



Εμβιομηχανική της Σπονδυλικής Στήλης

Ενότητα 6^η – 7^η

Ιωάννης Γιαννακόπουλος M.Sc.

Βιομηχανική

Γενική Γραμματεία Αθλητισμού

Σχολή προπονητών Αγωνιστικής
Αναρρίχησης & Ορειβατικού Σκι



ΕΙΛΟΣ ΙΥΔΑΣΗΣ 1984
Τρίκαλα 2019



Θέματα προς ανάλυση

- ▶ Δομή της σπονδυλικής στήλης
- ▶ Κινήσεις της σπονδυλικής στήλης
- ▶ Μύες της σπονδυλικής στήλης
- ▶ Φορτίσεις της σπονδυλικής στήλης
- ▶ Τραυματισμοί της σπονδυλικής στήλης



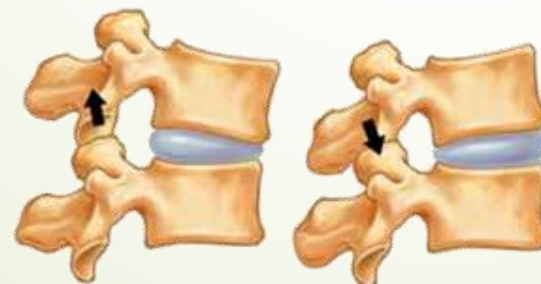
Μετά την ολοκλήρωση της ενότητας ο σπουδαστής θα είναι σε θέση να:

- Γνωρίζει τη μορφή της σπονδυλικής στήλης και από πόσους σπόνδylους αποτελείται η κάθε μοίρα της
- Ξέρει την ανατομία των σπονδύλων της και τα κυρτώματα της
- Αναλύει της βασικές κινήσεις της σπονδυλικής στήλης στα τρία βασικά ανατομικά επίπεδα
- Γνωρίζει τους βασικούς μύες που την περιβάλλουν
- Αναγνωρίζει τις βασικές δυνάμεις που δέχεται η σπονδυλική στήλη στατικά και δυναμικά
- Αναφέρει τους βασικούς τραυματισμούς που μπορεί να υποστεί λόγω αυτών των δυνάμεων

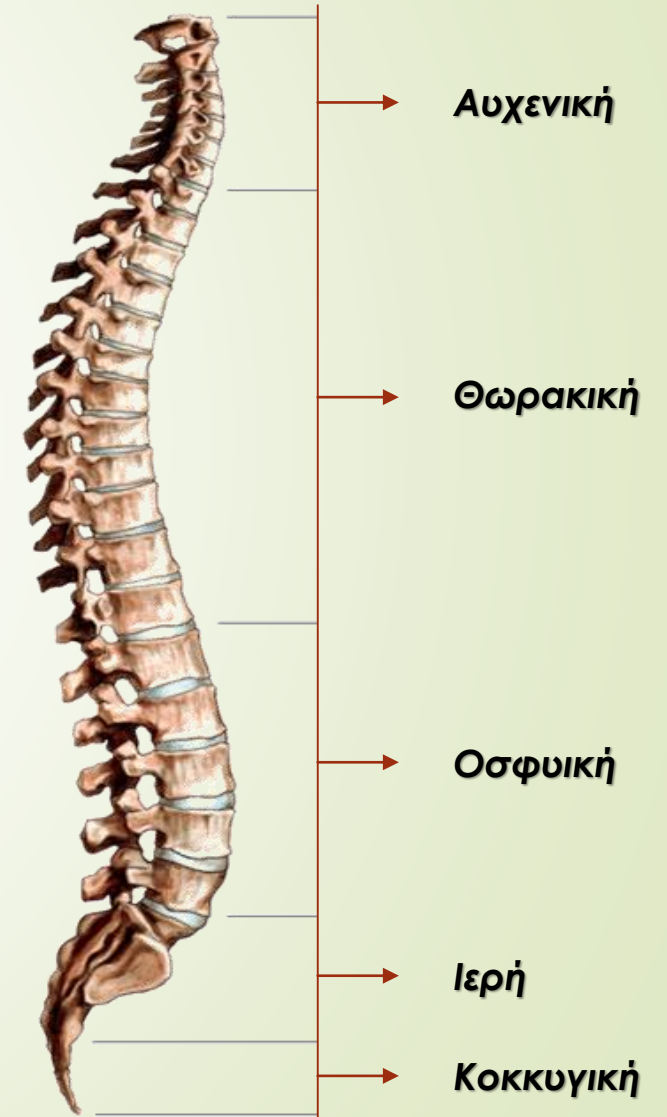
Δομή της Σπονδυλικής Στήλης

5 μοίρες – Συνολικά 33 σπόνδυλοι

- Αυχενική μοίρα → 7 σπόνδυλοι
- Θωρακική μοίρα → 12 σπόνδυλοι
- Οσφυϊκή μοίρα → 5 σπόνδυλοι
- Ιερή μοίρα → 5 σπόνδυλοι
- Κοκκυγική μοίρα → 4 σπόνδυλοι



Κινητικό Τμήμα

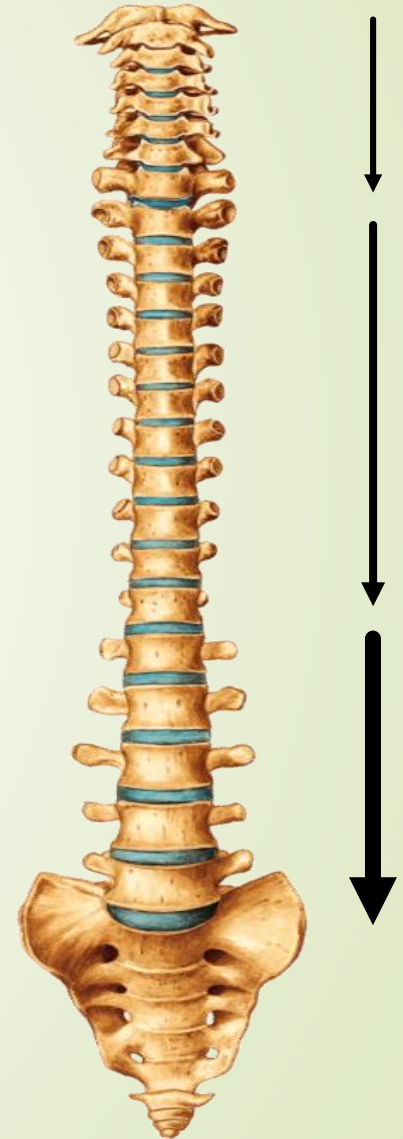
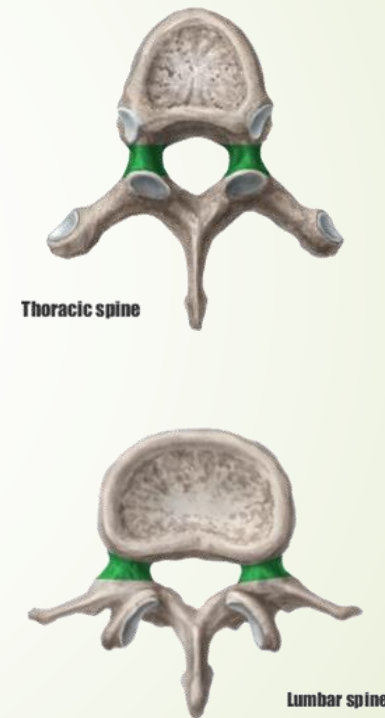


Δομή της Σπονδυλικής Στήλης

Σπόνδυλοι

- Σώμα (βάση)
- Τόξο
- Αυχένος τόξου
- Οστικές αποφύσεις (πρόσφυση μυών)
- Σωληνοειδής διάδοσ (νωτιαίος μυελός)

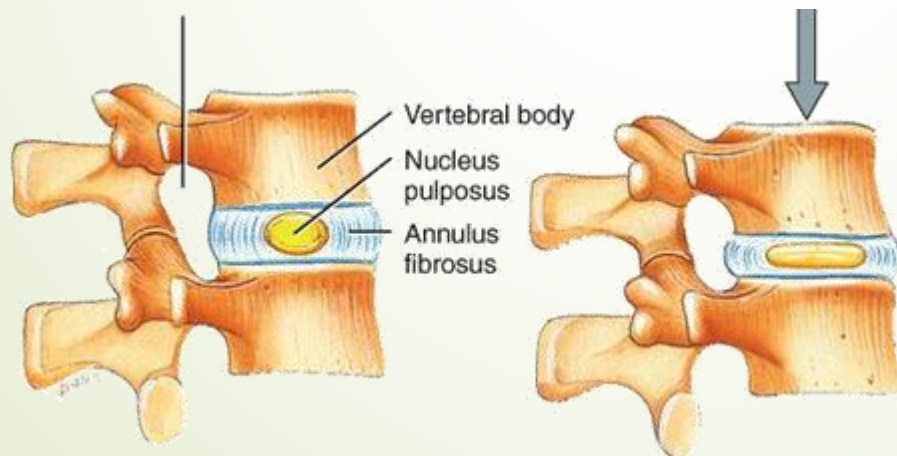
Διαφορά στο μέγεθος – Γιατί ;



Δομή της Σπονδυλικής Στήλης

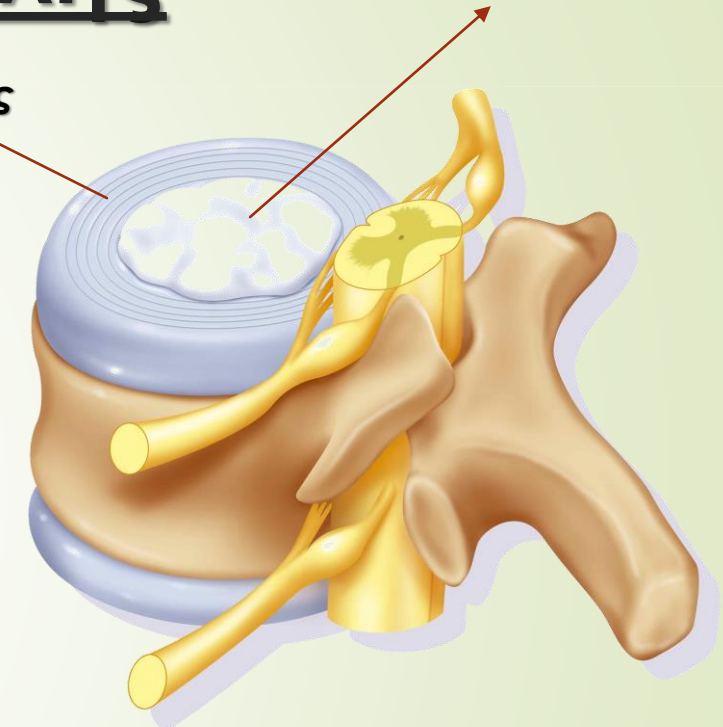
Μεσοσπονδύλιος δίσκος

- 25 % του ύψους της σπονδ. στήλης
- Δομή μεταξύ των σπονδύλων
- Απόσβεση κραδασμών – πιέσεων
- Δισκοειδής μορφή



Ινώδης Δακτύλιος

Πηκτοειδής Πυρήνας



Η βασική επιβάρυνση που δέχονται οι μεσοσπονδύλιοι δίσκοι είναι η συμπίεση λόγω της βαρύτητας που δέχεται η σπονδυλική στήλη

Δομή της Σπονδυλικής Στήλης

Κυρτώματα

Καμπύλες λόγω διαφοράς στο προσθιοπίσθιο πάχος των δίσκων

➤ Πρωτεύοντα – Πρόσθια κοίλα

Θωρακικό – Ιερό

➤ Δευτερεύοντα – Οπίσθια κοίλα

Αυχενικό – Οσφυϊκό

Μεγαλύτερη
ικανότητα αντοχής
συμπιεστικών
δυνάμεων



Σκολίωση



Κύφωση



Λόρδωση

Μη φυσιολογικά
κυρτώματα



Αυχενικό
(οπίσθιο)

Θωρακικό
(πρόσθιο)

Οσφυϊκό
(οπίσθιο)

Ιερό
(πρόσθιο)

Κινήσεις της Σπονδυλικής Στήλης

Οβελιαίο επίπεδο

- Κάμψη
- Έκταση
- Υπερέκταση

Αυχενική – Οσφυϊκή → $17^{\circ} - 20^{\circ}$

Θωρακική → $4^{\circ} - 10^{\circ}$

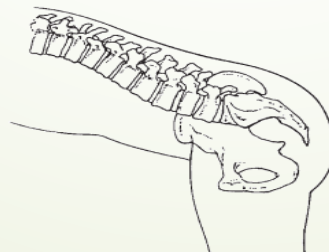
Κάμψη σπονδ. Στήλης ≠ Κάμψη ισχίου ή πρόσθια κλίση λεκάνης !



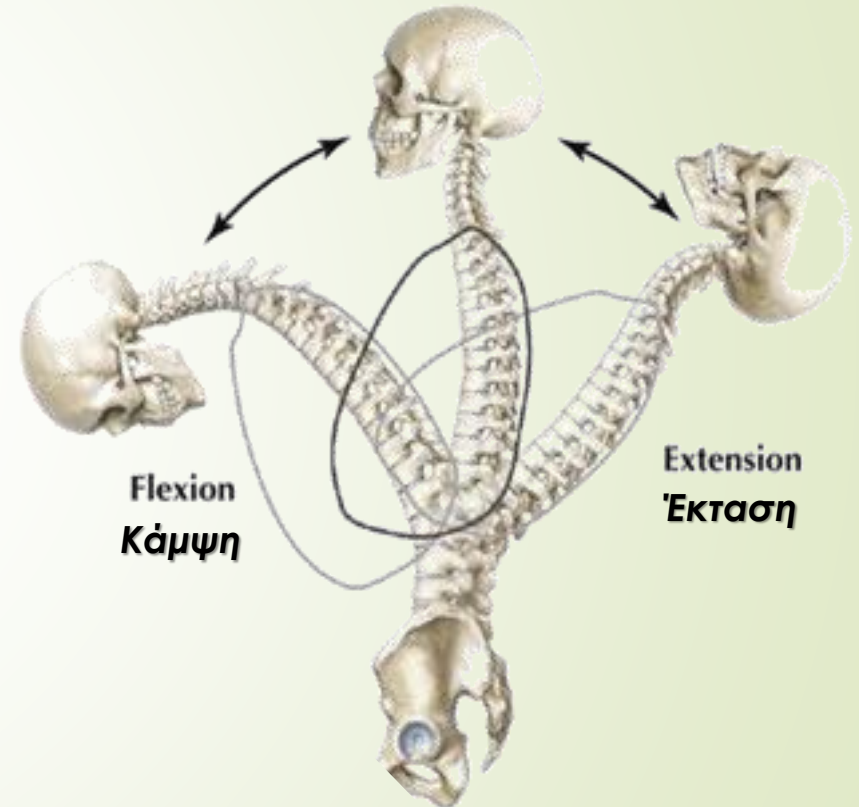
Upright standing



Spinal flexion



Spinal flexion and pelvic tilting



Είναι σημαντικό να διαχωρίζουμε την κίνηση της σπονδυλικής στήλης από αυτή του ισχίου. Όταν μελετάμε την κινησιολογία της, καλό θα ήταν να θεωρούμε το ισχίο σαν μια ακίνητη μάζα

Κινήσεις της Σπονδυλικής Στήλης

Μετωπιαίο – Εγκάρσιο επίπεδο

➤ Πλάγια κάμψη

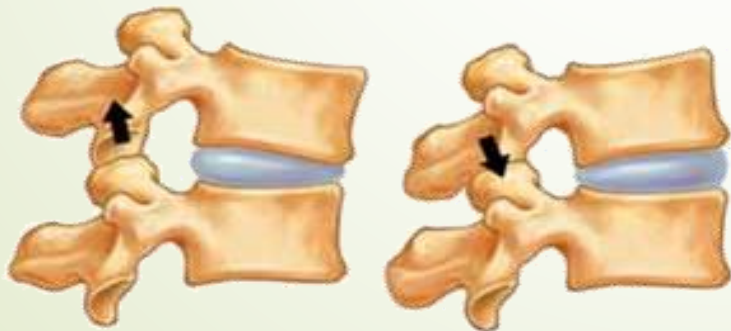
➤ Στροφή

Αυχενική → 9° - 10° πλάγια κάμψη

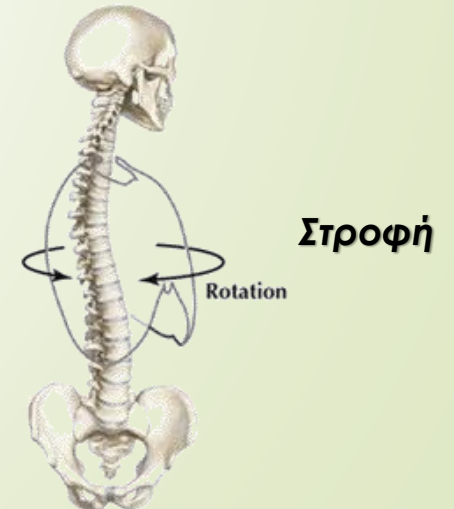
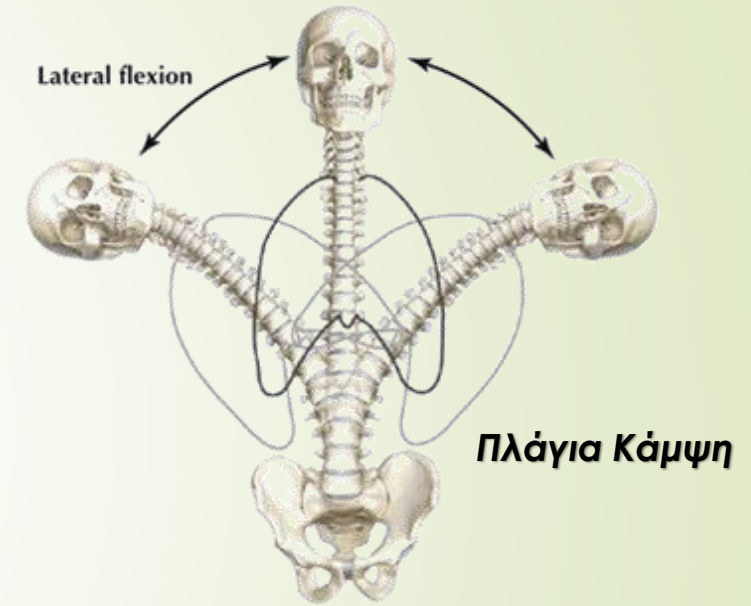
Θωρακική – Οσφυϊκή → 6° πλάγια κάμψη

Αυχενική → 12° στροφή

Θωρακική – Οσφυϊκή → 9° και 2° στροφή



Όλες οι κινήσεις της σπονδυλικής στήλης είναι αποτέλεσμα της ικανότητας των μεσοσπονδύλιων δίσκων να αλλάζουν σχήμα και να επανέρχονται στο αρχικό τους (ελαστικότητα)



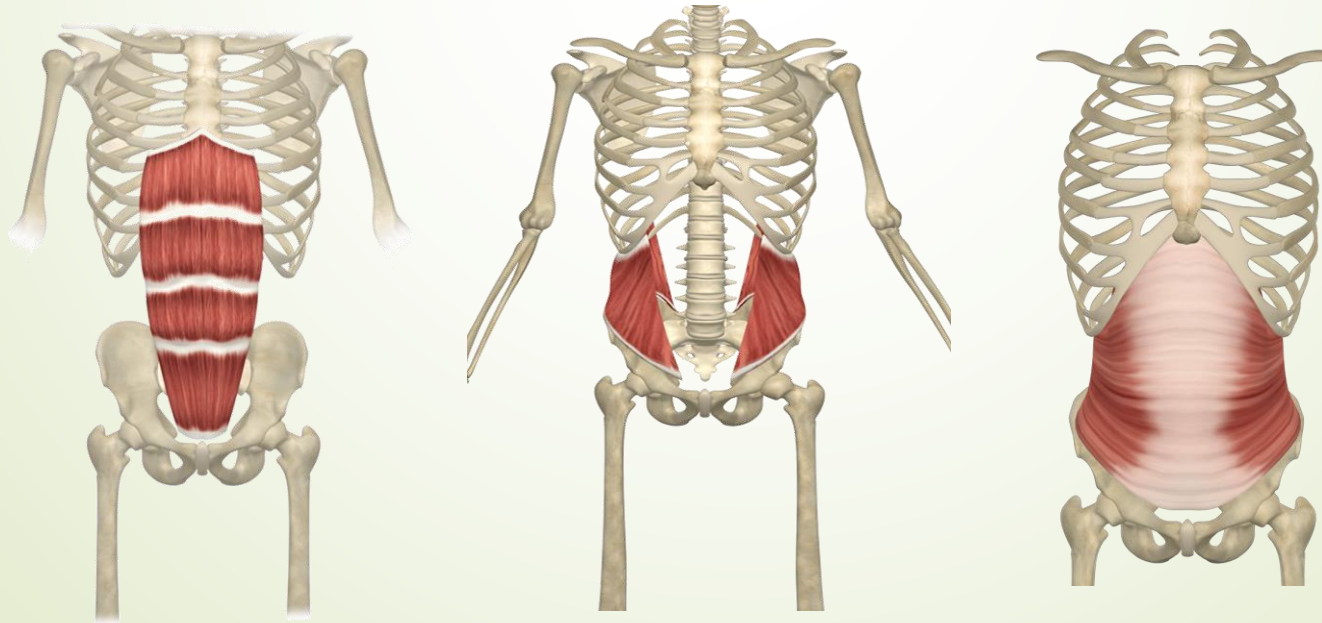
Μύες της Σπονδυλικής Στήλης

Πρόσθια επιφάνεια

Αυχενική μοίρα: Ορθός πρόσθιος κεφαλικός, ορθός πλάγιος κεφαλικός, επιμήκης κεφαλικός, επιμήκης αυχενικός, υοειδής μύες.

Κοιλιακή χώρα: Ορθός κοιλιακός, έσω λοξοί, έξω λοξοί, εγκάρσιος κοιλιακός.

Όταν αυτοί οι μύες δρουν αμφίπλευρα, κάμπτουν τον αυχένα ή τον κορμό αντίστοιχα, ενώ όταν δρουν μονόπλευρα εκτελούν πλάγιες κάμψεις ή στροφές αυχένα και κορμού !



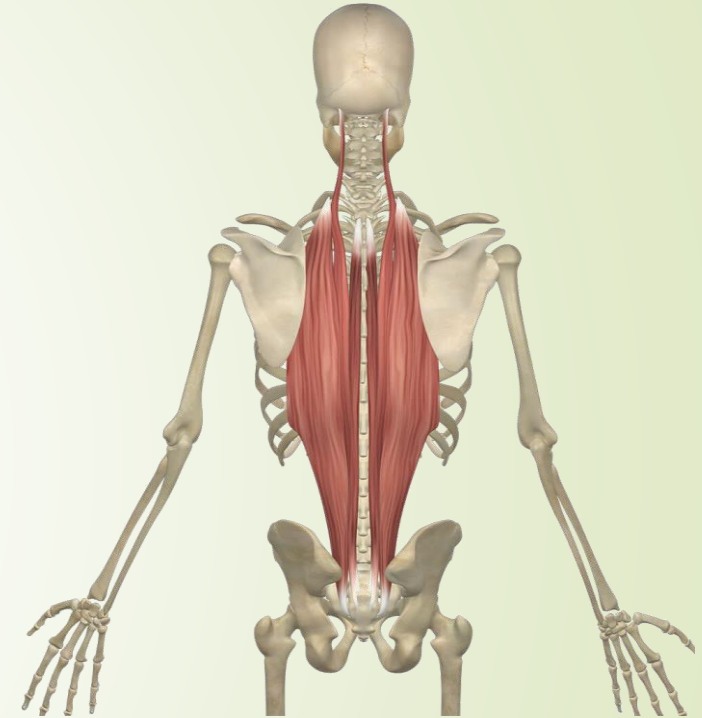
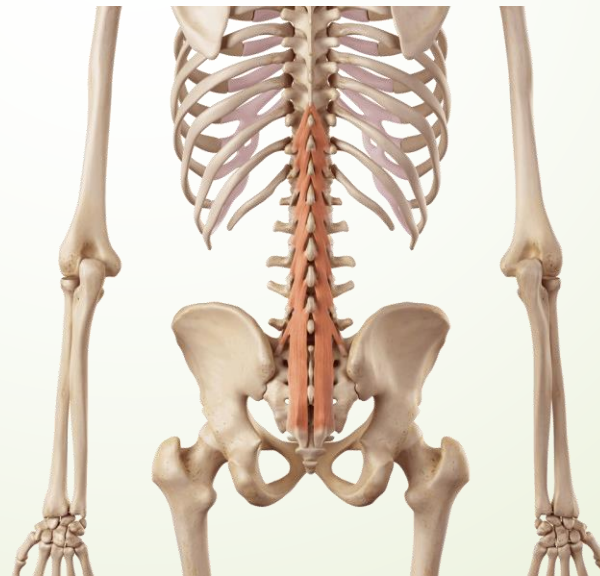
← Εγκάρσιος Κοιλιακός
Βασικός
σταθεροποιητής του
κορμού

Μύες της Σπονδυλικής Στήλης

Οπίσθια επιφάνεια

Αυχενική μοίρα: Σπληνοειδής αυχενικός, σπληνοειδής κεφαλικός

Θωρακική – Οσφυϊκή: Ορθωτήρας του κορμού, ημιακανθώδης, εν τω βάθου οπίσθιοι σπονδυλικοί κ.α.



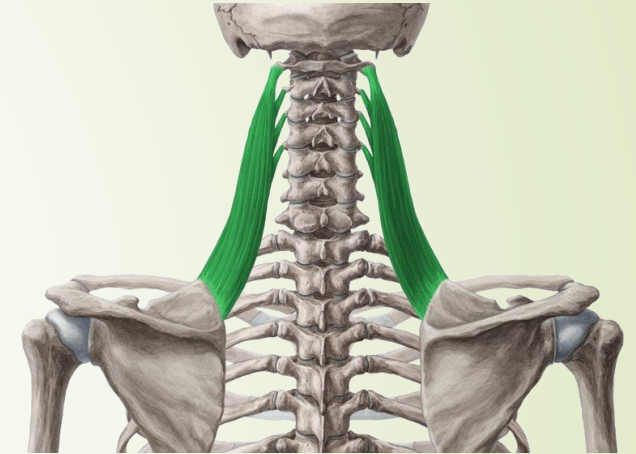
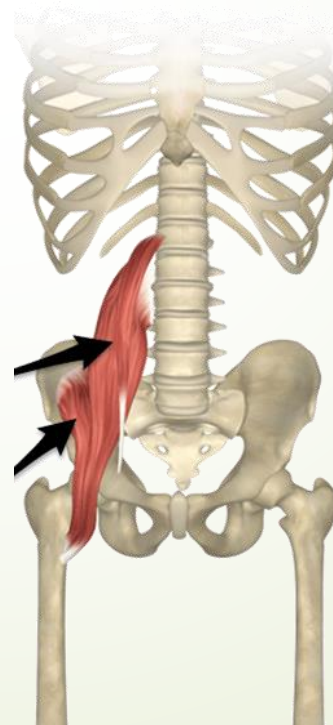
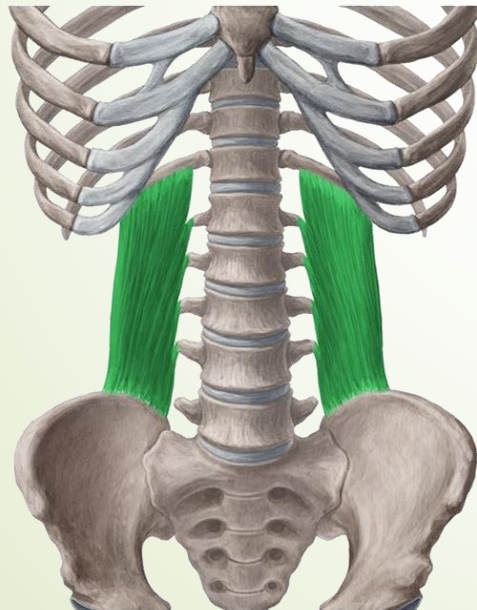
Όταν αυτοί οι μύες δρουν αμφίπλευρα, εκτείνουν τον αυχένα ή τον κορμό αντίστοιχα, ενώ όταν δρουν μονόπλευρα εκτελούν πλάγιες κάμψεις ή στροφές αυχένα και κορμού !

Μύες της Σπονδυλικής Στήλης

Πλάγια επιφάνεια

Αυχενική μοίρα: Στερνοκλειδομαστοειδής, ανελκτήρας ωμοπλάτης, σκαληνοί μύες

Οσφυική: Μείζων ψοίτης, τετράγωνος οσφυικός

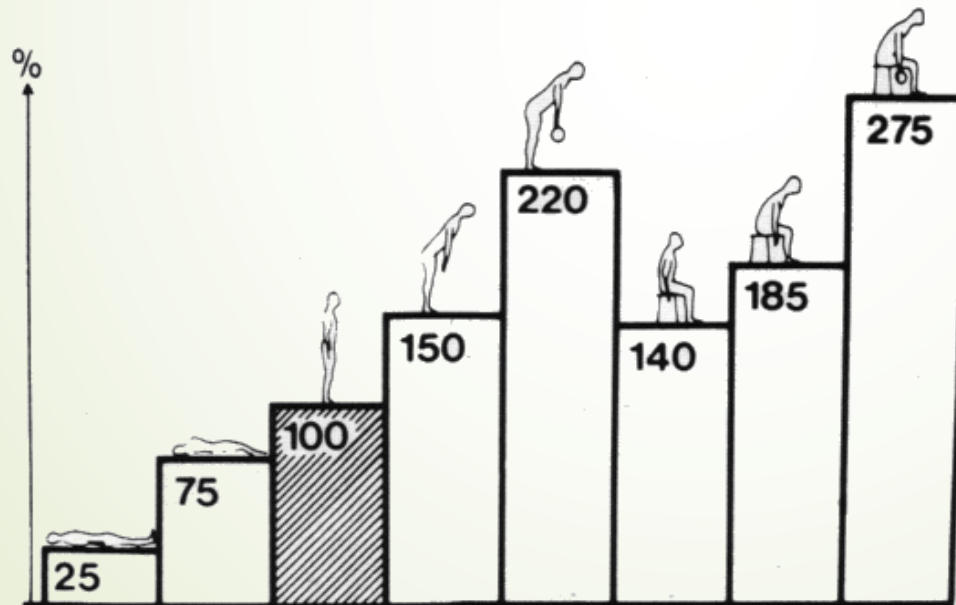


Όταν αυτοί οι μύες δρουν αμφίπλευρα, εκτείνουν - κάμπτουν τον αυχένα ή τον κορμό αντίστοιχα, ενώ όταν δρουν μονόπλευρα εκτελούν πλάγιες κάμψεις ή στροφές αυχένα και κορμού !

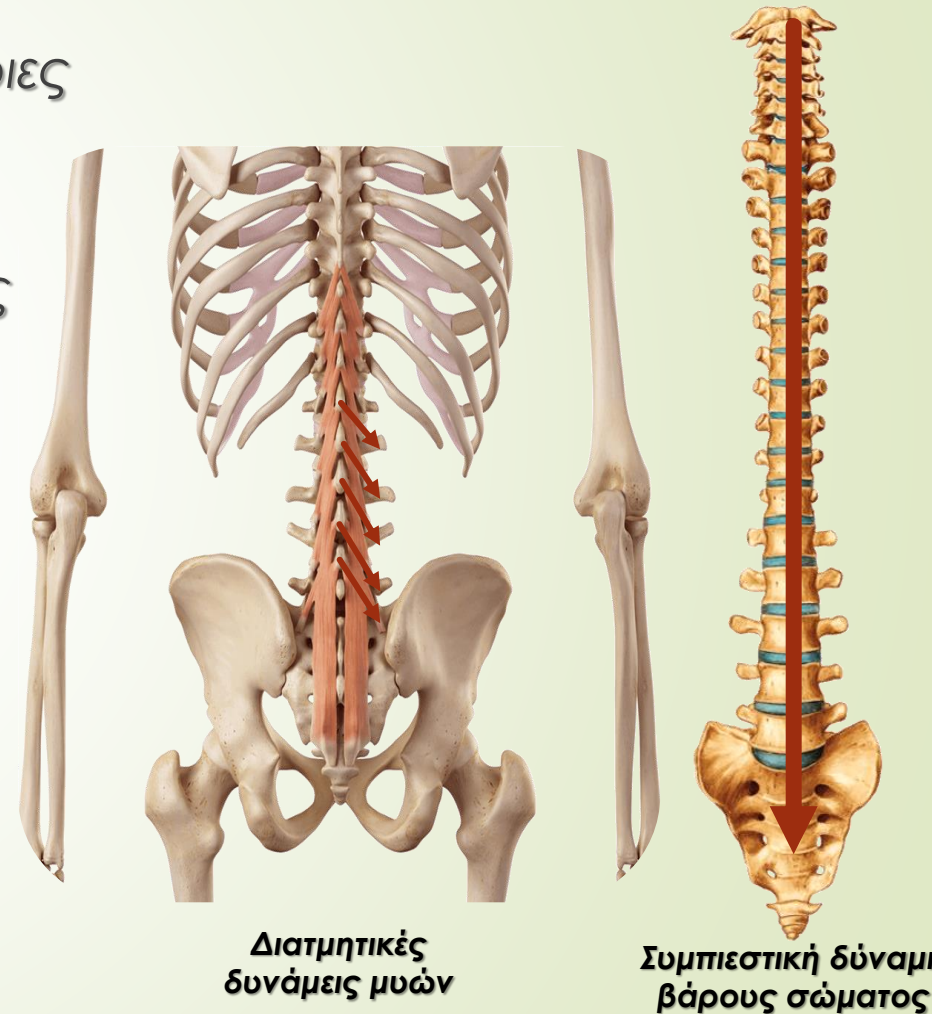
Φορτίσεις της Σπονδυλικής Στήλης

Δυνάμεις συμπίεσης και διάτμησης οι κύριες επιβαρύνσεις της σπονδυλικής στήλης

Αυτές είναι : Βάρος του σώματος, τάση συνδέσμων και μυών, επιπλέον εξωτερικές δυνάμεις και ενδοκοιλιακή πίεση

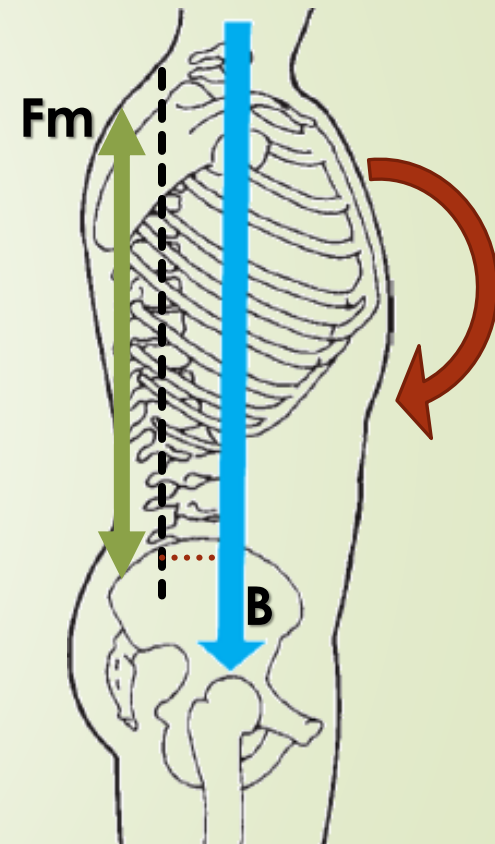


Φόρτιση % των δίσκων της οσφυϊκής μοίρας σε σχέση με διαφορετικές στάσεις σώματος της καθημερινότητας



Φορτίσεις της Σπονδυλικής Στήλης

- Κατά την όρθια στάση η κύρια μορφή επιβάρυνσης είναι η συμπίεση λόγω του βάρους του σώματος
- Παρόλαυτα επειδή το βάρος αυτό δεν δρα ακριβώς κάθετα στον επιμήκη άξονα της, υπάρχει παρουσία δυνάμεων διάτμησης
- Όσο η κάθετη απόσταση του διανύσματος του βάρους από τον επιμήκη άξονα της σπονδ. στήλης αυξάνεται (πχ κάμψη κορμού), η κύρια μορφή επιβάρυνσης γίνεται η διάτμηση

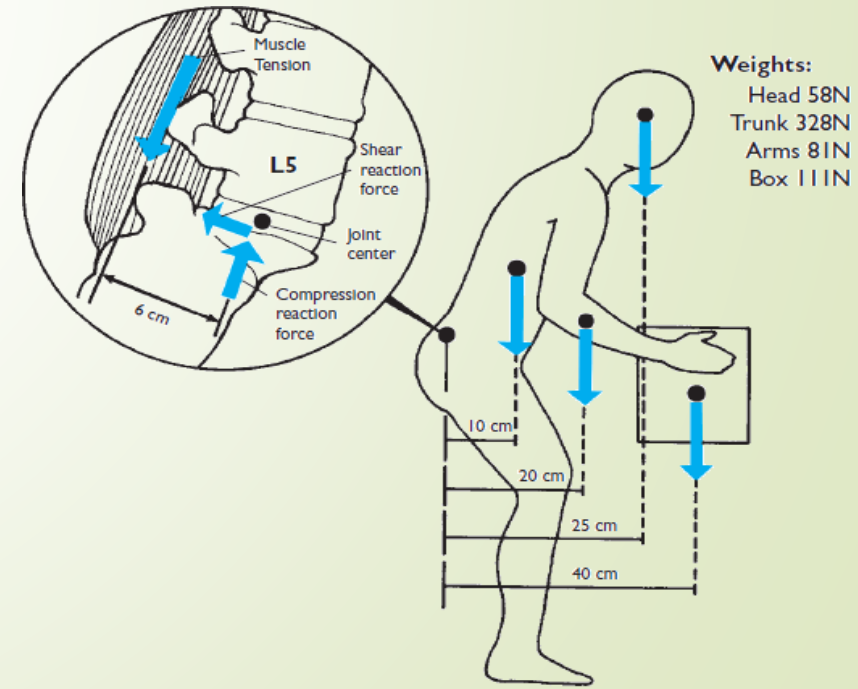
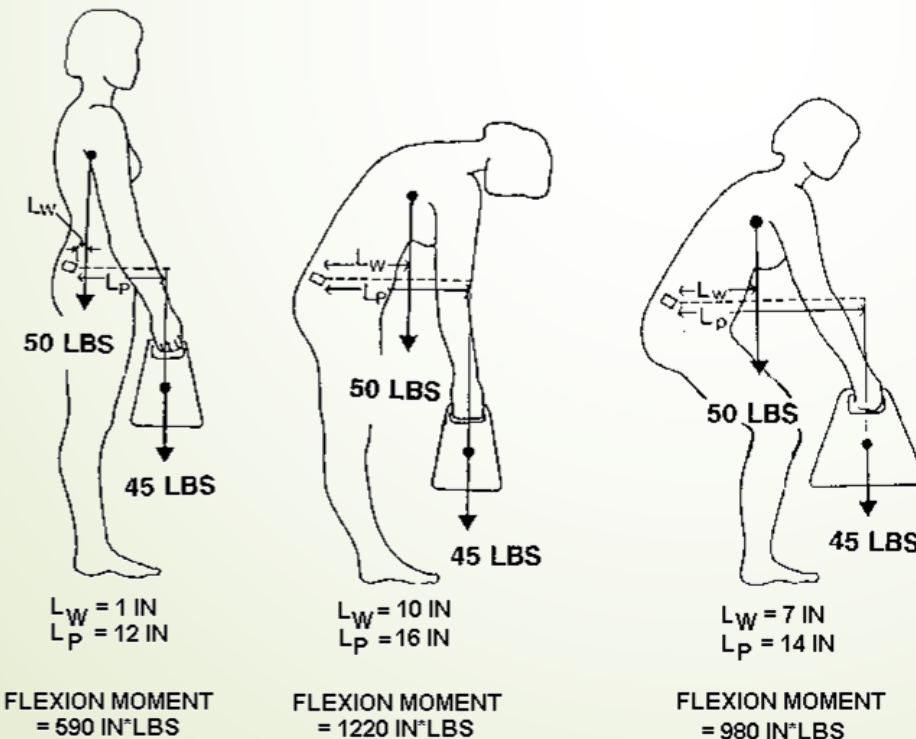


Φορτίσεις της Σπονδυλικής Στήλης

Απαγορεύεται η ανύψωση αντικειμένων με πλήρη κάμψη του κορμού !

Σύνδρομο καμπτικής χαλάρωσης : Σε πλήρη κάμψη του κορμού, οι εκτεινόντες μύες της σπονδ. στήλης σταματούν να παράγουν τάση !

Λύση → Ανύψωση αντικειμένων από το έδαφος με **κάθισμα** και **σταθερό οσφυϊκό κύρτωμα**



Τραυματισμοί της Σπονδυλικής Στήλης

Οσφυαλγία

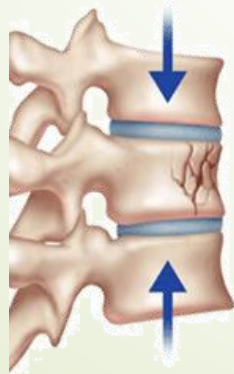
- Γενικότερη πάθηση της οσφυικής μοίρας
- 75% – 80% πιθανότητα εμφάνισης
- Μπορεί να προέρχεται από πολλά αίτια
- Μηχανικές επιβαρύνσεις, κακή διατροφή, κάπνισμα, κακή ψυχολογική κατάσταση κ.α.
- Πρόληψη – Αντιμετώπιση:
 - Ενδυνάμωση μυών κορμού → Σταθερότητα σπονδυλικής στήλης !



Τραυματισμοί της Σπονδυλικής Στήλης

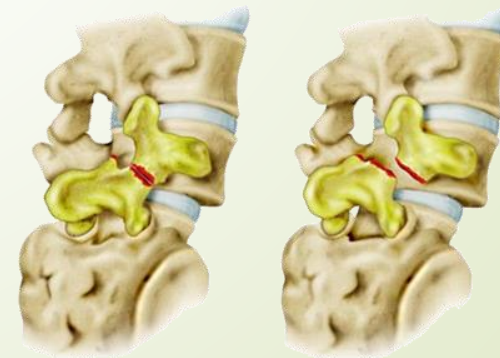
Οξείο κάταγμα

- Λόγω απότομης, μεγάλης εφαρμοζόμενης δύναμης στην σπονδυλική στήλη
- Αποφύσεις σπόνδυλων (μυικές δυνάμεις)
- Σπονδ. σώμα (συμπιεστικές φορτίσεις)
- Συνήθως σοβαρό (νωτιαίος μυελός !)



Κάταγμα καταπόνησης

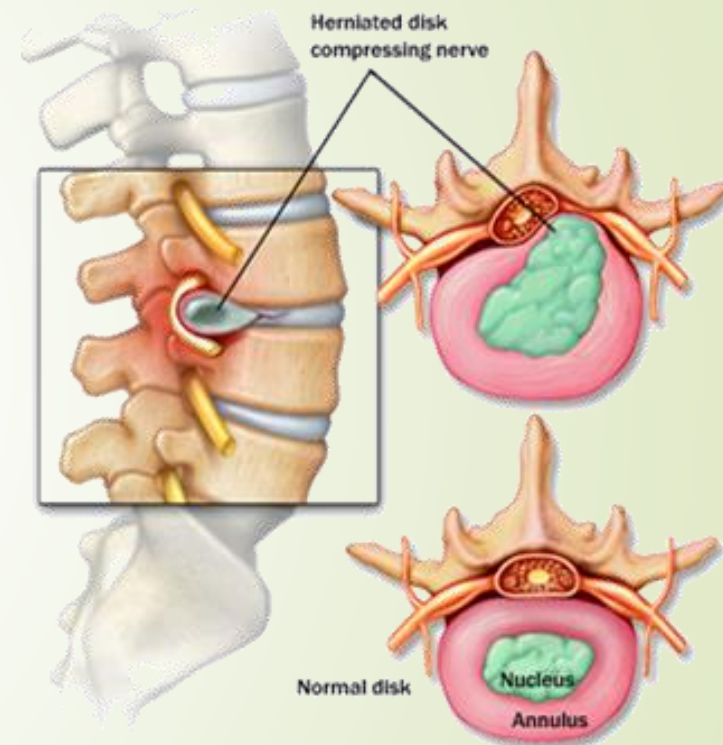
- Επαναλαμβανόμενες, μικρές επιβαρύνσεις
- Σπονδυλόλυση: κάταγμα στον αυχένα του σπόνδυλου
- Σπονδυλολίσθηση: ολική αποκόλληση του αυχένα και από τις δύο πλευρές → πρόσθια ολίσθηση σπόνδυλου !



Τραυματισμοί της Σπονδυλικής Στήλης

Κήλη μεσοσπονδύλιου δίσκου

- Αίτιο οσφυαλγίας
- Προεκβολή πηκτοειδή πυρήνα στον ινώδη δακτύλιο
- Είτε άμεση φόρτιση, είτε επαναλαμβανόμενη
- Συνήθως πλάγια και οπίσθια πλευρά δίσκου
- Επαφή με νεύρο περιοχής → Οξύς πόνος, μούδιασμα
- Διάγνωση με μαγνητικό τομογράφο



Η κήλη μεσοσπονδύλιου δίσκου συνήθως δεν επουλώνεται. Ο πηκτοειδής πυρήνας είναι σχεδόν αδύνατον να συγκεντρωθεί ξανά στο κέντρο του δίσκου. Παρόλαυτα με σωστή αποθεραπεία και εκγύμναση των μυών του κορμού, επέρχεται βελτίωση σταθερότητας και κινητικότητας της σπονδυλικής στήλης και είναι πολύ πιθανό η κήλη να απομακρυνθεί από το σημείο πίεσης του νεύρου.

Ανακεφαλαίωση

- Η σπονδυλική στήλη του ανθρώπου αποτελείται από 5 μοίρες και 33 σπόνδυλους. Η αυχενική περιλαμβάνει 7, η θωρακική 12, η οσφυϊκή 5, η ιερή 5 και η κοκκυγική 4.
- Οι σπόνδυλοι έχουν διαφορές από μοίρα σε μοίρα κυρίως στο μέγεθος, με σκοπό την αντιμετώπιση συμπιεστικών δυνάμεων.
- Ο μεσοσπονδύλιο δίσκος αποτελείται από τον ινώδη δακτύλιο και τον πηκτοειδή πυρήνα, συνδέει δυο υποκείμενους σπόνδυλους και βοηθά κυρίως στην απορρόφηση συμπιεστικών δυνάμεων.
- Οι μύες της σπονδυλικής στήλης συναντούνται πρόσθια, οπίσθια και πλάγια σε όλο το μήκος της και συνήθως εκτελούν κάμψη αυτής αν δρουν αμφίπλευρα ενώ πλάγια κάμψη ή/και στροφή όταν δρουν μονόπλευρα.
- Οι κύριες φορτίσεις της σπονδυλικής στήλης είναι δυνάμεις συμπίεσης και διάτμησης.
- Κατά την όρθια στάση η κύρια επιβάρυνση είναι η συμπίεση λόγω βάρους σώματος, ενώ όσο κάμπτεται ο κορμός προς τα εμπρός, κυριαρχεί η διάτμηση λόγω στρεπτικής ροπής.
- Προτείνεται η ανύψωση αντικειμένων από το έδαφος να γίνεται πάντοτε με τη βοήθεια των ποδιών και με σταθερό οσφυϊκό κύρτωμα.



Βιβλιογραφία

- ▶ **Carpenter DM. & Nelson BW (1999). Low back strengthening for the prevention and treatment of low back pain, Med Sci Sports Exerc 31:18.**
- ▶ **Dolan P., Benjamin E. & Adams M. (1993). Diurnal changes in bending and compressive stresses acting on the lumbar spine, J Bone JT Surg (Suppi) 75B:22.**
- ▶ **Garg A. & Herrin G. (1979). Stoop or squat: a biomechanical and metabolic evaluation, Am Inst Ind Eng Trans, 11:293.**
- ▶ **Granata KP. & Orishimo KF (2001). Response of trunk muscle coactivation to changes in spinal stability, J Biomech 34:1117.**
- ▶ **Hall S.J. (2002). Basic Biomechanics. McGraw-Hill Companies, USA.**
- ▶ **Kraemer J., Kolditz D. & Gowin R (1985). Water and electrolyte content of human intervertebral discs under variable load. Spine 10:69.**
- ▶ **Reilly T., Tynell A. & Troup JDG (1984). Circadian variation in human stature, Chronobiology Int, 1:121.**