

Η Εμβιομηχανική Ανάλυση στάσης-δύναμης-αντοχής και ιδιοδεκτικότητας των δομών της Σπονδυλικής Στήλης με αντικειμενικές μεθόδους αξιολόγησης

A' ΜΕΡΟΣ

Γ. ΓΟΥΔΕΒΕΝΟΣ¹, Ι. ΣΑΡΑΤΣΙΩΤΗΣ², Ν. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ³

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

Εμβιομηχανική Ορισμός

Είναι η επιστημονική ειδικότητα που ασχολείται με την εφαρμογή των μέσων και των μεθόδων της μηχανικής και της τεχνολογίας στη μελέτη, την κατανόηση, τη θεραπεία και την αποκατάσταση του ανθρώπινου μυοσκελετικού συστήματος. Μελετά στατικά και δυναμικά τη λειτουργία του μυοσκελετικού συστήματος σε συγκεκριμένες περιοχές, αλληλά και συνολικά.

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας δίνει τη δυνατότητα για περισσότερο λεπτομερείς και αντικειμενικές μετρήσεις στον τομέα αυτό.

Βλάβες και κακώσεις των ιστών της Σπονδυλικής Στήλης

- Τραυματικές
- Φλεγμονώδεις
- Εκφυλιστικές
- Συνδυασμός

Βλάβες και κακώσεις των ιστών της Σπονδυλικής Στήλης

- Μυϊκές: επιπολής-εν τω βάθει
- Συνδεσμικές: Πρόσθιος/Οπίσθιος επιμήκης
- Οστικές: Schmorl-Ολίσηση-Κάταγμα-Facet-Ογκο-Οστεοπόρωση
- Νευρολογικές: Στένωση Σωλήνα, Ωχρός Σύνδεσμος, Ριζίτιδες, Σύνδρομο Απισειδούς, Περιφερική Ισχιαλγία, Σύνδρομο Παγίδευσης, Ιππουριδική Σύνδρομη
- Δισκικές
- Συνδυασμός

Η αυχενική μοίρα αποτελεί ένα από τα συχνότερα βαλλόμενα μέρη του ανθρώπινου σώματος μυοσκελετικά, και όχι μόνο. Είναι ένα κομβικό σημείο, όπου αγγεία, νεύρα, ιστοί και οστά συναντιούνται και συντελούν στην αιμάτωση, τη νεύρωση του εγκεφάλου και των άνω άκρων, τη στήριξη του κεφαλιού, τις κινήσεις της καθημερινότητας, καθώς και τη σωστή λειτουργία της αναπνοής, της κατάποσης και πολλών άλλων λειτουργιών του ανθρώπινου οργανισμού.

Ως γνωστό, η αυχενική μοίρα ξεκινάει στη βάση της κεφαλής και αποτελείται από 7 σπόνδυλους (A1-A7) (εικόνα 2) και 8 ζεύγη νεύρων. Οι σπόνδυλοι της αυχενικής μοίρας είναι μικρότεροι σε μέγεθος σε σχέση με αντίστοιχους σε άλλα σημεία της σπονδυλικής στήλης. Ο κύριος σκοπός της αυχενικής μοίρας είναι να προστατεύει το νωτιαίο μυελό, να στηρίζει την κεφαλή και να της επιτρέπει πολλαπλές κινήσεις (όπως στροφή, κάμψη, έκταση και πλάγια κάμψη).

Ένα πολύπλοκο σύστημα μαλακών μοριών, που αποτελείται από συνδέσμους, τένοντες και μύες, βοηθάει στη στήριξη και σταθεροποίηση της αυχενικής μοίρας. Οι σύνδεσμοι αποτρέπουν κινήσεις πέρα από τα ανατομικά όρια, που πιθανόν να έχουν ως αποτέλεσμα ένα σοβαρό τραύμα. Οι μύες παρέχουν ισορροπία στη σπονδυλική στήλη και προκαλούν κίνηση.

Οι οστικές δομές επηρεάζονται από τη λειτουργία των ανωτέρω στοιχείων. Όπως είναι γνωστό, τα οστά είναι παθητικές δομές, ενώ οι μύες και τα μαλακά μόρια ενεργητικές. Άρα, τα μαλακά μόρια θα έχουν επιρροή στη θέση, στάση και κίνηση των οστών, μέσω του νευρικού ελέγχου (motor control).

Η εμβιομηχανική της αυχενικής μοίρας

Η κατανόηση της εμβιομηχανικής της σπονδυλικής στήλης είναι απαραίτητη για την αντίληψη και αντιμετώπιση ενός τραύματος στη σπονδυλική στήλη. «Εμβιομηχανική» είναι μια επιστήμη που εφαρμόζει νόμους της φυσικής και της μηχανικής σε βιολογικά στοιχεία όπως οι μύες, οι σύνδεσμοι, οι αρθρώσεις και

πολλά άλλα παρόμοια όργανα. Είναι η επιστημονική ειδικότητα που ασχολείται με την εφαρμογή μέσων και μεθόδων της μηχανικής-μηχανολογίας και της τεχνολογίας στη μελέτη, την κατανόηση, τη θεραπεία και την αποκατάσταση του μυοσκελετικού συστήματος. Επιπλέον, μια αλληλαγή στην εμβιομηχανική της σπονδυλικής στήλης μπορεί να προκαλέσει επιπλοκές και να επηρεάσει άλλα ανατομικά στοιχεία όπως το νωτιαίο μυελό, τα νωτιαία νεύρα και σημαντικές αρτηρίες.

Η σπονδυλική στήλη αποτελείται από 3 κινητικά κυρτώματα («καμπύλες»): λόρδωση στην αυχενική και οσφυϊκή μοίρα, και κύφωση στη θωρακική μοίρα.

Αν τα κυρτώματα της σπονδυλικής στήλης εξαλειφθούν, τότε υποχωρεί ο μηχανισμός αντοχής στα κάθετα και καμπικά φορτία βάσει του μαθηματικού τύπου (IA Καραντζή) (εικόνα 3): $R = N^2 + 1$ (R = Αντίσταση, N = Αριθμός καμπυλοτήτων)

Άρα, η αντίσταση/αντοχή στα κάθετα φορτία για τη σπονδυλική στήλη (3 κυρτώματα) είναι συνήθως $3^2 + 1 = 10$. Εάν χάσουμε τη λόρδωση στην αυχενική μοίρα, το αποτέλεσμα είναι $2^2 + 1 = 5$. Δηλαδή η αντοχή της σπονδυλικής στήλης μειώνεται κατά 50%!

Πειράματα για την επιφόρτιση της αυχενικής μοίρας και την ανεύρεση του κέντρου βάρους

BIOMECHANICS OF POSTERIOR DYNAMIC STABILIZING DEVICE (DIAM) AFTER FACETECTOMY AND DISCECTOMY Gaitanis I^{2,3}, Havey R^{2,3}, Phillips F¹, Voronov L^{2,3}, Carandang G², Patwardhan A^{2,3}.

¹Rush Presbyterian-St. Luke's Medical Center, Chicago, IL.

²Biomechanics Laboratory, Edward Hines Jr. VA Hospital, Hines, IL.

³Department of Orthopaedic Surgery & Rehabilitation, Loyola University, Maywood, IL.

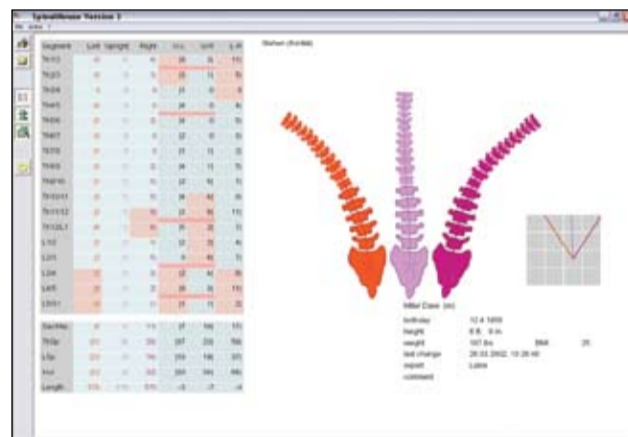
Φυσιολογική εμβιομηχανική άνω αυχενικής μοίρας (A1, A2)

Ο πρώτος αυχενικός σπόνδυλος, ο άτλαντας (A1), έχει αναφερθεί ως μία κοιλιότητα, γιατί στη σύνδεση με το κρανίο δημιουργεί μία αντίστοιχη υποδοχή για να στηρίξει την κεφαλή (εικόνα 4). Φυσιολογική κινητικότητα από την κάμψη έως την έκταση της άρθρωσης αυτής (A1-κεφαλή) κυμαίνεται μεταξύ 15° και 20°. Στροφή και πλάγια κάμψη δεν είναι εφικτές σε αυτό το επίπεδο λόγω της διαμόρφωσης της άρθρωσης μεταξύ του άτλαντα και της κεφαλής.

Το βάρος της κεφαλής μεταφέρεται από τον άτλαντα στην υπόλοιπη αυχενική μοίρα μέσω των πλάγιων ατλαντο-αξονικών αρθρώσεων του A2 σπόνδυλου, δηλαδή του άξονα. Ο άτλαντας αρθρώνεται με τους κονδύλους του ινιακού οστού και με τις άνω αρθρικές επιφάνειες του δεύτερου αυχενικού, όπως επίσης με την οδοντοειδή απόφυση του άξονα (εικόνα 5). Η οδοντοειδής απόφυση επιτρέπει στον άτλαντα να περιστρέφεται δεξιά και αριστερά (μαζί με την κεφαλή). Οι φυσιολογικές τιμές στροφής του A1 στον A2 είναι 50° ανά πλευρά παρόλο που έχουν μετρηθεί στις 32° σε πτώματα, στις 75.2° σε ακτινογραφικές αξιολογήσεις και στις 43° με τη βοήθεια αξονικού τομογράφου (Dvorak et al, Roche CJ et al). Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι έρευνες δείχνουν ότι μαζί με τη στροφή του άτλαντα επί του άξονα γίνεται παράλληλα και έκταση και πλάγια κάμψη του A1 προς την ίδια κατεύθυνση.

Επίσης όσον αφορά την άνω αυχενική μοίρα και συγκεκριμένα τον άτλαντα, είναι αξιοσημείωτο το ότι κατά τη διάρκεια κίνησης της αυχενικής μοίρας (A2-A7), ο άτλαντας προσαρμόζεται για να φέρει την κεφαλή σε σημείο που να ισορροπεί τα κάθετα και καμπικά φορτία του κρανίου επί της σπονδυλικής στήλης.

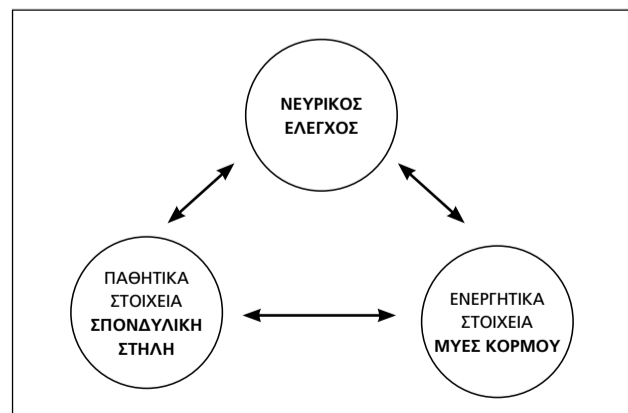
Για παράδειγμα, όταν η αυχενική μοίρα κινείται σε κάμψη, ο άτλαντας κινείται σε έκταση για να ισορροπήσει τα κάθετα φορτία τα οποία έχουν μετακινηθεί πιο μπροστά λόγω της κάμψης της αυχενικής μοίρας. Το αντίθετο συμβαίνει κατά τη διάρκεια έκτασης της αυχενικής μοίρας (εικόνα 6).



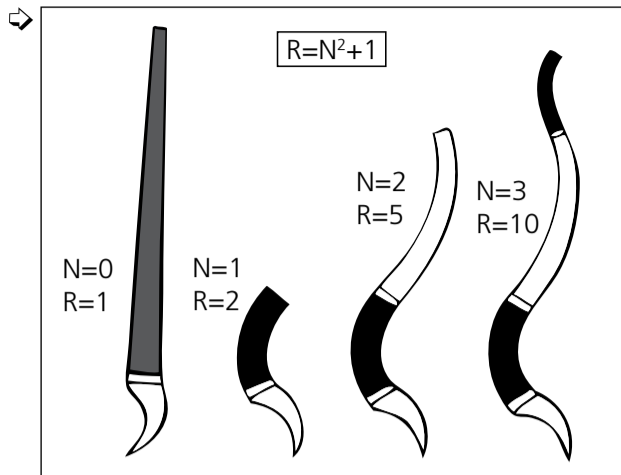
Εικόνα 1.



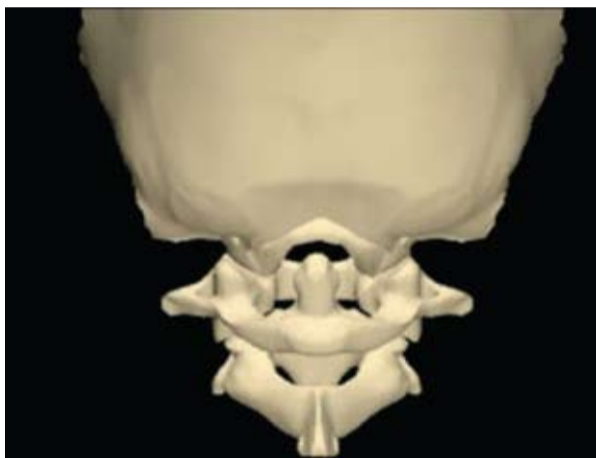
Εικόνα 2.



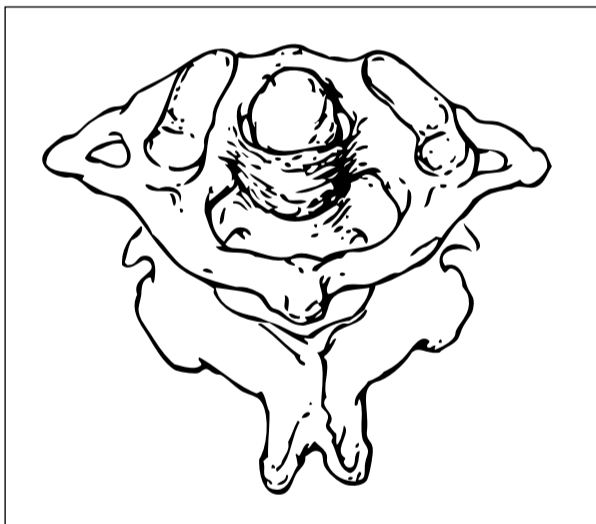
Σχήμα 1. Το σύστημα σταθεροποίησης της ΣΣ και τα μέρη του: παθητικό, ενεργητικό και νευρικό (από Panjabi, 1992a. "The stabilising system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation and enhancement." J Spin Disord, 5(4), σελίδα 384, κατόπι αδείας).



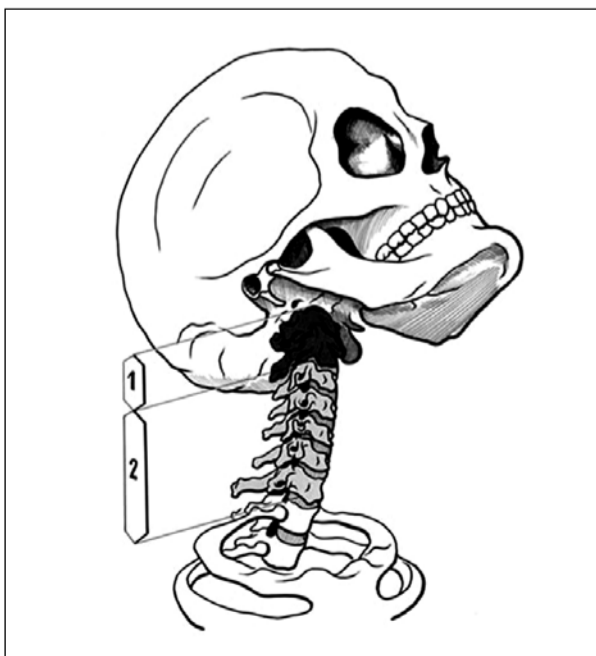
Εικόνα 3. Αν οι καμπύλες της Σπονδυλικής Στήλης εξαλειφθούν, τότε υποχωρεί ο μηχανισμός αντοχής στα κάθετα και καμπυλικά φορτία βάσει του μαθηματικού τύπου: $R = N^2 + 1$ (R = Αντίσταση, N = Αριθμός καμπυλοτήτων) (ref. Καρανίji).



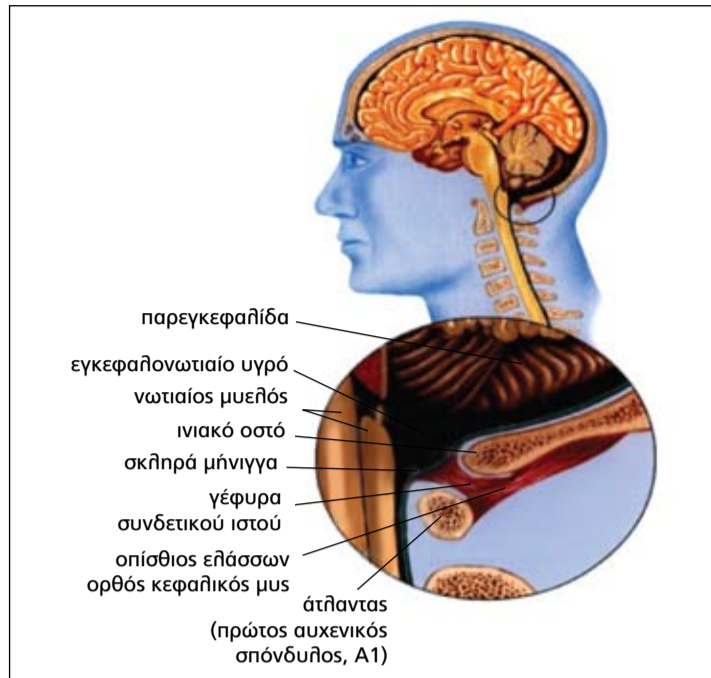
Εικόνα 4.



Εικόνα 5.



Εικόνα 6.



Δυσλειτουργίες λόγω αλλαγής της εμβιομηχανικής στην άνω αυχενική μοίρα

- αυχενικοί μύες - σύνδεσμοι πιέζουν νεύρα
- οπίσθια προβολή ΜΔ
- ερεθισμός σπονδυλικής αρτηρίας
- ερεθισμός κεφαλικών νεύρων (IX, X, XI, XII)
- σπασμός στον οπίσθιο ορθό κεφαλικό μυ

Φυσιολογική εμβιομηχανική κάτω αυχενικής μοίρας (A3-7)

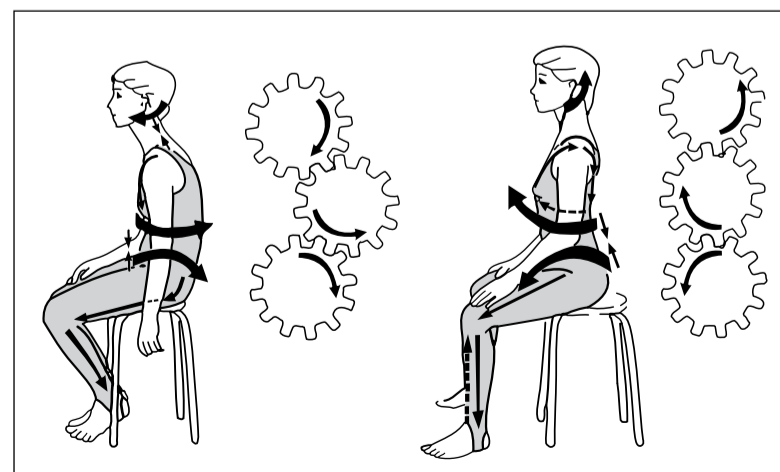
Μετά από τον Α2, οι σπόνδυλοι είναι πιο τυπικοί στη μορφολογία τους. Οι σπόνδυλοι αυτοί, δηλαδή Α3-Α7, μοιάζουν και έχουν κοινά χαρακτηριστικά. Όσον αφορά την κίνηση της κάτω αυχενικής μοίρας, κινείται σε κάμψη και στροφή αλλά όχι προς πλάγια κάμψη. Η πλάγια κάμψη (5-10° ανά πλευρά) είναι επιβλαβής μόνο όταν συνδυασθεί με στροφή προς την ίδια κατεύθυνση (π.χ. δεξιά πλάγια κάμψη με δεξιά στροφή).

Παρακολουθώντας την κάμψη και έκταση όλης της αυχενικής μοίρας, συνήθως παραμελούμε τις μεμονωμένες κινήσεις που πραγματοποιούνται σε κάθε σπονδυλική άρθρωση. Υπάρχει διαφορά τόσο τροπικά όσο και ποσοτικά στην κίνηση κάθε σπονδυλικής άρθρωσης κατά τη διάρκεια της κάμψης ή της έκτασης όλης της αυχενικής μοίρας. Άρα, θα ήταν πιο σωστό να μελετήσουμε την εμβιομηχανική της αυχενικής μοίρας αναλυτικότερα. Η έκταση της αυχενικής μοίρας ξεκινάει με τους κατώτερους σπόνδυλους (Α4-Α7) και συνεχίζεται από την άνω αυχενική μοίρα (Α2), ενώ ο Α3 δεν έχει συγκεκριμένη κίνηση. Η καμπυλική κίνηση έχει ως εξής: ξεκινά με κατώτερους σπόνδυλους (Α4-Α7), συνεχίζεται με Α2 και Α3 και τελειώνει με Α3 και Α4.

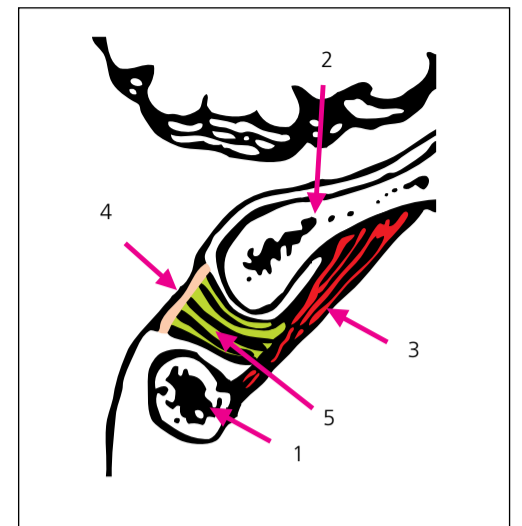
«Ευθειασμός» αυχενικής μοίρας σπονδυλικής στήλης

Απώλεια της λόρδωσης, ευθειασμός και κύφωση είναι οι διάφορες διατυπώσεις-ορισμοί που περιγράφουν την κατάσταση της αυχενικής μοίρας της σπονδυλικής στήλης, όταν η φυσιολογική λόρδωση έχει ελαττωθεί, εξαφανιστεί και τέλος, αν έχει αναστραφεί.

Ο ευθειασμός της ΑΜΣΣ και η εμβιομηχανική του επίδραση



Εικόνα 8. Κακή στάση και τραυματισμός τύπου Whiplash.



Εικόνα 7. Ένδειξη μιο-μηνιγγιακής γέφυρας: 1) άτλας, 2) κράνιο, 3) οπίσθιος ορθοκεφαλικός μύς, 4) σκληρά μήνιγγα, 5) μιο-μηνιγγιακή γέφυρα (Hack GD et al).

στη λειτουργία της, αλλά και ολόκληρης της ανθρώπινης κινητικής αλυσίδας, θεωρείται πλέον ως ένα πρώιμο και «υποποπο» στάδιο για την ανάπτυξη, δυσλειτουργίας, καθώς και παθολογίας της Σ.Σ. και αποτελεί συχνά το προστάδιο τους. Ξεκινά ως μία αρχιτεκτονική αλλαγή και συχνά καταλήγει σε μηχανική βλάβη με όλα τα επακόλουθα.

Είναι αποτέλεσμα:

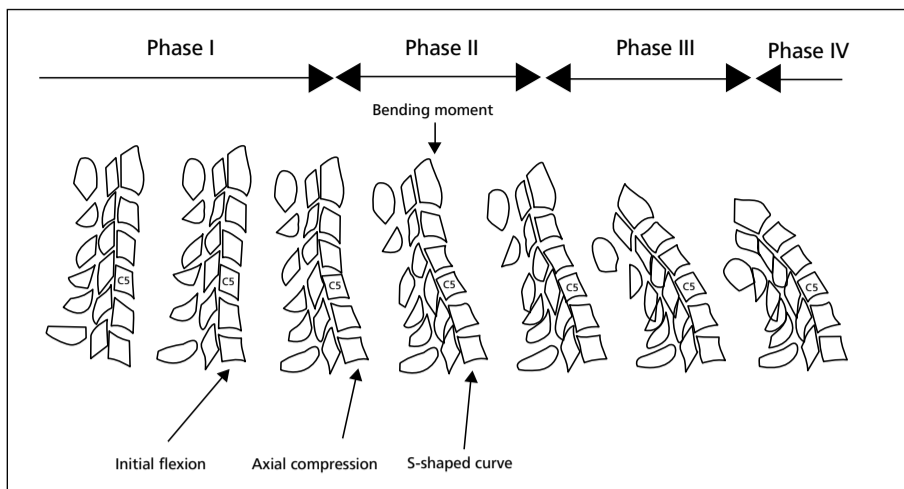
- κακής στάσης
- τραυματισμού
- δισκοπάθειας
- κληρονομικών παθήσεων
- μόλυνσης των οστών
- οστεοπόρωσης
- καταγμάτων ΣΣ
- χειρουργικών επεμβάσεων

Η αιτιολογία είναι συνήθως το αποτέλεσμα κακής στάσης ενός ατόμου ή το αποτέλεσμα τραυματισμού της αυχενικής μοίρας. Η κακή στάση ξεκινά από την παιδική ηλικία και οφείλεται σε συνθήκες όπως ευρεία χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή και εν γένει καθιστικό τρόπο ζωής (τηλεόραση, ηλεκτρονικά παιχνίδια, κ.λπ.) και έλλειψη άσκησης. Όσον αφορά τραύματα στην αυχενική μοίρα, όπως για παράδειγμα μετά από ένα αυτοκινητιστικό ατύχημα (τραύμα τύπου whiplash-hyperflexion/hyperextension injury) (εικόνα 8) ή έπειτα από άλλο τραυματισμό, το αποτέλεσμα σε αυτές τις περιπτώσεις είναι ευθειασμός λόγω ανισορροπίας στάσης.

Έρευνες έχουν δείξει ότι ο πέμπτος αυχενικός σπόνδυλος (Α5) είναι αυτός που είναι υπεύθυνος για τον ευθειασμό της αυχενικής μοίρας έπειτα από τραυματισμό ή κακή στάση (Oppper, Panjabi & White). Αυτό γιατί ο πέμπτος σπόνδυλος κινείται σε δύο κατευθύνσεις ταυτόχρονα:

- α) κάμψη-έκταση και
- β) ολίσθηση.

Όταν η αυχενική μοίρα κινηθεί σε κάμψη, ο Α5 κινείται σε έκταση και οπίσθια ολίσθηση. Αντίστοιχα, όταν η αυχενική μοίρα κινείται σε έκταση, ο Α5 κινείται σε κάμψη και πρόσθια ολίσθηση (εικόνα 9). Αυτές οι κινήσεις έχουν ως αποτέλεσμα να δημιουργηθούν μεγάλα φορτία με επίκεντρο το Α5 και να τραυματιστούν πολύ πιο εύκολα και πιο συχνά, όπως δείχνουν οι έρευνες τα facets των Α4, Α5 και Α6, ο οπίσθιος



Εικόνα 9.



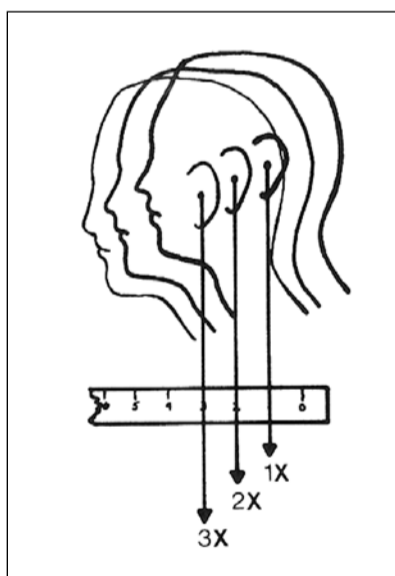
Εικόνα 10.

επιμήκης σύνδεσμος μεταξύ A4-A6 και να γίνεται εκφύλιση των μεσοσπονδύλιων δίσκων σε αυτό το τμήμα της αυχενικής μοίρας.

Αλλήλωςτε, όλα τα πειράματα αλληλά και οι εκτιμήσεις δείχνουν ότι ο A5 είναι το σημείο θραύσης (break point) και το σημείο στο οποίο σφείλεται η θορυβώδης στάση της αυχενικής μοίρας. Επίσης, είναι το σημείο που απορροφά τους κραδασμούς στην αυχενική μοίρα και είναι συνήθως ο σπόνδυλος όπου εκτονώνονται τα εκρηκτικά και συμπιεστικά κατάγματα (εικόνα 10).

Αποτελέσματα αυτού του φαινομένου είναι να τραυματίζονται πιο εύκολα:

- facets των A4/A5 και A5/A6
 - οπίσθιος επιμήκης σύνδεσμος (A4-A6)
 - ΕΜΔ σε αυτό το τμήμα της ΑΜΣΣ
- Όλα αυτά μετακινούν τα καμπικά φορ-



Εικόνα 11.



Εικόνα 12.



Εικόνα 13.



Εικόνα 14.



Εικόνα 15.

τία πιο μπροστά με αποτέλεσμα και η κεφαλή να μετακινείται πιο μπροστά.

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, εφόσον υπάρχει φυσιολογική λόρδωση, η κατώτερη αυχενική μοίρα στηρίζει και αντέχει την άρση του βάρους της κεφαλής. Για κάθε ίντσα (περίπου 2.2 εκατοστά) πρόσθιας μετακίνησης της κεφαλής, διπλασιάζονται και τριπλασιάζονται τα συμπίεστικά φορτία, που στην ουσία υποχρεώνουν την κατώτερη αυχενική μοίρα να δέχεται μεγαλύτερα φορτία από αυτά που αντέχει (δηλαδή 2 ή 3 φορές το βάρος της κεφαλής) (εικόνα 11).

Κλινικά χαρακτηριστικά ευθειασμού

- Δε δίνει συμπτώματα από την αρχή.
- Περιορισμός και δυσκαμψία στην κίνηση (ιδίως έκταση & στροφή).
- Μυϊκός σπασμός (muscular tension) των μυών της αυχενικής μοίρας και κυρίως των σκαληνών και του στερνοκλειδομαστοειδή κ.α.
- "Trapezius sign": κλινικά θεωρείται ως ένα σημείο που εμφανίζεται πολύ συχνά στον ευθειασμό και κυρίως στην κυφωτική αναστροφή της αυχενικής μοίρας. Έχει παρατηρηθεί ότι 8 στους 10 παρουσιάζουν "trapezius sign" έχουν ήδη εγκατεστημένο ευθειασμό. Ο τραπεζοειδής είναι σε έντονη σύσπαση και προκαλεί ανύψωση της ωμοπλάτης και έσω στροφή της γληνοβραχιονίας άρθρωσης (εικόνα 12).

Εργαστηριακός εντοπισμός ευθειασμού

1. Ακτινογραφία, μαγνητική τομογραφία (MRI), αξονική τομογραφία (CT) (εικόνα 13)
2. Τηλεμετρία (Spinal Mouse)
Η τηλεμετρία (εικόνα 14) είναι μία νέα μέθοδος μέτρησης, αξιολόγησης και απεικόνισης της κινητικότητας και της μορφολογίας της σπονδυλικής στήλης και των αρθρώσεων:
 - καταγράφει τη στάση και κίνηση της κεφαλής και της ΣΣ
 - μέτρηση των σπονδύλων ποιοτικά και ποσοτικά
 - ελέγχει το εύρος κίνησης σε όλες τις στάσεις και την αρμονία της κίνησης
3. Εργομετρικά-ηλεκτρονικά μηχανήματα (τύπου MedX) (εικόνα 15)
 - στόχος της εφαρμογής του MedX στον αυχένα είναι η εκτίμηση της δύναμης ή της αδυναμίας των σταθεροποιητικών μυών και της εμβιομηχανικής της ΑΜΣΣ

- έχει σημαντικές εφαρμογές στην αντιμετώπιση των διαταραχών του μηχανισμού στήριξης

Τρόποι αντιμετώπισης (εικόνας 15, 16, 17)

- Εργονομία
- Διόρθωση στάσης
- Εκμάθηση σωστής αναπνοής
- Ειδικές εκτατικές ασκήσεις
- Οριζόντιο βλέμμα (ψυχο-κοινωνικοί παράγοντες)
- Σταθεροποιητικές ασκήσεις
- Ιδιοδεκτικότητα (Pro Kin)
- Ασκήσεις ενδυνάμωσης

Ανατομία Θ11 – Ο2(3)

Ανατομία Θ11: «Τυπικός θωρακικός σπόνδυλος» (εικόνας 18, 19)

- Facet (προσανατολισμένο 20° σε σχέση με το μετωπιαίο και 60° σε σχέση με το εγκάρσιο επίπεδο)
- Σπονδυλικό σώμα
- Ακανθώδης απόφυση (το σχήμα της δημιουργεί μεγάλο μοχλοβραχίονα για τους εκτεινόμενους θωρακικούς μύες)
- Πλευρές (ασύντακτες-δε συμμετέχουν στην αναπνοή)

Ανατομία Θ12: «Το ρουλεμάν της θωρακοσφυϊκής μοίρας» (εικόνα 20)

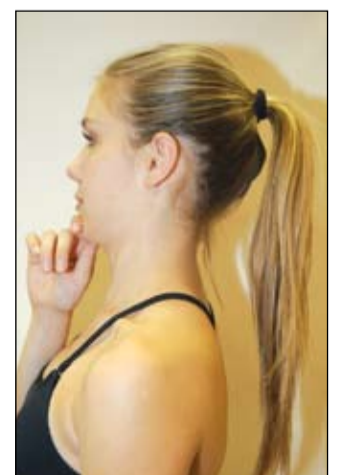
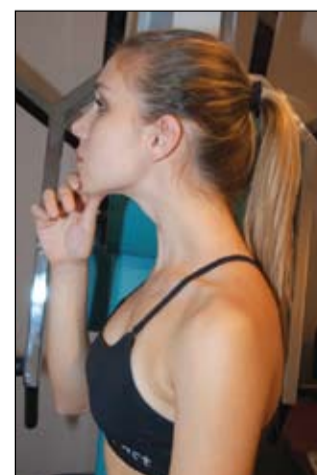
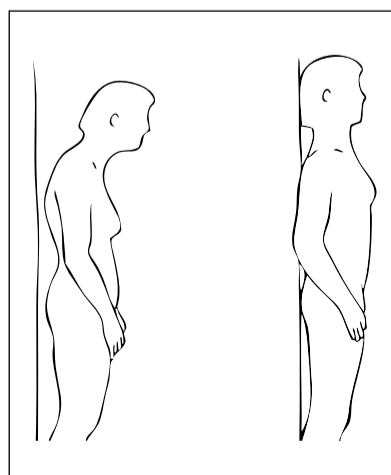
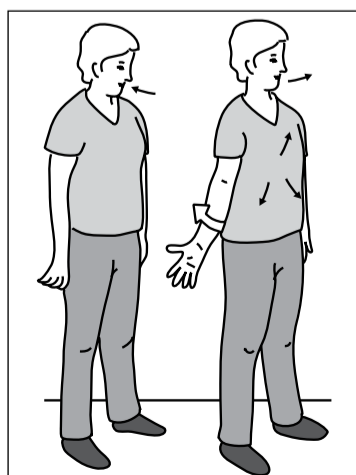
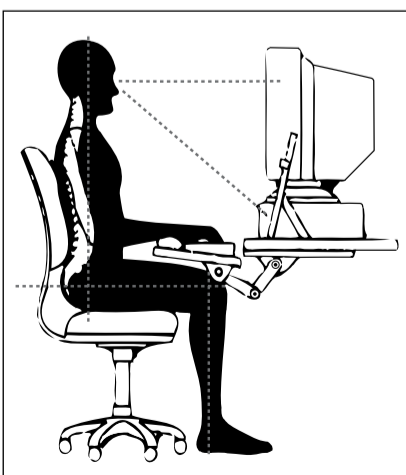
- Άνω και κάτω αρθρική απόφυση (κατά προσέγγιση στο μετωπιαίο και το οβελιαίο αντίστοιχα επίπεδο)
- Σπονδυλικό σώμα-τόξο-ακανθώδης απόφυση
Το σπονδυλικό σώμα έχει τα χαρακτηριστικά ενός οσφυϊκού σπονδύλου. Λίγοι είναι οι μύες που έχουν την καταφυγή τους σε αυτό. Σε περιπτώσεις ανισοσκελίας, ασυμμετρίας πυέλου και σκολίωσης, είναι το σημείο όπου αλληλάζει η φορά της σκολίωσης (εικόνα 21).

Ανατομία Ο1 – Ο2 (εικόνα 22)

- Facet-οβελιαίο επίπεδο
- Μεσοσπονδύλιος δίσκος / σπονδυλικό σώμα-1/3
- Meniscoid bodies («μυλοκάρισμα» των facets)

Facet (εικόνα 23)

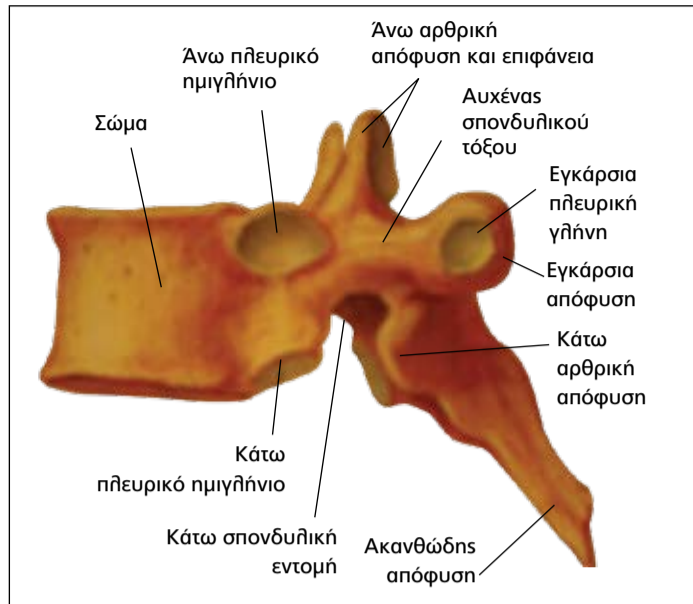
Οι αρθρώσεις των αποφύσεων είναι προσανατολισμένες 90° σε σχέση με το εγκάρσιο επίπεδο και 45° σε σχέση με το μετωπιαίο επίπεδο.



Εικόνα 16.



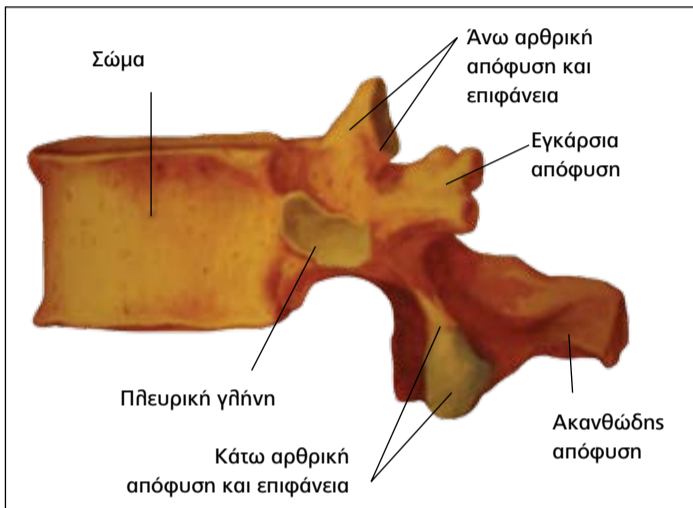
Εικόνα 17.



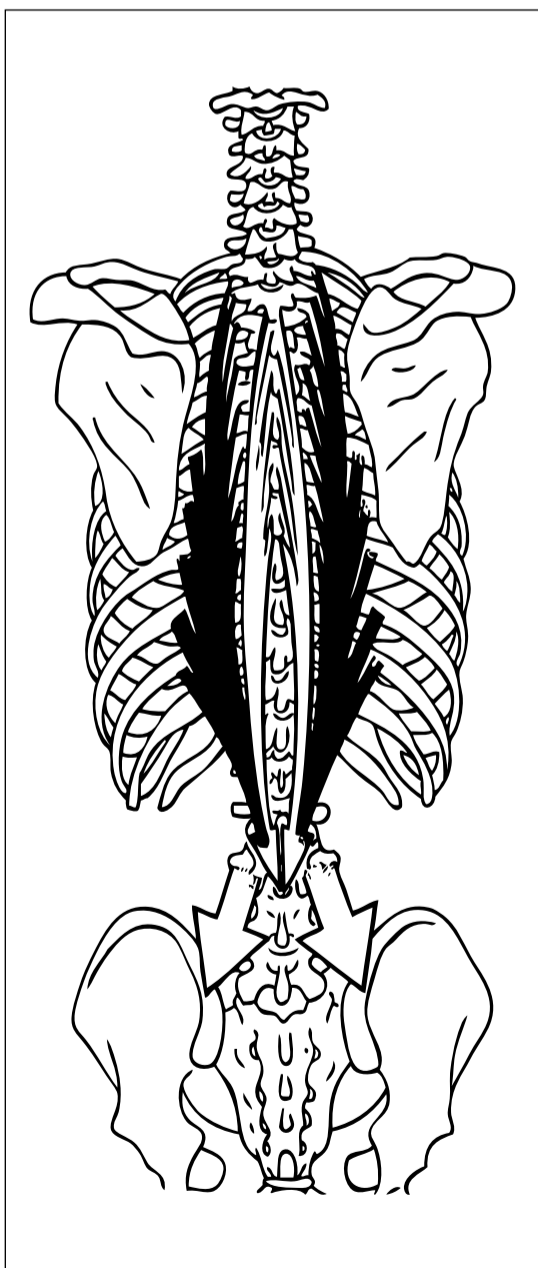
Εικόνα 18.



Εικόνα 19.



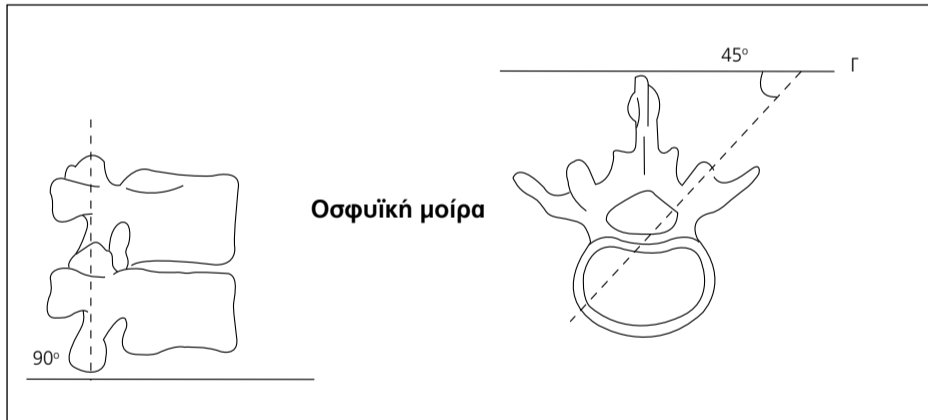
Εικόνα 20.



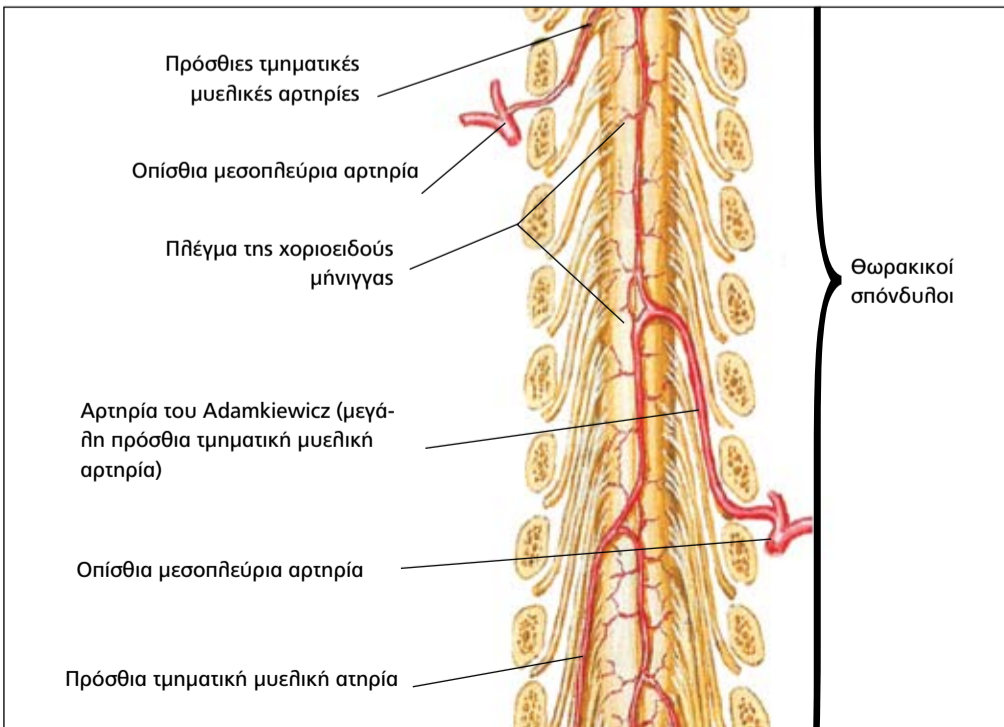
Εικόνα 21.



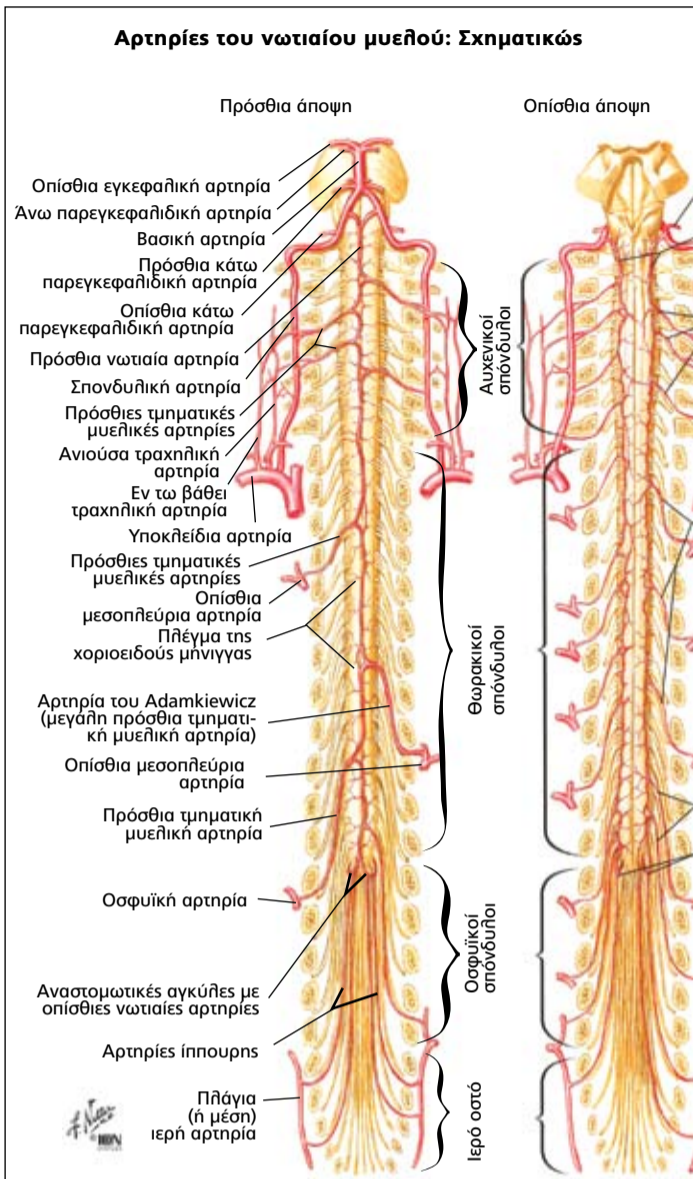
Εικόνα 22.



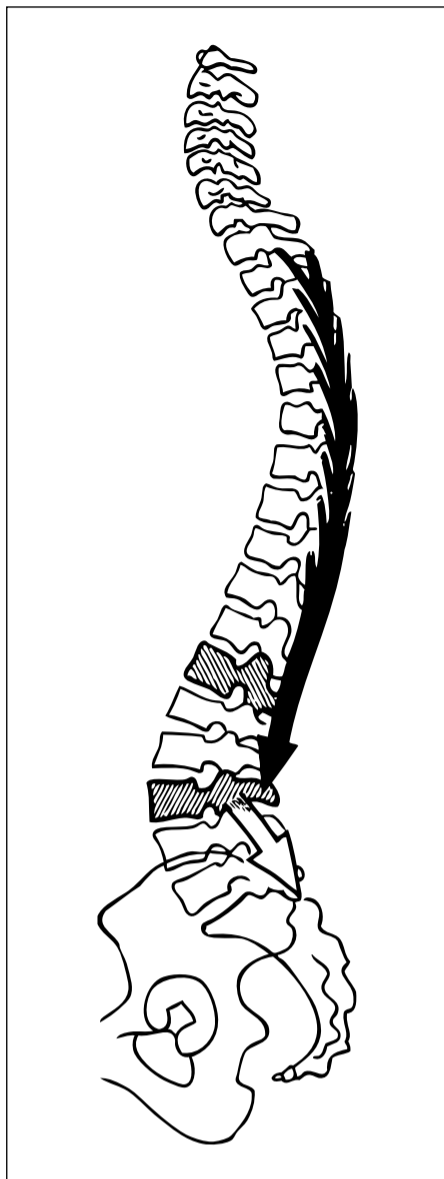
Εικόνα 23.



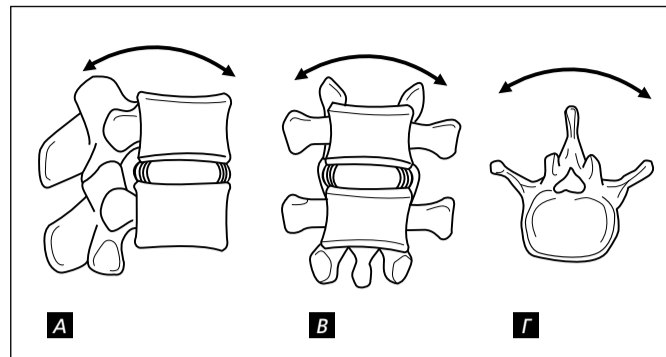
Εικόνα 24. Μεγάλη ριζική αρτηρία.



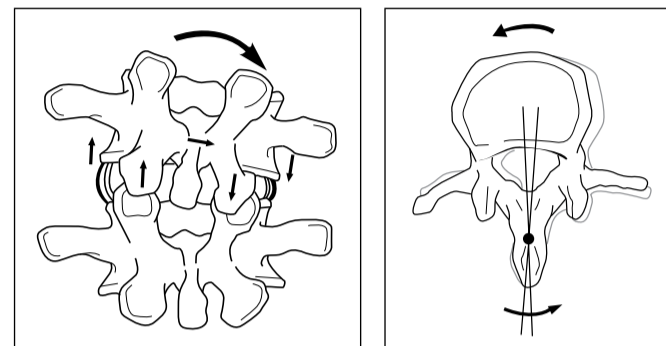
Εικόνα 25. Μεγάλη ριζική αρτηρία.



Εικόνα 26.

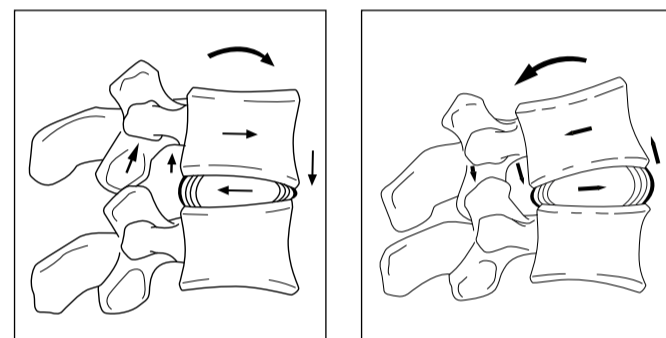


Εικόνα 27.



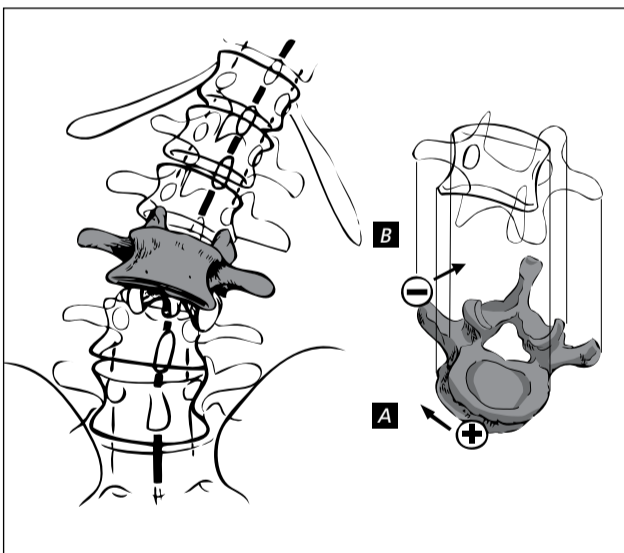
Εικόνα 28.

Εικόνα 29.



Εικόνα 30.

Εικόνα 31.



Εικόνα 32.

Ανατομία O1-O2 (εικόνες 24, 25)

- Μεγάλη ριζική αρτηρία Arteria radicularis magna (Adamkiewicz)
- Μεσοσπονδύλιο τμήμα
- Προσοχή σε χειρισμούς σε έκταση και στροφή

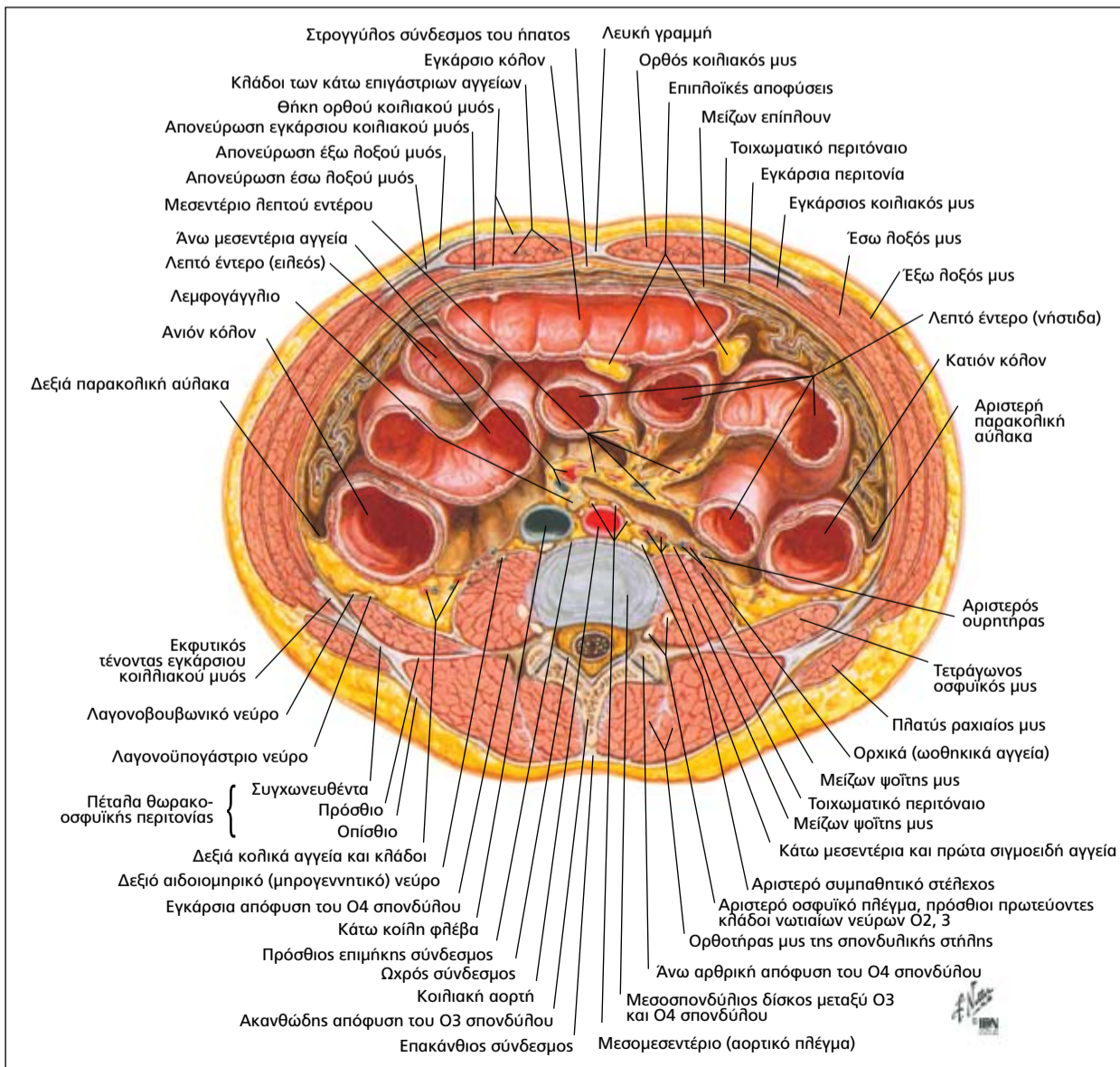
Ανατομία O3 (εικόνα 26)

- Ο τρίτος οσφυϊκός σπόνδυλος είναι η «γέφυρα» μεταξύ της άνω και κάτω οσφυϊκής μοίρας
- Παράλληλος με το εγκάρσιο επίπεδο
- Το κέντρο της λόρδωσης
- Ο πιο κινητικός σπόνδυλος της οσφυϊκής μοίρας, καθώς δε συνδέεται με τον λαγονοσφυϊκό σύνδεσμο (Bourdiol)

Εμβιομηχανική

Μηχανισμός λειτουργίας - εύρος κίνησης της ΘΟΜΣΣ

Κάμψη: ± 40° και Έκταση: ± 30° (Kapandji)



Εικόνα 33.

- Από κάμψη σε έκταση (εικόνα 27)
 - Θ11-Θ12: 6-20°
 - Θ12-Ο1: 6-20°
 - Ο1-Ο2: 9-16°
 - Ο2-Ο3: 11-18° (Grieve)
- Πλάγια κάμψη: ± 22° (εικόνα 28)
 - Θ11-Θ12: 4-13°
 - Θ12-Ο1: 5-10°
 - Ο1-Ο2: 3-8°
 - Ο2-Ο3: 3-9° (Grieve)
- Στροφή: < 12° (εικόνα 29)
 - Θ11-Θ12: 2-3°
 - Θ12-Ο1: 2-3°
 - Ο1-Ο2: <3°
 - Ο2-Ο3: <3°
- Κάμψη (εικόνα 30)
 - Αυξάνει η εφραπτόμενη πίεση του μεσοσπονδύλιου δίσκου
 - Το πρόσθιο τοίχωμα χαλαρώνει και προβάλλει
 - Το οπίσθιο τοίχωμα διατείνεται
 - Ο πυρήνας κινείται οπίσθια
 - Η ενδοδισκική πίεση αυξάνει
 - Διαχωρίζονται οι αποφυσιακές αρθρώσεις
- Έκταση (εικόνα 31)
 - Τα αντίθετα από την κάμψη (White and Panjabi)
- Η πλάγια κάμψη και η αντίστοιχη στροφή (εικόνα 32)
 - Σε κάμψη, η πλάγια κάμψη συνοδεύεται από ομόπλευρη στροφή
 - Όταν η ΘΟΜΣΣ είναι σε ουδέτερη θέση ή σε έκταση, η πλάγια κάμψη συνοδεύεται από ετερόπλευρη στροφή

Μυϊκό σύστημα

Η Fascia Thoracolumbalis (Θωρακο-οσφυϊκή περιτονία) παίζει κεντρικό ρόλο στη μυϊκή σταθεροποίηση της ΘΟΜΣΣ.

Αποτελείται από δύο πέταλα, το εν τω βάθει και το επιπολής, στα οποία ακτινοβολούν ο εγκάρσιος, ο έσω και έξω κοιλιακός μύς, ο πλατύς ραχιαίος και ο εκτείνων τη ράχη (εικόνα 33).

Θωρακο-οσφυϊκή περιτονία (εικόνα 34)

Διακρίνουμε τρία συστήματα:

- Οπίσθιο σύστημα (εικόνα 35)
 1. Εγκαρσιονωτιαίοι μύες
 2. Ημιακανθώδης μύες
 3. Βραχείς σπονδυλικοί μύες-πολυσχιδείς
- Πρόσθιο σύστημα (κοιλιακοί μύες) (εικόνα 36)
 1. Εγκάρσιος κοιλιακός μύς
 2. Έσω και έξω λοξός κοιλιακός μύς
- Πλάγιο σύστημα (εικόνα 37)
 1. Τετράγωνος οσφυϊκός
 2. Λαγονοψοίτης

(Φυσικοθεραπευτική)

Αξιολόγηση

- Η αρχική εκτίμηση πρέπει να εμπειριέχει ένα αναλυτικό και λεπτομερές ιστορικό.
- Μη μηχανικές βλάβες συνήθως ανακαλύπτονται από το ακριβές ιστορικό και το μηχανισμό κάκωσης.
- Η επιλογή των εξεταστικών μεθόδων πρέπει να είναι σε συνάρτηση με την κάθε ξεχωριστή περίπτωση.
- Χρήση του ICD (International Classification of Diseases) (Congenital, Traumatic, Inflammation, Tumors,

Degenerative, Functio Laesa)

Κλινική εξέταση

Ανάλογα με τις πληροφορίες που έχουμε συγκεντρώσει με τη λήψη του ιστορικού του ασθενούς, η κλινική εξέταση έχει ως στόχο την επιβεβαίωση ή τον αποκλεισμό της πιθανής πάθησης/δυσλειτουργίας:

- Επισκόπηση/ψηλάφηση
- Κινητική εξέταση/Τηλεμετρία
- Provocation tests
- Εξέταση μυϊκής ισχύος/ιδιοδεκτικότητας
- Νευρολογική εξέταση

Κινητική εξέταση

- Κάμψη (εικόνα 38)
- Έκταση (εικόνα 39)

- Πλάγια κάμψη (εικόνα 40)
- Στροφή (εικόνα 41)

Τηλεμετρία

Η τηλεμετρία είναι μια μέθοδος μέτρησης, αξιολόγησης και απεικόνισης της κινητικότητας και της μορφολογίας της σπονδυλικής στήλης και των αρθρώσεων (εικόνας 14, 42).

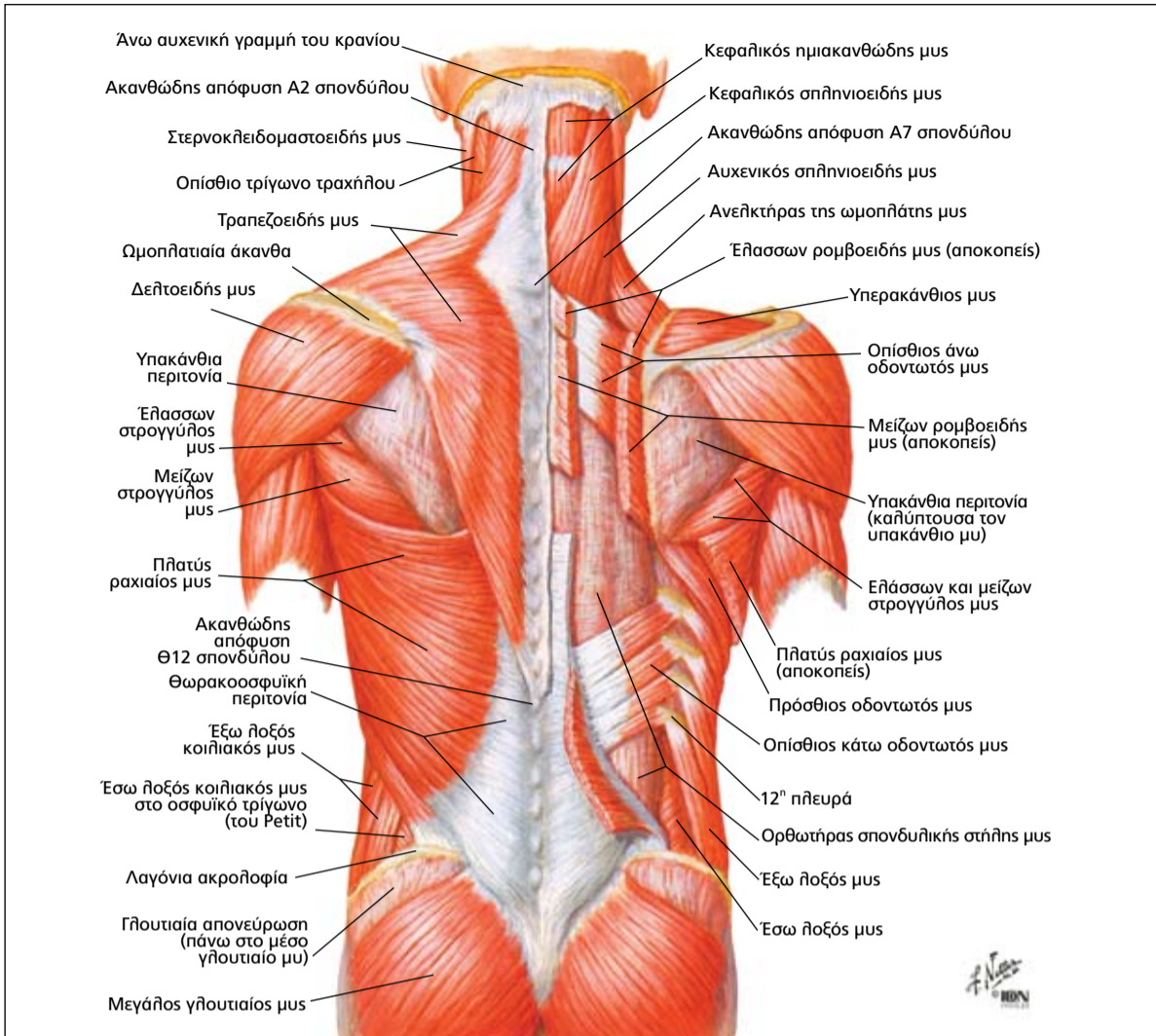
Provocation tests

- Segmental (εικόνα 43)
- Local (εικόνα 44)

Εξέταση μυϊκής ισχύος/ιδιοδεκτικότητας

- Ορθός κοιλιακός (Θ5-Θ12) (εικόνα 45)
- Λαγονοψοίτης (Θ12,Ο1,Ο2) (εικόνα 46)





Εικόνα 34.

Νευρολογική εξέταση

- Εξέταση αντανακλαστικού Babinski (εικόνα 47)
- Εξέταση αντανακλαστικού επιγονατιδικού συνδέσμου (εικόνα 48)
- Εξέταση αχιλλείου αντανακλαστικού (εικόνα 49)

Τρόποι Αντιμετώπισης

1. Διόρθωση στάσης (Brugger) (εικόνα 50)
2. Trigger point therapy και διατάσεις (εικόνα 51)
3. Κινητοποίηση
4. Ενδυνάμωση, σταθεροποίηση
5. Ασκήσεις ενδυνάμωσης με ειδικά εργομετρικά μηχανήματα
6. Ιδιοδεκτικότητα
7. Επανεκπαίδευση

Διατάσεις

- Διάταση λαγονοψοίτη και ορθού μηριαίου (εικόνα 52)

Κινητοποίηση

Κινητοποίηση εδώ σημαίνει manual παθητική κινητοποίηση αρθρώσεων που μπορεί να εφαρμοστεί ως αργή κινητοποίηση, γρήγορο manipulation ή ταλάντευση και δόνηση.

Αυτές οι τεχνικές θεωρείται πως μειώνουν τον πόνο, χαλαρώνουν τους μύς, αυξάνουν την κυκλοφορία, τη θρέψη και την κινητικότητα (Stoddard a 1983, Cyriax j. 1982, Maitland GD 1987, Kaltenborn FM 1989, Grieve GP 1986, Lamb DW 1988, Lewit K. 1987).

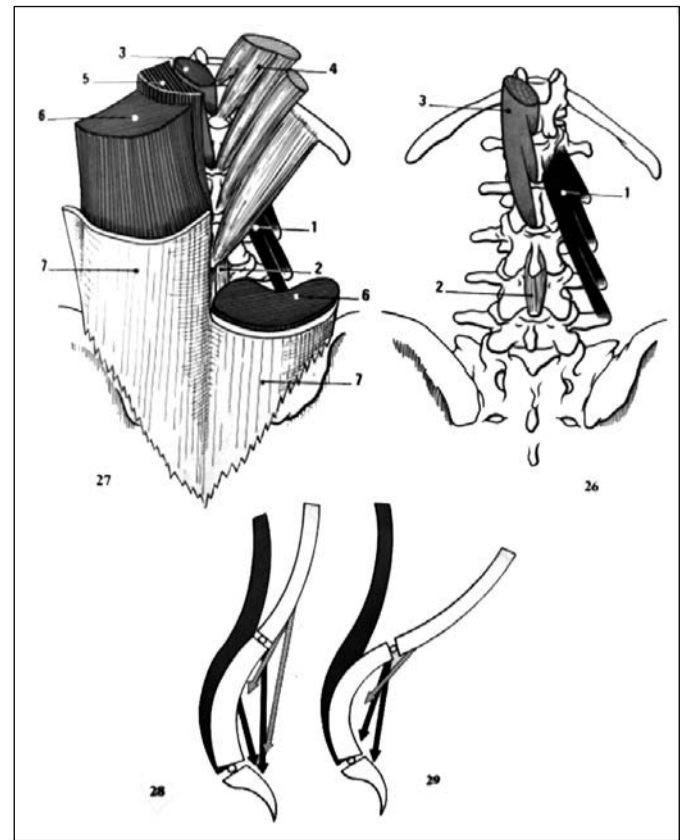
- 0= ακύλωση ∅ Η κινησιολογική θεραπεία δεν κρίνεται απαραίτητη
- 1= αρκετή υποκινητικότητα ∅ mobilisation. Αν υπάρχει σπασμός, κινητοποίηση σε ανώδυνο εύρος
- 2= ελαφρά υποκινητικότητα ∅ mobilisation, manipulation
- 3= normal ∅ Διατηρείται από τον τρόπο ζωής και την άσκηση
- 4= ελαφρά υπερκινητικότητα ∅ χαμηλός βαθμός mobilization (1-2) και επίδραση στους μηχανοϋποδοχείς
- 5= αρκετή υπερκινητικότητα ∅ ασκήσεις σταθεροποίησης, εξωτερική υποστήριξη όπως π.χ. κολιάρο
- 6= αστάθεια ∅ μπορεί να απαιτείται χειρουργική σταθεροποίηση
- 4,5,6= No thrusts (Grieve's Modern Manual Therapy, The vertebral column, edited by Jeffrey Boyling, Nigel Palastonga, Gwendolen A. Jull, Diane G. Lee, Gregory P. Grieve).

**Μηχανισμοί επίδρασης
 Αλλαγές σε τοπικούς ιστούς- μηχανικά αποτελέσματα**

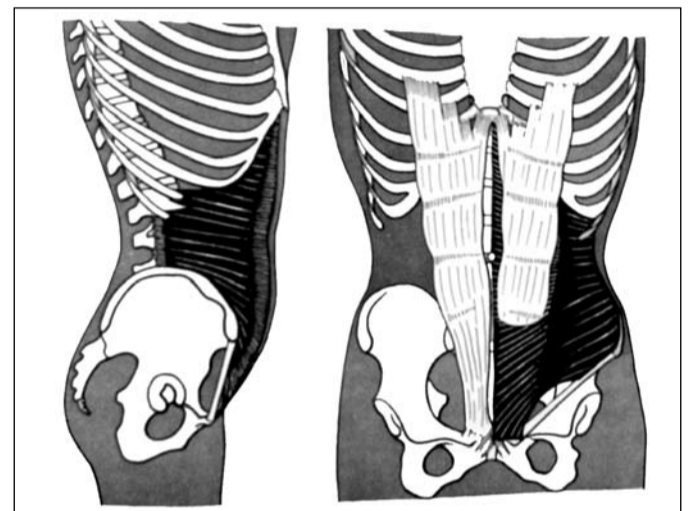
- Κίνηση αρθρικού υγρού-αύξηση ανταλλαγής θρεπτικών ουσιών
- Μείωση οιδήματος, επούλωση-καλύτερη μηχανική συμπεριφορά άρθρωσης

Νευροφυσιολογικές αλλαγές

Διέγερση μηχανο-υποδοχέων που αναστέλλουν τη



Εικόνα 35.



Εικόνα 36.



Εικόνα 37.



Εικόνα 38.



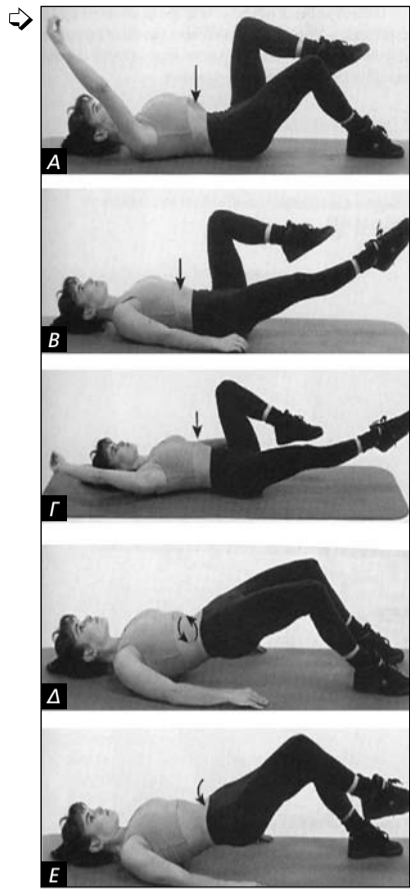
Εικόνα 39.



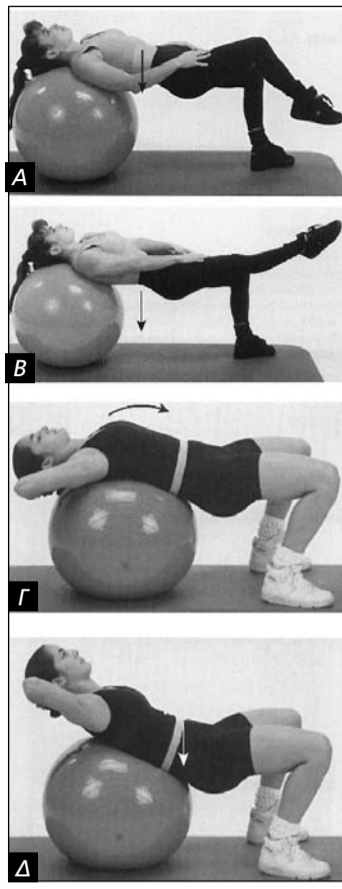
Εικόνα 40.



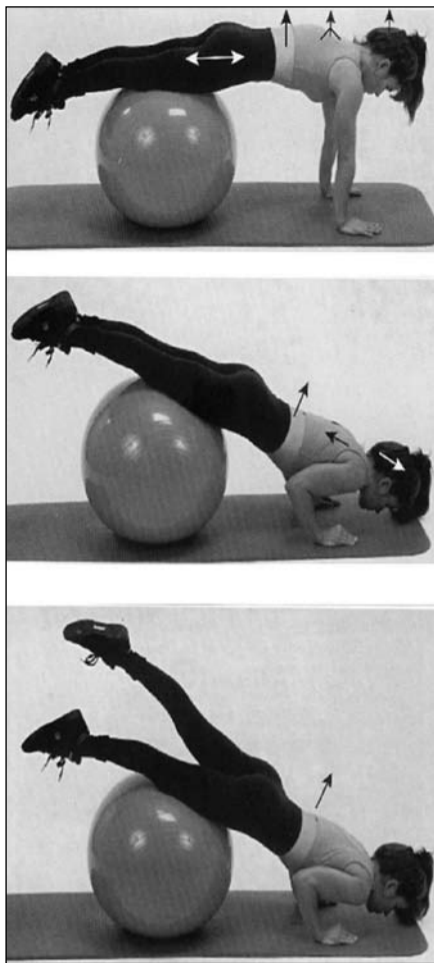
Εικόνα 41.



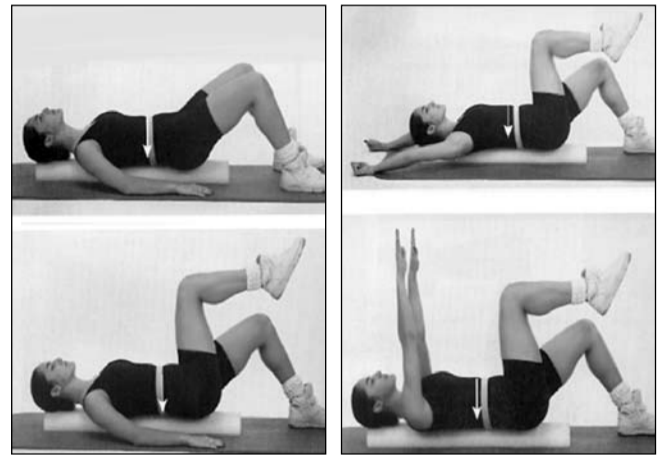
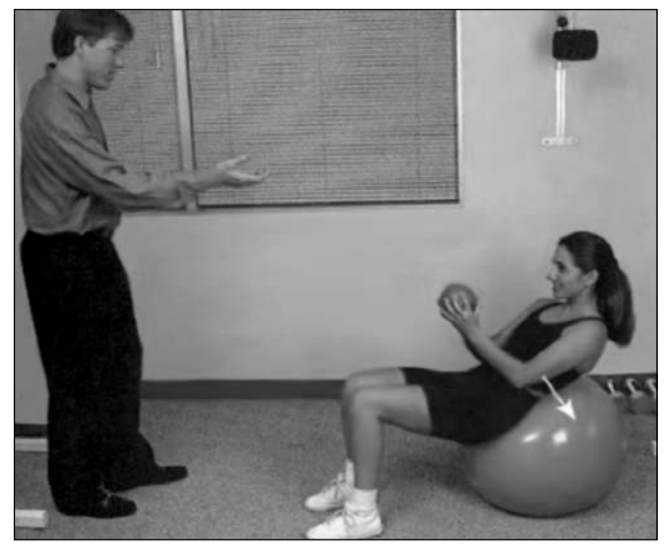
Εικόνα 55. Α. Οπίσθια κλίση της πυέλου με ανασκωμένο το αντίθετο άνω και κάτω άκρο. Β. Οπίσθια κλίση της πυέλου με εναλλασσόμενες κλιωσιές. Γ. «Πεθαμένο έντομο». Δ. Γέφυρα. Ε. Γέφυρα με θάδισμα.



Εικόνα 56. Α. Κρατήστε τη γέφυρα και λυγίστε το πόδι. Β. Κρατήστε τη γέφυρα και φέρτε το πόδι σε ευθεία. Γ-Δ. Καμπυλώστε τον κορμό χαμηλά στην μπάλα (ευκολότερο).



Εικόνα 57.



Εικόνα 58.

μεταφορά επώδυνων ερεθισμάτων στο ν.μ. ή στα επίπεδα του εγκεφαλικού στελέχους (μείωση μυϊκού σπασμού μέσω ενεργοποίησης των προσαγωγών οδών των αρθρώσεων, Zusman 1986).

Βελτίωση αρθρικής κινητικότητας

Προοδευτικότητα στο joint play κινήσεις- επιμήκυνση αρθρικού υμένα και συνδέσμων-λύση αποφύσεων-κινητικότητα αρθρώσεων.

Ψυχολογικές επιδράσεις

Επίδραση στην αντίληψη ή διαμόρφωση του πόνου από

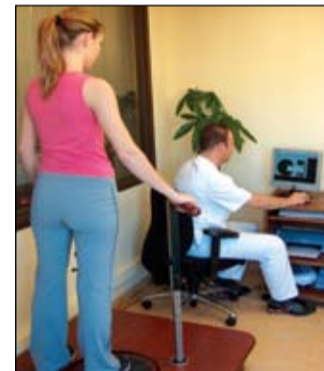
τα ανώτερα εγκεφαλικά κέντρα (Adams 1997, Vlaeyen and Linton 2000).

Ελάττωση της δισκικής προβολής

Η θεωρία προέρχεται από τον Cyriax που στηρίχτηκε στις παρατηρήσεις των Matthews και Yates. Αμφισβητείται από κλινικές έρευνες (Chrisman et al and Cassidy και Kirkaldy-Willis) που υποστηρίζουν ότι ασθενείς με συμπτωματική κήλη δεν ανταποκρίνονται εύκολα με χειρισμούς.

Αύξηση λειτουργικότητας των facets

Οι χειρισμοί μπορούν να αποκαταστήσουν τον εγκλωβισμό



Εικόνα 59.

ενδοαρθρικών υμενικών προβολών-αναδιπλώσεων και να ανακουφίσουν από πόνους και σπασμούς που προέρχονται από αυτόν (Giles and Taylor).

Mobilisation-Manipulation (εικόνα 53)

Ενδυνάμωση-Σταθεροποίηση

- Με εξειδικευμένα εργομετρικά μηχανήματα (medx) (εικόνα 54)
- Με ειδικές ασκήσεις εδάφους (εικόνα 55)
- Με ειδικές ασκήσεις με μπάλα (εικόνες 56, 57)

Ιδιοδεκτικότητα (εικόνα 58)

- Ποιότητα Εκτέλεσης
- Ιδιοδεκτικότητα

PROKIN (εικόνα 59)

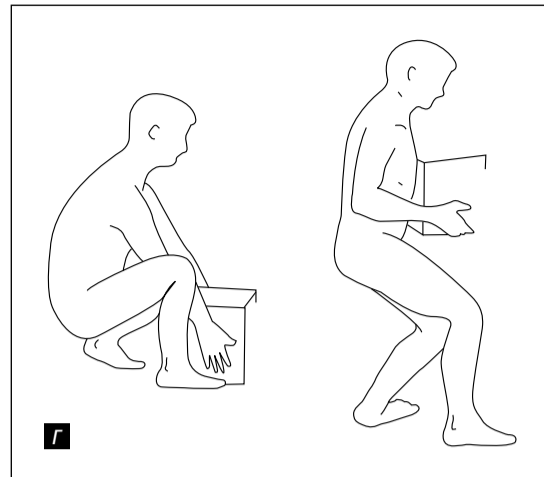
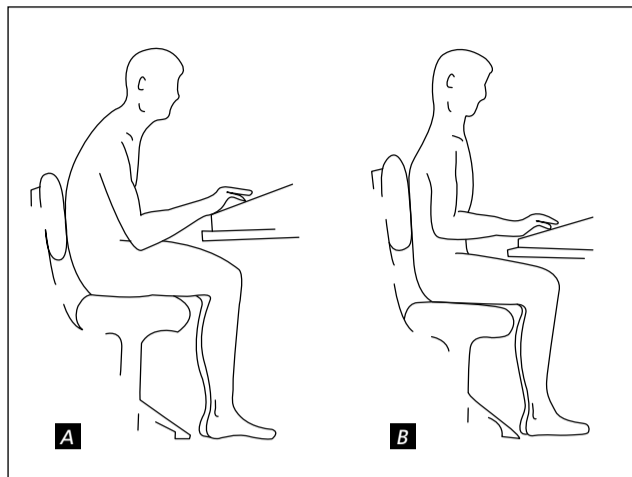
Επανεκπαίδευση (εικόνα 60)

Η έμφαση είναι στη σωστή χρήση των μυών σε καθημερινές λειτουργικές δραστηριότητες (π.χ. γραφείο, άρση αντικειμένων, κ.λπ.).

- Θεραπευτικές φάσεις στην ενδυνάμωση, σταθεροποίηση και ιδιοδεκτικότητα
- Εντοπισμένες ασκήσεις
- Ασκήσεις σε μεγαλύτερα κινητικά πρότυπα
- Λειτουργικές ασκήσεις

Βιβλιογραφία

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



Εικόνα 60. Λανθασμένη καθιστική στάση (Α) και ορθή καθιστική στάση (Β) για τη μείωση του πόνου στα δάκτυλα, τον καρπό, τον αγκώνα, τον ώμο, το λαιμό και την πλάτη. (Γ) Ορθή τεχνική ανύψωσης βάρους από το έδαφος.

10