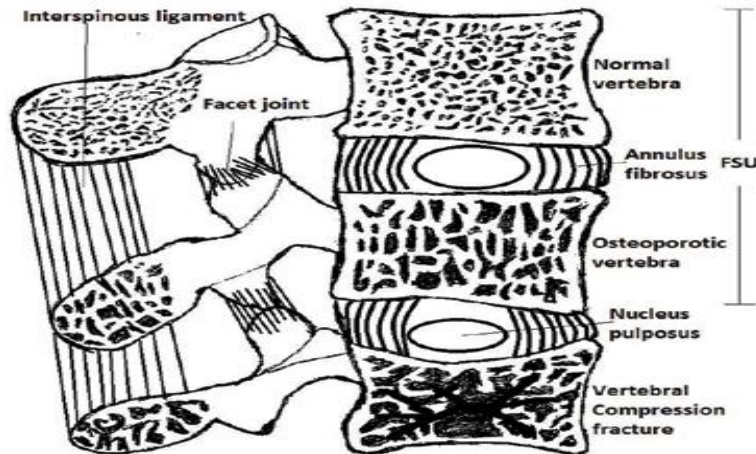
ΕΙΚΟΝΑ 37: W. Kirkaldy-Willis 1982.

Δεν διαπιστώνονται ριζικά συμπτώματα. Ο ασθενής εμφανίζει ευαισθησία στην πίεση πάνω από τις ζυγοαποφυσιακές αρθρώσεις με στένωση ή κατάργηση των μεσαρθρίων διαστημάτων, σκλήρυνση των αρθρικών επιφανειών, σχηματισμό οστεοφύτων (facet arthropathy) και πόνο στην έκταση της οσφύος σε συνδυασμό με πλάγια κάμψη.

5.1.7 Στένωση των αρθρώσεων του Luschka, επίσης παρατηρείται στην αυχενική της σπονδυλικής στήλης και την παραγωγή των οπισθοπλάγιων οστεοφύτων, τη στένωση των οπισθίων αρθρώσεων, την άρση της παραλληλότητας τους, την ανώμαλη φόρτιση και το σχηματισμό των πλάγιων οστεοφύτων.⁴⁸

5.1.8 Εκφύλιση και Οστεοπόρωση

Με την αύξηση της ηλικίας μελέτες έχουν επισημάνει, ότι η αποδιοργάνωση του μεσοσπονδυλίου δίσκου σχετίζεται με την αρχιτεκτονική των δοκίδων του σπογγώδους οστού των σπονδυλικών σωμάτων, ιδιαίτερα της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης(εικόνα 38). 12



ΕΙΚΟΝΑ 38.

ΕΙΚΟΝΑ 38: Η εικόνα παρουσιάζει δύο σπονδυλικά επίπεδα, με κανονικό σώμα σπονδύλου 1^{ος}, με οστεοπορωτικό σώμα σπονδύλου 2^{ος}, με συμπιεστικό κάταγμα σπονδύλου 3^{ος}. Journal of The Spinal Research Foundation 2012.

Η Οστεοπόρωση είναι μία κατάσταση σκελετικής ευθραυστότητας, κατά την οποία παρατηρείται μείωση της αντοχής των οστών που λαμβάνουν χώρα κατάγματα με ελάχιστη δύναμη, συχνά στην διάρκεια καθημερινών δραστηριοτήτων.

Η πρωτοπαθής οστεοπόρωση ταξινομείται σε δύο τύπους:

Ο τύπος I σχετίζεται με την εμμηνοπαυσιακή απώλεια οιστρογόνων, ενώ ο τύπος II με την γήρανση. Ένας από τους μείζονες προγνωστικούς παράγοντες οστεοπόρωσης είναι η οστική πυκνότητα (BMD). Κατά μέσο όρο, η οστική πυκνότητα κορυφώνεται στο 24^ο -25^ο έτος της ηλικίας και έπειτα μειώνεται. 43

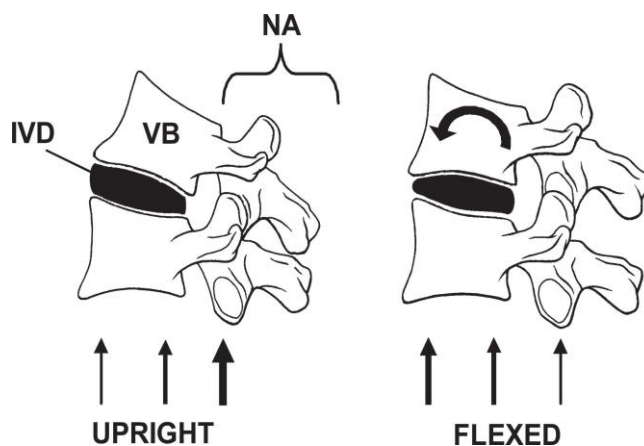
Στο σπονδυλικό σώμα το δοκιδωτό οστόν τείνει να γίνει πιο ραβδόμορφο και το πάχος του φλοιού μειώνεται με την ηλικία. Σε μία οστεοπορωτική σπονδυλική στήλη η άνω θωρακική μοίρα έχει 15% λεπτότερο φλοιώδες οστόν στο σώμα του σπονδύλου, σε σύγκριση με δείγματα ελέγχου μελετών, ενώ τα κατώτερα θωρακικά και οσφυϊκά σπονδυλικά σώματα, παρουσιάζουν μία μείωση 30% στο ραχιαίο πάχος του φλοιού σε σύγκριση με δείγματα ελέγχου μελετών. 29

Η προοδευτική αφυδάτωση του δίσκου αποτελεί το αρχικό στάδιο εκφύλισης μετατρέποντας τον ημικτοειδή πυρήνα από μία διογκωμένη ζελατινοειδή σφαίρα σε μία καφεοειδή αφυδατωμένη δομή.

Πρόσφατη μελέτη των Pollintine και συνεργατών, παρουσίασε ότι η εκφύλιση του μεσοσπονδυλίου δίσκου μπορεί να αποτελέσει προδιάθεση για πρόσθια σπονδυλικά κατάγματα (συμπιεστικά) στη θωρακο-οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης 15, καθώς σε όρθια θέση η κατανομή των φορτίων

ανθίστανται κυρίως από το σπονδυλικό τόξο (NA), ενώ στο πρόσθιο σπονδυλικό σώμα κατανέμεται μόνο το 8-10% των φορτίων.

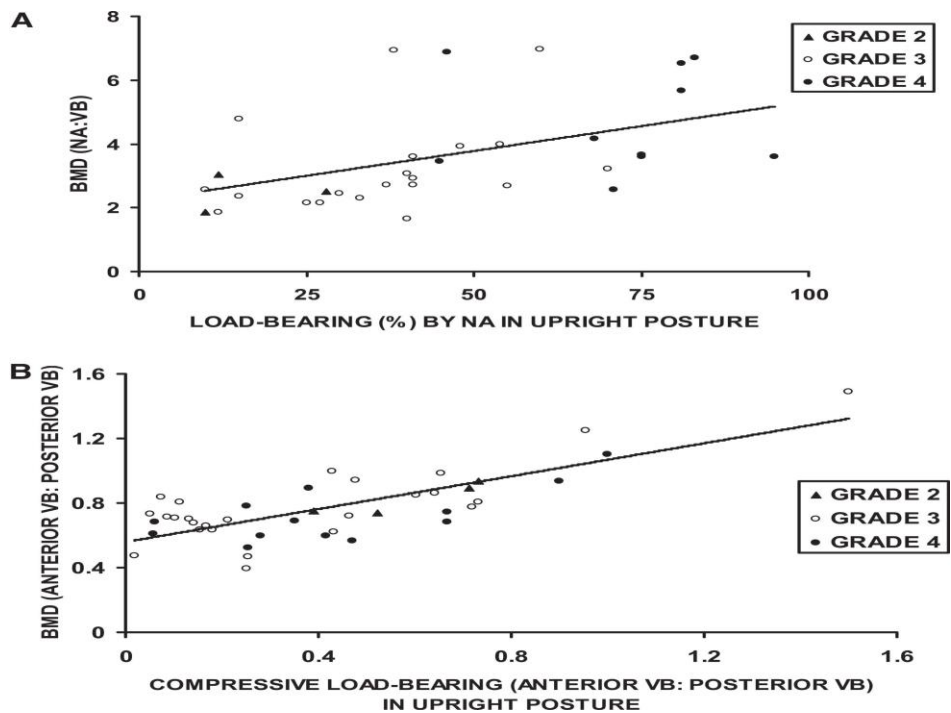
Αντίθετη είναι η εφαρμογή των φορτίων σε θέση πρόσθιας κάμψης, με την κατανομή των φορτίων στο πρόσθιο σπονδυλικό σώμα να αυξάνεται περίπου στο 53-59%. Η εκφύλιση του μεσοσπονδυλίου δίσκου οδηγεί σε σημαντικές αλλαγές στον καταμερισμό φορτίων διαμέσου αυτού, σε όλη την επιφάνεια του υποκείμενου σπονδύλου, κατάσταση που έχει ως συνέπεια το πρόσθιο τμήμα του σπονδύλου να καθίσταται ευάλωτο σε οστεοπορωτικά κατάγματα (εικόνα 39).¹⁹



ΕΙΚΟΝΑ 39. JOURNAL OF BONE AND MINERAL RESEARCH Michael A Adams et al 2006

Διάγραμμα κίνησης σπονδυλικής μονάδας με εκφυλιστική δισκική νόσο. Σε όρθια στάση η εφαρμογή συμπιεστικών φορτίων ανθίστανται από το οπίσθιο σπονδυλικό τόξο (NA), ενώ σε πρόσθια κάμψη, μεταφέρονται φορτία από τα οπίσθια στοιχεία στο πρόσθιο σπονδυλικό σώμα.

Η σπονδυλική παραμόρφωση στη συνέχεια αποτελεί αιτία πόνου και αναπηρίας σε ηλικιωμένα άτομα. Τέτοια κατάγματα εξηγούνται υπό όρους από συστηματικούς παράγοντες, ότι επηρεάζουν την BMD σε ηλικιωμένα άτομα, εξαιτίας της μειωμένης συγκέντρωσης κυκλοφορούντων ορμονών και μειωμένης σωματικής δραστηριότητας (εικόνα 40).¹⁵



EIKONA 40.

EIKONA 40: Η σχέση BMD στο σπονδυλικό τόξο σε όρθια θέση, συγκρινόμενη με το σπονδυλικό σώμα, είναι ανάλογη του φορτίου στήριξης από το σπονδυλικό τόξο, ενώ η σχέση BMD στο πρόσθιο και οπίσθιο σπονδυλικό σώμα είναι ανάλογη της σχέσης των συμπιεστικών φορτίων στήριξης και στα δύο τμήματα. American Society for Bone and Mineral Research 2006.

Ενδεικτικές είναι οι ιστομορφωμετρικές μετρήσεις, οι οποίες συσχετίζουν την μειωμένη φόρτιση από το πρόσθιο σπονδυλικό σώμα μετά την δισκική εκφύλιση, με την αρχιτεκτονική του σπογγώδους οστού, συγκρίνοντας το πρόσθιο τμήμα του σπονδυλικού σώματος με το οπίσθιο τμήμα. Το πρόσθιο σπονδυλικό σώμα έχει 20% χαμηλότερο κλάσμα οστικών δοκίδων (BV/TV), 16% λιγότερες δοκίδες (Tb.N), 28% μεγαλύτερο ενδοδοκιδωτό κενό .15

HISTOMORPHOMETRIC PARAMETERS MEASURED FOR ANTERIOR AND POSTERIOR REGIONS OF THE VERTEBRAL BODY

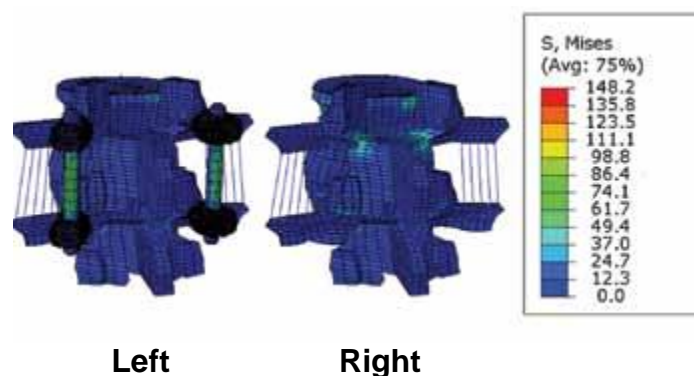
| | Anterior | Posterior |
|--------------------------|-------------|-------------|
| BV/TV (%) | 9.8 ± 2.2 | 12.4 ± 3.2* |
| Tb.Th (μm) | 75.1 ± 12.9 | 76.2 ± 14.2 |
| Tb.N (mm ⁻¹) | 1.8 ± 0.8 | 2.1 ± 0.9* |
| Tb.Sp (μm) | 719 ± 325 | 561 ± 2 |

Αντίστοιχη άποψη συμμερίζονται οι Simpson και συνεργάτες, οι οποίοι μελετώντας τις ιστομορφολογικές αλλαγές από πτωματικά παρασκευάσματα στην οσφυϊκή μοίρα ΟΜΣΣ, σε συνάρτηση με την εκφύλιση του μεσοσπονδύλιου δίσκου, διαπίστωσαν έντονη διαφοροποίηση της αρχιτεκτονικής των οστικών δοκίδων, αλλά και αντιρροπιστική αύξηση

μεταξύ BV/TV (Bone Volume/Total Volume) οστικού όγκου /συνολικού όγκου στο πρόσθιο τμήμα του σπονδύλου, γεγονός που αποδίδεται στην αποδιοργάνωση του μεσοσπονδυλίου δίσκου, με συνέπεια να επηρεάζει την επίπτωση των οσφυϊκών συμπίεστικών καταγμάτων.²⁰

Οι Briggs και συνεργάτες σε μελέτες διαπιστώνουν, ότι η αυξημένη επίπτωση εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου, σε ασθενείς που έχουν ήδη υποστεί σπονδυλικό κάταγμα, είναι δυνατόν να συνιστά παράγοντα κινδύνου για νέο κάταγμα, εξαιτίας του φαινομένου stress - shielding (θωράκιση από πιεστικές δυνάμεις) τμημάτων του σπονδυλικού οστού, αλλά και αλλαγών της αρχιτεκτονικής των δοκίδων, που οδηγούν σε εμβιομηχανικές αλλαγές οστικής αντοχής.²¹

Σε συνθήκες σπονδυλοδεσίας η εφαρμογή φορτίων στους σπονδύλους επιτυγχάνεται σύμφωνα με την υποστήριξη της αρθρόδεσης. Το φαινόμενο stress - shielding είναι ένα μεγάλο εμβιομηχανικό πρόβλημα, το οποίο θα μπορούσε να οδηγήσει σε ψευδάρθρωση (non-union), οφειλόμενο στην παρουσία μεταξύ ανέπαφων αρθρώσεων των facets και στο σύστημα διαυχενικών βιδών και ράβδων στο επίπεδο σπονδυλοδεσίας(εικόνα 41).



ΕΙΚΟΝΑ 41.

ΕΙΚΟΝΑ 41: Τα φαινόμενο stress - shielding παρατηρείται στο σπονδυλικό τόξο στην περίπτωση άκαμπτης οπίσθιας σπονδυλοδεσίας(αριστερά), ενώ οι ανέπαφες αρθρώσεις παρουσιάζουν κανονικά φορτία στο σπονδυλικό τόξο(δεξιά), στην έκταση για 7,5Nm με 400N. The Biomechanics of the spine,JBJS,SPINE,2012.

Πρόσφατες μελέτες επιβεβαιώνουν την αύξηση αλλαγών στην πώρωση από την μείωση του φαινομένου stress - shielding, σε σπονδυλοδεσία με ενδοσωματικό κλωβό ή ημιάκαμπτου συστήματος σπονδυλοδεσίας (βίδες-ράβδοι).³⁹

Στο έδαφος αυτό η ανάπτυξη μεγαλύτερων δυνάμεων από τους δρώντες μύες για την κίνηση τμημάτων της σπονδυλικής στήλης, που περιέχει αποδιοργανωμένους δίσκους, δημιουργεί συνθήκες ικανές να συντελέσουν σε οστεοπορωτικό κάταγμα .

Η μελέτη της Wendlónά επικεντρώθηκε στην παθολογική αλληλεπίδραση βασικών λειτουργικών και κινητικών τμημάτων της σπονδυλικής στήλης μεταξύ σπονδύλου - μεσοσπονδυλίου δίσκου, καταδεικνύοντας ότι η ανώμαλη αύξηση πιεστικών φορτίων διαμέσου του εκφυλισμένου μεσοσπονδυλίου δίσκου σε συνδυασμό με τον άξονα φόρτισης, ανάλογα με

τη στάση της σπονδυλικής στήλης , αυξάνει τον κίνδυνο κατάγματος ή τη δημιουργία οστικών εμφράκτων στην επιφυσιακή πλάκα οστεοπορωτικών σπονδύλων.²²

Οι Baron και συνεργάτες, όπως και οι Wang και συνεργάτες, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το ύψος του μεσοσπονδυλίου δίσκου συνδέεται θετικά με το T-score των σπονδυλικών σωμάτων. Υποστήριξαν έτσι την υπόθεση ότι η μείωση του ύψους του μεσοσπονδυλίου δίσκου αυξάνει τον κίνδυνο συμπιεστικού σπονδυλικού κατάγματος, ενώ ο συνδυασμός T-score και ύψους του δίσκου, μπορεί να βελτιώσει την ευαισθησία στην πρόγνωση κινδύνου σπονδυλικού κατάγματος.²³

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1 Σύγχρονες τεχνικές αντιμετώπισης των κλινικών εκδηλώσεων του εκφυλισμένου δίσκου

Η παρατεταμένη συντηρητική αντιμετώπιση μπορεί να είναι αποδοτική σαν αποτέλεσμα της φυσικής πορείας της νόσου, ενώ επιδημιολογικές και κλινικές μελέτες έχουν δείξει ότι οι περισσότερες προβολές του δίσκου υποχωρούν αυτόματα με την πρόοδο του χρόνου. Η έλλειψη ανταπόκρισης στη συντηρητική θεραπεία δεν είναι από μόνη της ένδειξη για χειρουργείο. 60

Όλοι οι ασθενείς με κήλη μεσοσπονδυλίου δίσκου πρέπει να αντιμετωπίζονται αρχικά συντηρητικά για διάστημα τεσσάρων με έξι εβδομάδων.

Η απόλυτη ένδειξη χειρουργείου είναι η αυχενική μυελοπάθεια, η ιππουριδική συνδρομή με διαταραχές από την κύστη ή από το έντερο, ενώ η σχετική ένδειξη θεωρείται ο μη ελεγχόμενος πόνος, η επιδεινούμενη νευρολογική βλάβη, η μη ελεγχόμενη υποτροπή πόνου. Ιδανικός ασθενής για χειρουργική ένδειξη, είναι να παρουσιάζει ετερόπλευρο ριζικό διαξιφιστικό άλγος με επέκταση στο άνω άκρο αν πρόκειται για την αυχενική μοίρα ή με επέκταση στο κάτω άκρο αν πρόκειται για την οσφυϊκή μοίρα. Επίσης παρατηρούνται υπαισθησία, καύσος, μυϊκή αδυναμία του σκέλους.

Παράγοντες που επηρεάζουν το αποτέλεσμα της χειρουργικής αντιμετώπισης είναι ο πόνος ανάλογα με την εντόπιση, την ένταση, τη διάρκεια, η νευρολογική σημειολογία, το ψυχικό υπόστρωμα, τα απεικονιστικά ευρήματα, το κοινωνικό-οικονομικό περιβάλλον, η ινωδολυτική δραστηριότητα. Η αύξηση της ινωδολυτικής δραστηριότητας σχετίζεται με το ρόλο της καθημερινής άσκησης στην πρόληψη των προβλημάτων της σπονδυλικής στήλης, ενώ ινωδολυτικοί παράμετροι που προσδιορίζουν την υποινωδόλυση βρέθηκε να συνδυάζονται με υπέρμετρη ανάπτυξη μετεγχειρητικών συμφύσεων που συνδέονται με κακή κλινική εξέλιξη χειρουργείου. 61

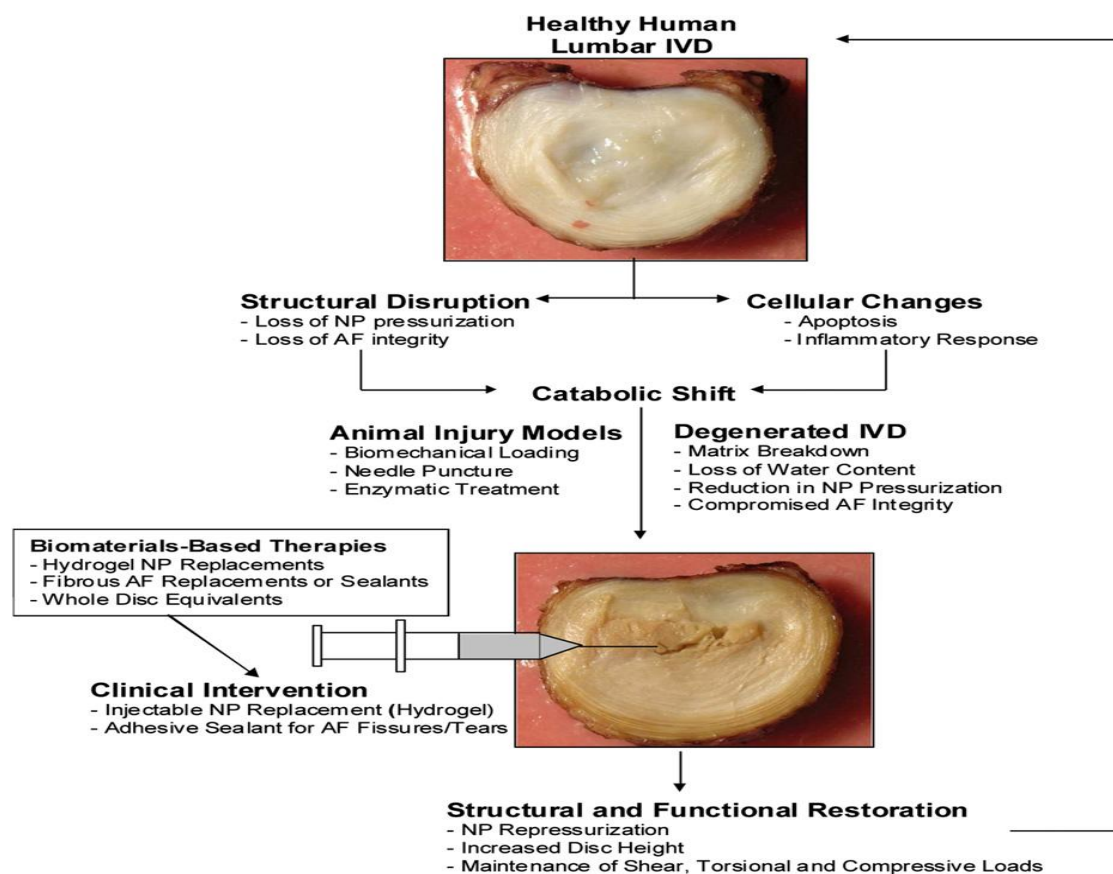
Η αντιμετώπιση της οσφυαλγίας σήμερα, η οποία οφείλεται σε εκφύλιση και βλάβη του μεσοσπονδυλίου δίσκου και περιλαμβάνει δομικές και κυτταρικές αλλαγές, οδηγώντας σε ένα καταρράκτη εκφυλισμού, αντιμετωπίζεται κατόπιν συντηρητικών και επεμβατικών μεθόδων, όπως έγχυση αυξητικών παραγόντων (growth factors) σε θεραπευτικές δόσεις εντός του δίσκου 13, η κυτταρική μεταμόσχευση (Cell transplantation), η γονιδιακή θεραπεία (Gene therapy), η δισκοπλαστική (Discogel), την αντικατάσταση του δίσκου με τεχνητό, τη διενέργεια σπονδυλοδεσίας. Ο μεσοσπονδύλιος δίσκος δεν επισκευάζεται δραστικά χωρίς παρέμβαση, την χρήση βιο-υλικών για την δομική και λειτουργική του αποκατάσταση. Ιδανική είναι μία παρέμβαση, μέσω ελάχιστης επεμβατικής διαδικασίας (MIS) με έγχυση ένεσης ή με μικρή τομή.

6.2 Χρήση ενέσιμης γέλης (gel)

Η χρήση **ενέσιμης υδρογέλης** στον πηκτοειδή πυρήνα σε συνδυασμό με στεγάνωση του ινώδους δακτυλίου, αντιπροσωπεύει μία βραχυπρόθεσμη

θεραπεία για την αποκατάσταση συμπιεσμένου πηκτοειδή πυρήνα και την ακεραιότητα του ινώδους δακτυλίου(εικόνα 42).

Η έγχυση εντός του πηκτοειδούς πυρήνα του μεσοσπονδυλίου δίσκου, μείγματος αιθανόλης με παράγωγο κυτταρίνης και βολφραμίου σε μορφή γέλης (**Discogel**), ασκεί ωσμωτική και υδρόφιλη δράση, απορροφώντας σταδιακά υγρό υλικό της προβολής της κήλης από την περιφέρεια προς το κέντρο του πηκτοειδούς πυρήνα. Παράλληλα ακολουθώντας τις ρωγμές του ινώδους δακτυλίου τις σφραγίζει και αποτρέπει την έξοδο φλεγμονωδών ουσιών, ενώ ενισχύει τη δομή του πηκτοειδούς πυρήνα.



ΕΙΚΟΝΑ 42.

ΕΙΚΟΝΑ 42: Αποκατάσταση δομής και λειτουργίας εκφυλισμένου μεσοσπονδυλίου δίσκου με τη χρήση biomaterials. Μεσοσπονδύλιος δίσκος(IVD), Πηκτοειδής πυρήνας(NP),Ινώδης δακτύλιος(AF), The Spine Journal ,J C. Iatridis et al, 2013.

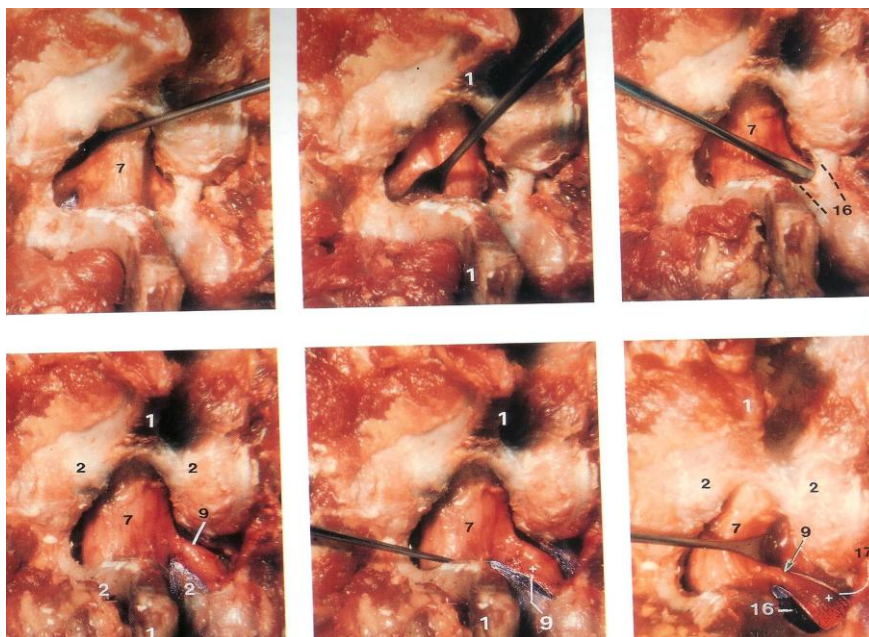
Ο ασθενής είναι συμπτωματικός με πόνο στην αυχενική, θωρακική, οσφυϊκή μοίρα. Απόλυτη ένδειξη για διαδερμική έγχυση αποτελεί η εκφυλιστική δισκική νόσος, η πρόπτωση του δίσκου χωρίς ρήξη του ινώδους δακτυλίου, οι μικρές και μεσαίου προβολές του δίσκου μετά από επιβεβαίωση με μαγνητική τομογραφία.

Η ύπαρξη ρήξης στο εξωτερικό τοίχωμα του ινώδους δακτυλίου είναι σχετική αντένδειξη για τις ενδοδισκικές τεχνικές, καθώς και για τις θεραπείες εξάχνωσης διαδερμικά (nucleoplasty, laser disc decompression) και χημικής πυρηνόλυσης (ενδοδισκικό gel).62

Η διαδικασία εκτελείται με τοπική αναισθησία ή μέθη με τη βοήθεια ακτινοσκοπικού μηχανήματος. Ο ασθενής επιστρέφει άμεσα στην εργασία του, ενώ τα αποτελέσματα γίνονται αντιληπτά άμεσα σε πέντε εβδομάδες.

6.3 Δισκεκτομή

Η **δισκεκτομή** (microdiscectomy) σήμερα θεωρείται το gold standard, είναι μία ελάχιστη επεμβατική διαδικασία (MIS) τεχνική του W. Caspar μεταξύ των μυών προσπέλαση (intermuscular approach), με σκοπό την μείωση- εξάλειψη των νευρολογικών συμπτωμάτων, που προκαλούνται από την κήλη δίσκου και την πίεση που ασκεί η ρήξη του ιστού στις νωτιαίες ρίζες της σπονδυλικής στήλης. Επίσης παρατηρείται μείωση του μετεγχειρητικού αιματώματος, διαφύλαξη μικρότερης σε έκταση απονευρωθέντων παρασπονδυλικών μυών, μείωση της περινευρικής ίνωσης με συνέπεια ελαχιστοποίηση της διεγχειρητικής κάκωσης των μαλακών μορίων, περιορισμός του μετεγχειρητικού πόνου και γρήγορη κινητοποίηση του ασθενούς (εικόνα 43).



ΕΙΚΟΝΑ 43. Αποσυμπίεση σε πτωματικό παρασκεύασμα με συνοδό ημιπεταλεκτομή και τρηματεκτομή.

Η αποσυμπίεση μπορεί επίσης να περατωθεί επίσης με ανοιχτή ή με ενδοσκοπική αποσυμπίεση, με διαδερμική (laser) αποσυμπίεση.

Διεγχειρητικά απαραίτητα τίθεται η εύρεση αδιαμφισβήτητης πίεσης νωτιαίας ρίζας και άρση αυτής, η αποφυγή δημιουργίας ουλώδους ιστού, η αποφυγή πρόκλησης τμηματικής αστάθειας.

Σε επίμονη ισχιαλγία, έστω χωρίς ευρήματα νευρικών βλαβών ή σημείων τάσης νωτιαίας ρίζας, πρέπει να εξετάζεται η παγίδευση και πίεση στα πλάγια, για το ενδεχόμενο αποσυμπίεσης (πλάγια νωτιαία στένωση).

Η συχνότερη επεμβατική διαδικασία αντιμετώπισης εμμένουσας χαμηλής οσφυαλγίας, εκφυλιστικής δισκικής νόσου, σπονδυλολίστεσης, νωτιαίας πλάγιας και κεντρικής σπονδυλικής στένωσης είναι η σπονδυλοδεσία

(οπίσθια- πρόσθια)με τη χρήση ή μη υλικών και συνοδό αποσυμπίεση - πεταλεκτομή.

6.4 Οπίσθια διαυχενική σπονδυλοδεσία

Η οπίσθια διαυχενική σπονδυλοδεσία (Spinal Fusion) με τη χρήση αυτομοσχευμάτων, αλλομοσχευμάτων, σταθεροποιεί τα εμπλεκόμενα επίπεδα της σπονδυλικής στήλης, με τη στήριξη της πρόσθιας, μέσης και οπίσθιας κολώνας. Η διαδικασία σπονδυλοδεσίας μπορεί να επεκταθεί με τη χρήση ενδοσωματικών κλωβών (interbody cages), (interspinous spacers), σε περιπτώσεις οπίσθιας ή πρόσθιας σταθεροποίησης (PLIF, TLIF, ALIF), με τη χρήση ή μη άκαμπτου ή δυναμικού συστήματος σπονδυλοδεσίας, με στόχο την αποφυγή της νόσου του παρακειμένου διαστήματος (ASD) τα επόμενα έτη (εικόνα 44).³⁶ Σε συνδυασμό με αποσυμπίεση (πεταλεκτομή ή πεταλοπλαστική), σε περιπτώσεις νωτιαίας σπονδυλικής αυχενικής ή οσφυϊκής στένωσης αντιμετωπίζεται η συνοδός νευρολογική σημειολογία με καλά αποτελέσματα.



ΕΙΚΟΝΑ 44.(Αρχείο)Οπίσθια διαυχενική σπονδυλοδεσία δύο επιπέδων με εύκαμπτη ράβδο (dynamic) και συνοδό αποσυμπίεση (πεταλεκτομή Ο4),σε νωτιαία σπονδυλική στένωση.

6.5 Μεσοσπονδύλιοι κλωβοί (Intervertebral cages)

Οι μεσοσπονδύλιοι κλωβοί (cages)χρησιμοποιούνται από τις αρχές του '80, ενώ σήμερα η τεχνολογική τους πρόοδο εξασφαλίζει την σταθερότητα στα συμπιεστικά φορτία, διατηρώντας την διάταση και αξονική στήριξη της σπονδυλικής στήλης. Τοποθετούνται στην αυχενική, θωρακική, οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης με πρόσθια προσπέλαση, ενώ στην οσφυϊκή μοίρα είναι δυνατή και η οπίσθια προσπέλαση. Σημαντικό ρόλο στον προεγχειρητικό σχεδιασμό με σκοπό την καλή σταθεροποίηση, διαδραματίζει το πλάτος και το ύψος του κλωβού. Το ύψος του κλωβού συνδράμει στη σταθερότητα, εξασφαλίζοντας τη διάταση, τη λόρδωση, ασκώντας τάση στο θυλακοσυνδεσμικό μηχανισμό της σπονδυλικής στήλης. Το πλάτος του κλωβού παίζει σημαντικό ρόλο, το οποίο όσο μεγαλύτερο είναι, τόσο περισσότερο χώρο κατέχει στην επιφάνεια των επιφυσιακών πλακών της σπονδυλικής μονάδας. Η τοποθέτηση των κλωβών γίνεται σε συνδυασμό με αυτο ή άλλο οστικά μοσχεύματα για την καλύτερη ενσωμάτωση του κλωβού, καθώς επίσης και τη μείωση του ποσοστού ψευδάρθρωσης.



ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΑ ΣΠΟΝΔΥΛΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ

ΕΙΚΟΝΑ 45.

Υπάρχουν σήμερα τρία είδη μεσοσπονδυλίων κλωβών (εικόνα 45):

- Κυλινδρικοί
- Δακτυλιοειδείς
- Παραλληλεπίπεδοι ανοιχτοί

Η τοποθέτηση των μεσοσπονδυλίων κλωβών διενεργείται με τη βοήθεια ακτινοσκοπικού μηχανήματος, ενώ σημαντική είναι η εμπειρία του χειρουργού στην προετοιμασία των επιφυσιακών πλακών με τη βοήθεια ξέστρων, κολαούζο. Πλεονέκτημα της τοποθέτησης των κλωβών με την οπίσθια προσπέλαση είναι στην περίπτωση σπονδυλικής στένωσης, εφαρμόζοντας ημι-πεταλεκτομή και τρηματεκτομή, κάνοντας ευρεία αποσυμπίεση, απελευθερώνεται ο νωτιαίος σπονδυλικός χώρος (μήνιγγα, νωτιαίες ρίζες) από την υπάρχουσα πίεση.

Στις επιπλοκές των μεσοσπονδυλίων κλωβών εκτός της ψευδαρθρώσεως, αναφέρονται η μετακίνηση του κλωβού, η θραύση του κλωβού, η ριζοπάθεια με συνοδό μυϊκή αδυναμία, υπαισθησία, αιμωδίες κάτω άκρου.

6.6 Τεχνητός μεσοσπονδύλιος δίσκος

Με την πρόοδο της τεχνολογίας και της βελτίωσης των προσθετικών υλικών σήμερα ο τεχνητός μεσοσπονδύλιος δίσκος, αποτελεί μία λύση στον καταρράκτη της εκφύλισης του δίσκου, εξασφαλίζοντας μία σαφώς βελτιωμένη λειτουργία της σπονδυλικής στήλης και μία καλύτερη ποιότητα στην καθημερινή ζωή του ασθενούς. Η ενσωμάτωση του τεχνητού δίσκου είναι ουσιαστικά μία πρόθεση στη σπονδυλική μονάδα, διεξάγεται με πρόσθια προσπέλαση, ενώ η εφαρμογή του τεχνητού δίσκου πρέπει να είναι απόλυτα στερεή, εξαιτίας των υψηλών διατμητικών και στροφικών δυνάμεων που ασκούνται κατά την διάρκεια κίνησης της σπονδυλικής στήλης. Απόλυτη ένδειξη τοποθέτησης τεχνητού δίσκου είναι,

- ο δισκογενής πόνος
- η κήλη μεσοσπονδυλίου δίσκου
- η αυχενική σπονδύλωση
- η εμμένουσα χαμηλή οσφυαλγία μετά από δισκεκτομή ή υποτροπή, ενώ απόλυτη αντένδειξη αποτελεί
- η νωτιαία κεντρική και πλάγια σπονδυλική στένωση
- η σκολίωση
- η σπονδυλολίσηση
- η οστεοπόρωση
- η μεγάλη ηλικία

Οι ασθενείς είναι συνήθως συμπτωματικοί άνω των 6 εβδομάδων με επίμονο άλγος, νευρολογική σημειολογία, απουσία αστάθειας ή

συνοστέωσης στο επίπεδο του αυχένα ή της οσφύος. Στο πρώτο στάδιο με τη χρήση μικροσκοπίου αφαιρείται ο εκφυλισμένος δίσκος, αποσυμπιέζεται το νεύρο, γίνεται καθαρισμός οπισθίων οστεοφύτων, ενώ διευρύνεται το τρήμα αν χρειάζεται. Σε δεύτερο στάδιο επέμβαση γίνεται υπό νευροπαρακολούθηση και με την χρήση ακτινολογικού μηχανήματος για την σωστή τοποθέτηση του εμφυτεύματος. Ο ασθενής επιστρέφει σπίτι του μετά σχεδόν από 48 ώρες από την επέμβαση, χωρίς περιορισμούς στις δραστηριότητές του. Τα εμφυτεύματα είναι μόνιμα, έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και δεν απαιτούν τη χρήση οστικού μοσχεύματος για να ενσωματωθούν στους σπονδύλους. Η τοποθέτησή τους απαιτεί την κατάλληλη εμπειρία του χειρουργού, ενώ δεν απαιτείται περισσότερο χειρουργικός χρόνος σε σύγκριση με τη σπονδυλοδεσία(εικόνα 46).



ΕΙΚΟΝΑ 46.

Μελέτες αναδεικνύουν ότι κάνοντας σπονδυλοδεσία σε ένα επίπεδο, τα παρακείμενα επίπεδα άνωθεν και κάτωθεν απορροφούν μεγαλύτερα φορτία, με αποτέλεσμα την γρηγορότερη εκφύλιση αυτών. Υπολογίζεται ότι το 25% των ασθενών εμφανίζουν βλάβη του παρακείμενου διαστήματος (ASD) μέσα στην επόμενη 10ετία.

Σήμερα διατίθενται αρκετά είδη τεχνητών δίσκων-προθέσεων, παρότι έχουν τον ίδιο σκοπό, έχουν διαφορετικό σχεδιασμό και αποτελούνται από διαφορετικά υλικά (μέταλλο, συνήθως τιτάνιο, ή μέταλλο σε συνδυασμό με πλαστικό πολυμερές, όπως η πολυουρεθάνη και το πολυεθυλένιο)(εικόνα 47).



ΕΙΚΟΝΑ 47.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7.1 Συμπεράσματα

Οι μεσοσπονδύλιοι δίσκοι διαδραματίζουν ένα σταθεροποιητικό ρόλο στην σπονδυλική στήλη, προσφέροντας σταθερότητα και ευκαμψία. Οι ιδιότητες του μεσοσπονδυλίου δίσκου οφείλονται στη δομή του, την λειτουργική του κατασκευή και την εμβιομηχανική του ικανότητα.

Η εκφύλιση του μεσοσπονδυλίου δίσκου είναι ένας σύνθετος πολυπαραγοντικός μηχανισμός με πολλαπλά αίτια, ενοχοποιώντας επιβαρυντικούς γενετικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες.

Η επίδραση μηχανικών καταπονήσεων του δίσκου έχει ως αποτέλεσμα μεταβολές σε βιοχημικό μοριακό και μακροσκοπικό επίπεδο.

Μελέτες αναφέρουν ότι η εκφυλιστική δισκική νόσος (DDD) υφίσταται με την πάροδο της ηλικίας, προκαλώντας μεταβολές στη μηχανική λειτουργία της σπονδυλικής στήλης, στην κινητικότητα, με συνοδό παραμορφώσεις στη σπονδυλική στήλη, ενώ σημαντικό ρόλο στη πορεία της εκφύλισης διαδραματίζει η κυτταρική διατροφή του. Ιδιαίτερα η ελάττωση της κυτταρικής θρέψης των κεντρικών τμημάτων του δίσκου, εξαιτίας της ανάγγειας δομής, η οποία αυξάνεται με την ανάπτυξη, η μείωση της αγγείωσης των περιφερικών τμημάτων και μεταβολές της θεμέλιας ουσίας που επιτελούνται στο μεσοσπονδύλιο δίσκο, επιταχύνουν την διαδικασία της γήρανσης.

Αποτέλεσμα της εκφύλισης του δίσκου είναι η συσσώρευση η ιστικής βλάβης, η ανάδειξη μηχανισμών φλεγμονής, ο ερεθισμός των νευρικών απολήξεων, η ευαισθητοποίηση αλγοϋποδοχέων, η έναρξη και επίμονη του άλγους.

Σήμερα η οσφυαλγία είναι μια από τις σημαντικότερες κοινωνικο-οικονομικές παθήσεις και ένα από τα σημαντικά θέματα υγείας. Οι οικονομικές δαπάνες σε μεγάλες χώρες όπως οι ΗΠΑ και το Ηνωμένο Βασίλειο, είναι αρκετά υψηλές για την οσφυαλγία κάθε χρόνο, καθώς στην διάρκεια της ζωής θα νοσήσουν στην ίδια συχνότητα και τα δύο φύλα. Η επιλογή των ασθενών με δισκογενή ή ριζιτικό πόνο, πρέπει να γίνεται με επιστημονικά κριτήρια, ανάλογα με τα κριτήρια και την εμπειρία του ορθοπαιδικού. Με την πρόοδο της τεχνολογίας τόσο σε διαγνωστικό επίπεδο όσο και με την χρήση σύγχρονων μεθόδων αντιμετώπισης της εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου, με τη χρήση ή μη υλικών, όπως έγχυσης ενέσιμης γέλης, αποσυμπίεσης με δισκεκτομή, τοποθέτηση μεσοσπονδυλίων κλωβών, τεχνητών μεσοσπονδυλίων δίσκων, έχει βελτιωθεί σε μεγάλο βαθμό ένα μέρος της ποιότητας της καθημερινής ζωής των ασθενών.

Για το λόγο αυτό συνίσταται, περαιτέρω μελέτες και έρευνες, με σκοπό την ανάδειξη προδιαθεσιακών παραγόντων και μηχανισμών εκφύλισης του μεσοσπονδυλίου δίσκου, με στόχο την ενημέρωση του πληθυσμού για τις επιπτώσεις της εκφυλιστικής δισκικής νόσου (DDD) για την προσπάθεια περιορισμού των εκφυλιστικών μεταβολών του μεσοσπονδυλίου δίσκου, με τα ανάλογα θετικά για τη υγεία του ασθενούς αποτελέσματα και την οικονομική του αποφόρτιση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Broom ND, Mara DL, New structural concepts of articular cartilage demonstrated with a physical model. *Conn Tissue Res* 1985;14:1.
2. A study of Diffusion in Human Lumbar Discs S.Rajasekaran et al *SPINE* December 2004 ISSLS Prize winner.
3. Nerlich AG, Schleicher ED, Boos N. Volvo Award Winner In Basic Science Studies. *Spine* 1997;22:1781-2795.
4. Epidemiology and Genetic Influences Michele Battie et al *Spine* 2004 pp2679-2690.
5. Pope MH, Impact and vibration and their effects on lumbar Spine. Dissertation. Gothenburg Sweden 1990.
6. Keller T, Hanson T et al. The normal and degenerated porcine intervertebral disc: *J Spinal Disord* 1989;1:267-278.
7. Thompson et al *Spine*. 1991;16:253-260.
8. Vertebral Endplate Marrow Contact Channel Occlusions and Intervertebral Disc Degeneration. Lorin M. Benneker et al *Spine* 2005 pp 167-173.
9. Andersson et al. Quantitative studies on back load in lifting, *Spine* 1976;1:178-185
10. Eie N, Wehn P. *J Oslo City hosp* 12:1962:205-217.
11. Weidenbaum M, Iatridis JG, Setton LA, Foster, RJ, Mow VC. Mechanical behavior of the intervertebral disk and the effects of degeneration In: Weinstein JN, Gordon SL (eds:) *Low Back Pain: A Scientific and Overview*. Rosemont, IL, American Academy of Orthopaedic Surgeons 1996, pp.557-582.
12. Intervertebral Disc Disorganization is related to Trabecular Bone Architecture in the Lumbar Spine. Simpson E.K et al 2001 *Journal of Bone and Mineral Research*.
13. Growth Factors and Treatment of Intervertebral Disc Degeneration Howard An et al *Spine* December 2004 pp 2757-2769.
14. Nutrition of the Intervertebral Disc Jill Urban et al , *SPINE* December 2004 pp 2700-2709.
15. Michael A Adams , Phillip Pollintine et al, Intervertebral disc degeneration can predispose to Anterior Vertebral Fractures in the Thoracolumbar Spine . June 19, 2006. *Journal of Bone and Mineral Research*.
16. The Pathophysiology of Disc Degeneration. A Critical Review A. Hadjipavlou et al *JBJS* October 2008 pp1261-70 .
17. Postacchini F. Management of lumbar spinal stenosis. *JBJS* 1996.78B154-64.

18. Wang YXJ, Griffith JF, Ma HT et al (2011). Relationship between gender, bone mineral density, and disc degeneration in the lumbar spine: a study in elderly subjects using an eight-level MRI-based disc degeneration grading system. *Osteoporos Int* 22(1):91-6
19. Pollintine P, Dolan P, Tobias JH et al (2004). Intervertebral disc degeneration can lead to “stress-shielding” of the anterior vertebral body. A cause of osteoporotic vertebral fracture? *Spine* 29(7): 774–782
20. Simpson E, Parkinson I, Manthey B et al (2001). Intervertebral disc disorganization is related to trabecular bone architecture in the lumbar. *Spine J Bone Miner Res* 16(4): 681-687
21. Briggs A., Greig A., Wark J. (2007). The vertebral fracture cascade in osteoporosis: a review of aetiopathogenesis. *Osteoporos Int* 18:575–584
22. Wendlová J (2010). Chondrosis of the disc risk factor for osteoporotic vertebral fractures (biomechanical analysis). *Wien Med Wochenschr* 160/17–18: 464–469
23. Baron Y, Brincaat M , Calleja -Agius J et al (2009). Intervertebral disc height correlates with vertebral body T-scores in premenopausal and postmenopausal women. *Menopause International* 15: 58–62
24. Trout JJ, Buckwalter JA, Moore KC, Landas SK. Ultrastructure of human intervertebral disc. I: changes in notochord cells with age. *Tissue Cell* 1982;14:359-69
25. Nerlich AG, Schleicher ED, Boos N. Immunohistologic markers for age-related changes of human lumbar intervertebral discs. *Spine* 1997;22:2781-95
26. Anatomy and pathophysiology of intervertebral disc disease. Hariharan Shankar, Jeremy A. Scarlett. Stephen E. Abram (2009) 13, 67-75
27. Aakash Agarwal, Vikas Kaul, MS, Anand K. Agarwal, MD, Vijay K. Goel, PhD. *Spine Biomechanics and Age*. Journal of The Spinal Research Foundation, FALL 2012,
28. Putz, R. The detailed functional anatomy of the ligaments of the vertebral column. *Ann Anat* 174, 40-47 (1992).
29. Ritzel, H., Amling, M., Posl, M., Hahn, M. & Delling, G. The thickness of human vertebral cortical bone and its changes in aging and osteoporosis: a histomorphometric analysis of the complete spinal column from thirty-seven autopsy specimens. *J Bone Miner Res* 12, 89-95 (1997).
30. Shaffer, W.O., Spratt, K.F., Weinstein, J., Lehmann, T.R. & Goel, V. The Consistency and Accuracy of Roentgenograms for Measuring Sagittal Translation in the Lumbar Vertebral Motion

- Segment - an Experimental-Model. *Spine* 15, 741-750 (1990).
31. Adams, M.A. & Roughley, P.J. What is intervertebral disc degeneration, and what causes it? *Spine (Phila Pa 1976)* 31, 2151-2161 (2006).
 32. Pollintine, P., Przybyla, A.S., Dolan, P. & Adams, M.A. Neural arch load-bearing in old and degenerated spines. *J Biomech* 37, 197-204 (2004).
 33. Jillian E. Mayer, BA , James C. Iatridis, PhD , Danny Chan, PhD , Sheeraz A. Qureshi, MD, MBA , Omri Gottesman, MD , Andrew C. Hecht, MD . Genetic polymorphisms associated with intervertebral disc degeneration. Review Article. *The Spine Journal* 13 (2013) 299–317.
 34. Eyre DR, Matsui Y, Wu JJ: Collagen polymorphisms of the intervertebral disc. *Biochem Soc Trans* 30:844-848, 2002.
 35. Christopher K. Kepler , Ravi K. Ponnappan , Chadi A. Tannoury , Marakand V. Risbud , David G. Anderson. The molecular basis of intervertebral disc degeneration. *The Spine Journal*, Volume 13, Issue 3, 2013, 318 – 330.
 36. Adjacent Segment Disease after Lumbar or Lumbosacral Fusion: Review of the Literature Paul. Park et al *SPINE* 2004 p 1938-1939 .
 37. A Randomized Trial of Vertebroplasty for Osteoporotic Spinal Fractures. David F. Kallmes, M.D., Bryan A. Comstock, M.S., Patrick J. Heagerty, Ph.D., Judith A. Turner, Ph.D., David J. Wilson, F.R.C.R., Terry H. Diamond, F.R.A.C.P., Richard Edwards, F.R.C.R., Leigh A. Gray, M.S., Lydia Stout, B.S., Sara Owen, M.Sc., William Hollingworth, Ph.D., Basavaraj Ghdoke, M.D., Deborah J. Annesley-Williams, F.R.C.R., Stuart H. Ralston, F.R.C.P., and Jeffrey G. Jarvik, M.D., M.P.H, *N Engl J Med*. 2009;361:569-79. Massachusetts Medical Society.
 38. Kyphoplasty in osteoporotic vertebral compression fractures - Guidelines and technical considerations. Yohan Robinson, Christoph E Heyde, Peter Försth and Claes Olerud. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* 2011, 6:43.
 39. Ferrara, L.A. & Goel, V.K. The biomechanics of spinal fusion. *ArgoSpine News & Journal* 22, 57-61 (2010).
 40. Boden, S.D. Overview of the biology of lumbar spine fusion and principles for selecting a bone graft substitute. *Spine (Phila Pa 1976)* 27, S26-31 (2002).
 41. Lumbar Disc Degeneration: Correlation with Age, Sex, and Spine Level in 600 Autopsy Specimens. MILLER, J. A. A. PhD, SCHMATZ, C. BS, SCHULTZ, A. B. PhD, February 1988 - Volume 13 - Issue 2, pp: 139-225.
 42. Modic MT, Ross JS: Lumbar degenerative disk disease. *Radiology*

245:43-61, 2007.

43. Laurent Benhamou, C. Bone ultrastructure: evolution during osteoporosis and aging. *Osteoporos Int* 20, 1085-1087 (2009)
44. Chun-Yuh Huang a , Wei Yong Gu b. Effects of mechanical compression on metabolism and distribution of oxygen and lactate in intervertebral disc, *Journal of Biomechanics* 41 (2008) 1184–1196.
45. Iatridis, J.C., Setton, L.A., Weidenbaum, M., Mow, V.C., 1997. Alterations in the mechanical behavior of the human lumbar nucleus pulposus with degeneration and aging. *Journal of Orthopaedic Research* 15, 318–322
46. Hukins ,D. W. L. 1984. Collagen Orientation. In D.W.L. Hukins, *Connective tissue matrix* pp.211-239. Macmillan, London.
47. Sztrolovics, R., M. Alini, J. S. Mort, and P. J. Roughley. 1999. Age-related changes in fibromodulin and lumican in human intervertebral discs [In Pro-cess Citation]. *Spine* 24:1765–1771.
48. Antoniou, J., T. Steffen, F. Nelson, N. Winterbottom, A. P. Hollander, R. A. Poole, M. Aebi, and M. Alini. 1996a. The human lumbar intervertebral disc: Evidence for changes in the biosynthesis and denaturation of the extracellular matrix with growth, maturation, ageing, and degeneration. *J. Clin. Invest.* 98:996–1003.
49. Melrose, J. and P. Ghosh. 1988. The noncollagenous proteins of the intervertebral disc. In P. Ghosh (ed.), *The biology of the intervertebral disc*, CRC Press, Boca Raton.
50. Degeneration of the intervertebral disc. J. Urban and S. Roberts. 2003; 5(3): 120–130.
51. Manchikanti L, (2000), Epidemiology of low back pain, *Pain Physician*; 3(2): 167-192.
52. Chevalier, JM. (1998), *Anatomie de l'appareil locomoteur*. Editions Flammarion Médecine-Sciences.
53. Lotz JC, Ulrich JA, (2006), Innervation, inflammation and hypermobility may characterize pathologic disc degeneration: review of animal model data, *J Bone Joint Surg. Am.*; 88: 76-82.
54. Roughley PJ, (2004), Biology of intervertebral disc aging and degeneration, *Spine*; 29(23): 2691-2699.
55. Kang J, Stefanovic-Racic M, McIntyre L, Georgescu HI, Evans CH, (1997), Toward a biochemical understanding of human intervertebral disc degeneration and herniation: Contributions of nitric oxide, interleukins, prostaglandin E2, and matrix metalloproteinases, *Spine*; 22(10): 1065-1073.

56. Clinical history and physical examination. McLain RF, Dudeney S et al. American Academy of Orthopaedic Surgeons, Orthopaedic Knowledge Update Spine 2, 2002, pp39-51.
57. Videman T, Battie MC et al. The long-term effects of physical loading and exercise life-style on back related symptoms disability and spiral pathology among men. Spine 1995; 20:699-709.
58. Adams P et al. Qualitative with age of human lumbar discs. Ann Rheum Dis 1976;35:289-296.
59. SHolm, A. Maroudas, J.P.G.Urban, G Selstam and A. Nachemson. Nutrition of the intervertebral disc: Solute transport and metabolism.
60. Finneson et al. A Lumbar disc surgery predictive score card; Spine 3:186-188,1978
61. V. Graver, A. E. Ljunggren, B. Magnæs, M. Loeb, H. Lie. Is the outcome of traditional lumbar disc surgery related to the size of the exposure? July 1996, Volume 138, Issue 7, pp 824-828.
62. How should we grade lumbar disc herniation and nerve root compression? A systematic review. Clin Orthop Relat Res. 2015 Jun; 473(6):1896-902.
63. Gwyne J, Robertson P, Lunt B, Jackson S. Radiation exposure during fluoroscopically assisted pedicle screw insertion in the lumbar spine. Spine 2000, 25,12:1538-1541.
64. Goel VK, Grosland NM, Scifert JL. Biomechanics of the Lumbar Disc. Journal of Musculoskeletal Research 1997;1:81.
65. Goel VK, Nishiyama K, Weinstein JN, Liu YK: Mechanical properties of lumbar spinal motion segments as affected by partial disc removal. Spine 1986;11:1008–1012.
66. Adams MA, Dolan P, Hutton WC. (1986) The stages of disc degeneration as revealed by discograms, J Bone Joint Surg Br; 68:36-41.
67. James C. Iatridis, PhD a, Steven B. Nicoll, PhD b , Arthur J. Michalek, PhD c , Benjamin A. Walter, MS a,b , Michelle S. Gupta, BS. Role of biomechanics in intervertebral disc degeneration and regenerative therapies: what needs repairing in the disc and what are promising biomaterials for its repair? The Spine Journal 13 (2013) 243–262.
68. Reliability of Magnetic Resonance Imaging in Detecting Posterior Ligament Complex Injury in Thoracolumbar Spinal Fractures H.Lee et al Spine 2000 pp 2079-2084.

