



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

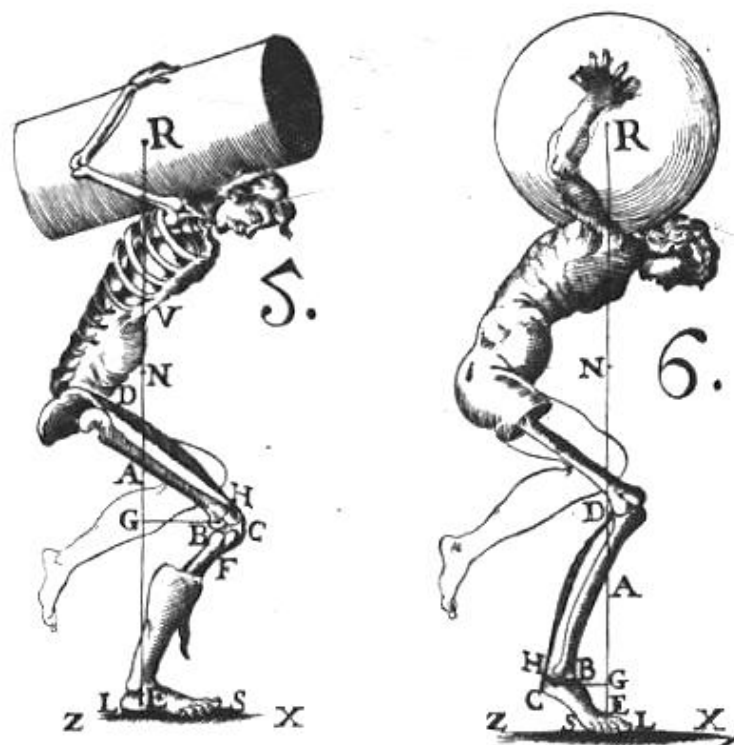
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ



ΓΕΝΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

Εργαστήριο Εμβιομηχανικής & Εργονομίας
ErgoMech-Lab



Δρ. Παναγιώτης Β. Τσακλής
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

<http://tsaklis.com>

©2020

ΜΕΡΟΣ Α΄

ΣΩΜΑΤΙΚΕΣ ΔΟΜΕΣ ΚΑΙ ΤΜΗΜΑΤΑ



Μοντελοποιούμε το σώμα σαν ένα σύστημα συνδεδεμένων τμημάτων, όπου κάθε τμήμα αποτελεί μία μάζα.

Γενικά, δεν επιχειρούμε να ορίσουμε την 'μάζα' ωστόσο την εκτιμούμε σαν μία από τις στοιχειώδεις αρχές (μαζί με το χρόνο, το μήκος, το ηλεκτρικό φορτίο κ.α) του φυσικού μας κόσμου. Ωστόσο θα επιχειρήσουμε να δώσουμε έναν χρηστικό ορισμό:

Ορισμός: Η μάζα είναι η ικανότητα της ύλης που της προσδίδει βάρος σε ένα πεδίο βαρύτητας

Αυτός ο ορισμός μας βολεύει γιατί:

1. Μας επιτρέπει να μετρήσουμε τη μάζα:

$$F=ma$$

ως εκ τούτου , $m=F/a$

2. Συσχετίζει τη μάζα με ιδέες όπως το ΒΑΡΟΣ W και η ΒΑΡΥΤΗΤΑ:

$$F=ma$$

ανάλογα, $W=mg$

Η ΜΑΖΑ ΚΑΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΙΔΙΟ

Το βάρος είναι ένα παράδειγμα μίας δύναμης, συγκεκριμένα της δύναμης της βαρύτητας που δρα πάνω ή κοντά στην επιφάνεια της Γης. Σαν δύναμη είναι το αλγεβρικό γινόμενο της μάζας και της επιτάχυνσης

$$F=ma$$

Το βάρος είναι μία βαρυτική δύναμη η οποία είναι το γινόμενο μίας μάζας και μίας συνεχούς βαρυτικής επιτάχυνσης (g) έτσι ώστε

$$W=mg$$

Το σύμβολο g συνηθέστερα συμβολίζει την επιτάχυνση της βαρύτητας κοντά στην επιφάνεια της γης, όπου πραγματοποιούμε τις περισσότερες εμβιομηχανικές αναλύσεις. Το g είναι ίσο:

32 πόδια ανα δευτερόλεπτο² (32 ft/sec²) ή
9.81 μέτρα ανα δευτερόλεπτο² (9.8 m/sec²)

ΚΕΝΤΡΟ ΜΑΖΑΣ (ΚΕΝΤΡΟ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ)

Οι φυσικοί διαχωρίζουν αυτούς τους όρους, εμείς όχι

Ορισμός: Γεωμετρικό σημείο γύρω από το οποίο κάθε μόνιο της μάζας ενός σώματος είναι ισάριθμα κατανεμημένο. Ένα σώμα συμπεριφέρεται σαν ολόκληρη η μάζα του να βρίσκεται πάνω στο κέντρο βάρους του είτε όταν η μάζα του δρα η ίδια είτε όταν δρουν επάνω της δυνάμεις.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΤΑ ΟΠΟΙΑ ΘΑ ΑΣΧΟΛΗΘΟΥΜΕ ΜΕ ΜΑΖΕΣ ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΣΩΜΑ:

1. ΟΛΙΚΗ ΜΑΖΑ ΣΩΜΑΤΟΣ
2. ΤΜΗΜΑΤΙΚΗ ΜΑΖΑ ΣΩΜΑΤΟΣ
3. ΕΠΙΒΕΒΑΡΥΜΕΝΗ ΜΑΖΑ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ

ΟΛΟΚΛΗΡΟ ΣΩΜΑ

Το Κέντρο Βάρους ΚΒ, εντοπίζεται στο ιερό οστό, πρόσθια του I2 στο 55% του ύψους



ΤΜΗΜΑΤΙΚΟ

Θεωρούμε το σώμα σαν μία σειρά από τμήματα συνδεδεμένα μεταξύ τους από τέλεια εξαρτώμενους συνδέσμους.



Το ΚΒ ολόκληρου του κάτω άκρου, το τμήμα του σώματος που βρίσκεται περιφερικά από την άρθρωση του ισχίου, εντοπίζεται πάρα πολύ κοντά στο γόνατο .

...ΠΟΤΕ ΜΙΑ ΜΑΖΑ ΕΙΝΑΙ ΣΤΑΘΕΡΗ Η΄ ΚΙΝΗΤΗ ...

Εξαρτάται από το μέγεθός της, τη θέση του κέντρου βάρους της, το μέγεθος της βάσης στήριξης της μάζας και την θέση της κατακόρυφης προβολής του ΚΒ μέσα στη βάση στήριξης (Smith, Weiss, & Lehmkuhl, 1995, p.51).

	ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ	ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ
μάζα	μεγάλη	μικρή
Θέση του ΚΒ	χαμηλή	υψηλή
Μέγεθος βάσης στήριξης	μεγάλη	μικρή
Κατακόρυφη προβολή ΚΒ	Κοντά στο κέντρο βάσης στήριξης	Κοντά στα όρια της βάσης στήριξης

Βιβλιογραφία:

Smith, L.K., Weiss, E.L., & Lehmkuhl, L.D. (1995). *Brunstrom's clinical kinesiology*. (5th ed.). Philadelphia: F.A. Davis.

Winter, D.A. (1979). *Biomechanics of Human Movement*. New York: John Wiley & Sons.

ΠΩΣ ΚΑΘΟΡΙΖΕΤΑΙ Η ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΑΘΕ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΟ ΣΩΜΑ

ΕΠΙΠΕΔΟ	ΑΞΟΝΑΣ	ΚΙΝΗΣΗ	ΕΙΔΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ
Οβελιαίο	Πλευρικός	Κάμψη έκταση	Υπερέκταση, ραχιαία / πελματιαία κάμψη ποδιού
Μετωπιαίο	Προσθιοπίσθιος	Απαγωγή προσαγωγή	Δάκτυλα – ωλένια και κερκιδική απόκλιση του καρπού
Εγκάρσιο	Κάθετος επιμήκης	Στροφή	Οριζόντια απαγωγή ώμου και ισχίου
Πολύ-επίπεδος	λοξός	Πρηνισμός υπτιασμός	Υπαστραγαλική άρθρωση / μεσοτάρσια / κερκιδωλενική άρθρωση

McNulty, J.A. (1998). Joint Actions of Upper Limb. Loyola University Medical Center [On-line]. Available: <http://www.meddean.luc.edu/lumen/MedEd/GrossAnatomy/ue/ueaction.html>.

University of Michigan Learning Resource Center. (1994). Muscles in action. [On-line]. Available: <http://www.med.umich.edu/lrc/Hypermuscle/Hyper.html>.

Ανοικτή και Κλειστή Κινηματική Αλυσίδα (Smith, Weiss, & Lehmkuhl, 1996)

Αυτοί οι ορισμοί αναφέρονται σε αλυσίδες αρθρώσεων. Για παράδειγμα ο ώμος ο αγκώνας και ο καρπός σχηματίζουν μία αλυσίδα από 3 αρθρώσεις του άνω άκρου.

- Σε κινήσεις ΑΚΑ το κοντινότερο μέλος της άρθρωσης είναι φιξαρισμένο ή σταθερό, ενώ το πιο μακρινό μέλος κινείται.
- Σε μία κίνηση ΚΚΑ το πιο απομακρυσμένο μέλος της άρθρωσης είναι σταθερό και το πιο κοντινό κινείται. Η φάση στήριξης της βάδισης περιλαμβάνει κίνηση σε ΚΚΑ, όπως επίσης το ανασήκωμα από καρέκλα ή η δοκιμασία εκτέλεσης ασκήσεων ημικαθίσματος.
- Οι κινήσεις του κορμού δεν ακολουθούν αυτή τη συνθήκη, γιατί είναι δύσκολο να προσδιοριστούν ξεκάθαρα «κοντινές» και «μακρινές» διευθύνσεις μέσα στον κορμό. Προσδιορίζουμε τις κινήσεις του κορμού σαν ανοικτής ή κλειστής αλυσίδας χρησιμοποιώντας διαφορετική συνθήκη.

Οι περισσότεροι σπουδαστές πρώτα μαθαίνουν να ονομάζουν κινήσεις των αρθρώσεων των άκρων χρησιμοποιώντας παραδείγματα ανοικτής κινηματικής αλυσίδας, στην οποία το απομακρυσμένο τμήμα του άκρου κινείται ελεύθερα σε αναφορά με ένα σχετικά σταθερό κοντινό τμήμα .

Ονομάζουμε «κλειστής αλυσίδας» κινήσεις πανομοιότυπα. Για παράδειγμα, η κάμψη του ισχίου εμπεριέχει ένα συμπλησίωμα της λεκάνης και του μηριαίου. Όταν η λεκάνη κλίνει πρόσθια πάνω σε ένα σταθεροποιημένο μηριαίο, η πρόσθια επιφάνεια της λεκάνης κινείται πιο κοντά στην πρόσθια επιφάνεια του μηριαίου. Ως εκ τούτου, η κάμψη του ισχίου είναι μία αρθρική κίνηση που συνδέεται με μία πρόσθια «πτώση» της λεκάνης.

Όταν και το κοντινότερο και το μακρύτερο τμήμα φαίνεται να κινείται, η κατάταξη της κίνησης της άρθρωσης σαν ανοικτή ή κλειστή αλυσίδα είναι δύσκολη. Για παράδειγμα, όταν κάποιος εκτείνει την άρθρωση του γόνατος για να σηκωθεί από μία καθιστή θέση, ταυτόχρονα η κνήμη και το μηριαίο είναι σε κίνηση. Επιλέγουμε να το θεωρήσουμε ως μία κίνηση κλειστής αλυσίδας γιατί το τέλος του κάτω άκρου είναι φιξαρισμένο στο έδαφος. Αυτή η επιλογή μας βοηθά να αναλύουμε βαρυντικές και μυϊκές δυνάμεις στην άρθρωση του γόνατος επειδή μας οδηγεί να σχεδιάσουμε τα διανύσματα που αντιπροσωπεύουν αυτές τις δυνάμεις στη μάζα που είναι υπερκείμενη της άρθρωσης του γόνατος.

Βιβλιογραφία :

Smith, L.K., Weiss, E.L. & Lehmkuhl, L.D. (1996). *Brunnstrom's clinical kinesiology* (5th ed.). Philadelphia: F.A. Davis.

ΔΥΝΑΜΕΙΣ, ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΑ & ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

1. ΔΥΝΑΜΕΙΣ

$$F=ma$$

Συμπεραίνουμε την ύπαρξη των δυνάμεων όταν παρατηρούμε μάζες να επιταχύνονται (ή να παραμορφώνονται).

Μερικές από τις δυνάμεις που επηρεάζουν το ανθρώπινο σώμα :

Βαρύτητα	μυς
Αέρας/νερό	σύνδεσμος
Δυνάμεις αντίδρασης	οστό
Εξωτερικά βάρη	τριβή

2. ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΑ

Απεικονίζουμε δυνάμεις χρησιμοποιώντας διανύσματα.

Τα διανύσματα έχουν τέσσερα χαρακτηριστικά:

1. Σημείο εφαρμογής
2. Γραμμή εφαρμογής
3. Διεύθυνση
4. Μέγεθος

Οι κανόνες με τους οποίους σχεδιάζουμε ένα διάνυσμα...ΕΞΑΡΤΩΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΤΥΠΟ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΠΟΥ ΑΠΕΙΚΟΝΙΖΕΙ ΤΟ ΔΙΑΝΥΣΜΑ.

	ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ	ΜΥΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ
Σημείο εφαρμογής	Κέντρο Βάρους Σώματος , ΚΒΣ	Σημείο προσκόλλησης του μυ στο κινούμενο οστό
Γραμμή εφαρμογής	κάθετη	Ακολουθεί μυϊκές ή τενόντιες ίνες κοντά στην αναλυόμενη άρθρωση
διεύθυνση	κάτω	Προς το κέντρο του μυ
μέγεθος	Αυθαίρετα / ανάλογα με την κλίμακα	

Άλλες σημαντικές δυνάμεις που θα χρειαστεί να απεικονίσουμε χρησιμοποιώντας διανύσματα είναι οι δυνάμεις αντίδρασης.

3. ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Από τη στιγμή που μας δίνεται μία κίνηση του ανθρώπινου σώματος,

1. Ονομάζουμε την άρθρωση στην οποία η κίνηση λαμβάνει χώρα.

Διευκρινίζουμε ποιο τμήμα κινείται, ποιο τμήμα είναι σταθερό και την άρθρωση στην οποία γίνεται η κίνηση.

2. Καθορίζουμε το επίπεδο κίνησης στο οποίο η κίνηση συμβαίνει και τον άξονα γύρω από τον οποίο κινείται η άρθρωση στο συγκεκριμένο επίπεδο.
3. Σχεδιάζουμε ένα απλό διάγραμμα που να απεικονίζει το σώμα στο επίπεδο που έχουμε ονομάσει. Υπολογίζουμε την θέση του σχετικού άξονα της άρθρωσης και τον σημαδεύουμε στο διάγραμμα με ένα «σταυρό». Ακόμα και εάν η κίνηση γίνεται σε περισσότερα από ένα επίπεδα, μπορούμε να αναλύουμε ένα επίπεδο κάθε φορά.
4. Εστιάζουμε τη διανυσματική ανάλυση στο κινούμενο τμήμα και αρχίζουμε με τη μελέτη της δύναμης της βαρύτητας.

Ακολουθώντας τους κανόνες για τις δυνάμεις βαρύτητας, απεικονίζουμε τη δύναμη της βαρύτητας σαν άνυσμα.

Ορίζουμε τον βραχίονα ροπής του διανύσματος και την ροπή την οποία παράγει η βαρύτητα γύρω από τον άξονα της άρθρωσης στο απεικονιζόμενο επίπεδο.

5. Μελετούμε και άλλες δυνάμεις, ιδιαίτερα μυϊκές δυνάμεις που δρουν στα κινούμενα τμήματα.

Αποφασίζουμε ποιες μυϊκές δυνάμεις δρουν σε κατεύθυνση η οποία παράγει ροπές που αντιτίθενται στην ροπή της βαρύτητας

Ακολουθούμε τους κανόνες για τις μυϊκές δυνάμεις για να απεικονίσουμε αυτές τις δυνάμεις σαν ανύσματα.

Ορίζουμε κάθε διάνυσμα ροπής του μυός αναφορικά με τον άξονα της άρθρωσης.

ΡΟΠΗ
ΣΤΙΓΜΙΑΙΑ ΡΟΠΗ
ΣΤΙΓΜΙΑΙΑ ΔΥΝΑΜΗ

...Οι τρεις όροι είναι συνώνυμοι

"Η λέξη δύναμη' ... στην πραγματικότητα αντιπροσωπεύει τη ροπή [ή στιγμιαία ροπή]. Όλες οι καθημερινές και αθλητικές δραστηριότητες (π.χ. τρέξιμο, άρση βάρους, έγερση από το κρεβάτι, γράψιμο κ.α.) αντιπροσωπεύουν εκδηλώσεις της ροπής από το μυοσκελετικό σύστημα (Lieber & Bodine-Fowler, 1993, p. 852).

ΔΥΟ ΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ «ΣΤΙΓΜΙΑΙΑΣ» ΡΟΠΗΣ:

- I. Η ροπή είναι το στροφικό αποτέλεσμα που παράγεται από μία δύναμη σε κάποια απόσταση από έναν άξονα περιστροφής:

$$M=Fs$$

Ετσι, το μέγεθος μιας ροπής εξαρτάται από:

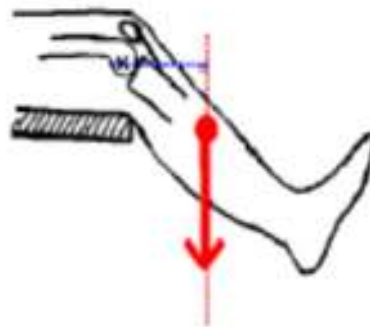
- F, η δύναμη που εφαρμόζεται και μετράται σε Newtons (N) ή pounds (lb)

Απεικονίζεται σαν ένα **διάνυσμα με μία γραμμή εφαρμογής**

- s, ο βραχίονας εφαρμογής της δύναμης

μετράται σε εκατοστά (cm) ή ίντσες (in)

- η κάθετη απόσταση από την γραμμή εφαρμογής της δύναμης έως τον άξονα περιστροφής



Σύμφωνα με αυτά, η ροπή μετράται σε Newton*meters (ή Newton*centimeters) ή inch*pounds.

- II. Ακριβώς όπως μία ΔΥΝΑΜΗ παράγει μία ευθεία γραμμική επιτάχυνση σε ένα αντικείμενο το οποίο βρίσκεται σε ηρεμία,

$$\mathbf{F}=\mathbf{ma}$$

Η ΡΟΠΗ παράγει μία γωνιακή επιτάχυνση σε ένα αντικείμενο (όπως ένα μέλος του σώματος) γύρω από έναν άξονα περιστροφής (όπως ένας άξονας μιας άρθρωσης)

$$\mathbf{M}=\mathbf{I}\mathbf{r}$$

Όπου I είναι η ροπή ενεργοποίησης και r είναι η γωνιακή επιτάχυνση.

Βιβλιογραφία :

Lieber, R.L., & Bodine-Fowler, S.C. (1993). Skeletal muscle mechanics: Implications for rehabilitation. *Physical Therapy*, 73, 844-856.

ΜΥΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

Οι μυς γενικά αναπτύσσουν δυνάμεις επαρκείς να διατηρήσουν μία στροφική ισορροπία γύρω από μία άρθρωση.

Προφανώς οι αρθρώσεις δεν παραμένουν σε ισορροπία επ'άοριστο. Αν το κάνανε, δεν θα κινούνταν ποτέ ή τουλάχιστον δεν θα άλλαζαν ποτέ θέση. Ακόμα, για να κάνουμε κατά προσέγγιση υπολογισμούς αλλά με νόημα, υποθέτουμε ότι οι δυνάμεις γύρω από την άρθρωση είναι κοντά στη στροφική ισορροπία. Υποθέτουμε με άλλα λόγια ότι οι ροπές που παράγονται από τη βαρύτητα και τους μυς είναι ίσες ή σχεδόν ίσες και αντίθετες.

Αυτές οι υποθέσεις δημιουργούν τρεις πιθανές καταστάσεις:

1. Οι αντίθετες ροπές να είναι ακριβώς ίσες

$$\mathbf{M}_m = \mathbf{M}_g$$

Η άρθρωση δεν κινείται, έτσι το μήκος του μυός παραμένει σταθερό. Αυτή είναι **ισομετρική μυϊκή δράση**

2. Οι μυς παράγουν μία ροπή που αντιτίθεται στο αποτέλεσμα της βαρύτητας και είναι μεγαλύτερη από την ροπή την οποία η βαρύτητα παράγει

$$\mathbf{M}_m > \mathbf{M}_g$$

Σε αυτή την περίπτωση η άρθρωση κινείται καθώς ο μυς βραχύνεται σε μία **μειομετρική δράση**

3. Ο μυς παράγει μία ροπή που αντιτίθεται στο αποτέλεσμα της βαρύτητας, ωστόσο όμως είναι μικρότερη από την ροπή που η βαρύτητα παράγει

$$M_m < M_g$$

Σε αυτή την περίπτωση η άρθρωση κινείται στη διεύθυνση που ορίζει η ροπή της βαρύτητας. Ενώ η μυϊκή δραστηριότητα υπερβαίνει μία δύναμη στις προσφύσεις και ελέγχει το αποτέλεσμα της βαρύτητας στην άρθρωση, ο μυς συνεχίζει να επιμηκύνεται. Αυτή είναι μία **έκκεντρη δράση**.

Να σημειωθεί ότι ο ίδιος μυς είναι ενεργός ανεξάρτητα από τη διεύθυνση της κίνησης της άρθρωσης. Ο μυς αναπτύσσει μία δύναμη σε κατεύθυνση που προσεγγίζει τις προσφύσεις του ακόμα και αν αυτές οι προσφύσεις απομακρύνονται μεταξύ τους.

Προτιμούμε να μιλάμε για μυϊκή δράση και όχι σύσπαση, γιατί ο όρος σύσπαση ίσως σημαίνει για μερικούς ότι ο μυς μπορεί να αναπτύξει δυνάμεις μόνο όταν βραχύνεται.

Πως ένας μυς «γνωρίζει» πόση δύναμη απαιτείται?

Οι μυς αισθάνονται, όπως το ίδιο μπορούν οι τένοντες και οι θύλακοι. Ο καθένας περιέχει αισθητικούς υποδοχείς των οποίων η ενεργοποίηση ενημερώνει το κινητικό σύστημα για το βαθμό ενεργοποίησης...

Οι πιο σημαντικοί αισθητικοί υποδοχείς στους μυς και τους τένοντες είναι οι μυϊκές άτρακτοι (Smith, Weiss, & Lehmkuhl, 1996) και τα τενόντια όργανα του Golgi.

Η μνήμη και η εμπειρία μαθαίνουν το κινητικό σύστημα να αναμένει το ποσό της δύναμης που πρέπει να παράγει για να πραγματοποιήσει συγκεκριμένες δραστηριότητες. Για παράδειγμα, αναπροσαρμόζουμε τη στάση μας πριν κινηθούμε και όχι κατά τη διάρκεια της κίνησης

Η εμπειρία μας μπορεί να δουλέψει εναντίον μας σε περιπτώσεις όπως:

- Όταν σηκώνουμε ένα άδειο δοχείο ενώ νομίζουμε ότι είναι γεμάτο και βαρύ
- Αποτυγχάνουμε να αναμένουμε ένα ακόμα σκαλοπάτι σε μία σκοτεινή σκάλα

ΑΜΟΙΒΑΙΑ ΑΝΑΣΤΟΛΗ (Smith, Weiss, & Lehmkuhl, 1996)

Εμπεριέχει αντανακλαστικά, στα οποία μεσολαβούν αλυσίδες νευρώνων στη σπονδυλική στήλη που συνδέουν αγωνιστές με τους ανταγωνιστές τους. Δραστηριότητα σε έναν αγωνιστή παράγει μία ομοβροντία από νευρωνική δραστηριότητα που αναστέλλει τον ανταγωνιστή. Η αντανακλαστική αναστολή δεν

είναι απόλυτη αλλά είναι ένας από τους πολλούς νευρωνικούς παράγοντες που επιρρεάζουν τη μυϊκή δραστηριότητα.

Ωστόσο το αποτέλεσμα της αμοιβαίας αναστολής είναι ότι οι αγωνιστές και ανταγωνιστές δεν είναι γενικά δραστήριοι την ίδια στιγμή...

Βιβλιογραφία :

Smith, L.K., Weiss, E.L. & Lehmkuhl, L.D. (1996). *Brunnstrom's clinical kinesiology* (5th ed.). Philadelphia: F.A. Davis.

Συνέργιες – Λειτουργική σχέση μεταξύ των μυών

Αγωνιστές	Βοηθητικοί συνεργοί	Σταθεροποιοί
Ανταγωνιστές	Πραγματικοί συνεργοί	

ΑΓΩΝΙΣΤΕΣ

"Ένας συστελλόμενος μυς (ή μυϊκή ομάδα) που θεωρείται πως είναι ο βασικός μυς που παράγει μία αρθρική κίνηση ή διατηρεί μία θέση ... (Smith, Weiss, & Lehmkuhl, 1996)."

Ο δικός μας ορισμός:

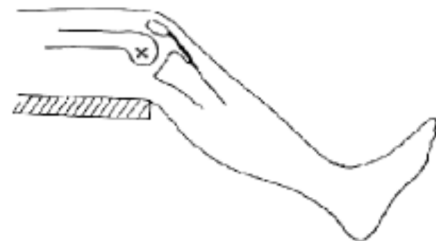
ΕΝΑ ΜΕΛΟΣ ΑΠΟ ΜΙΑ ΟΜΑΔΑ ΜΥΩΝ ΤΟΥ ΟΠΟΙΟΥ Η ΓΡΑΜΜΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΑΡΑΓΕΙ ΜΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΗ ΡΟΠΗ ΣΕ ΜΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΗ ΑΡΘΡΩΣΗ

Καθώς τους βλέπουμε σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο, οι μύς των οποίων οι γραμμές εφαρμογής είναι στην ίδια πλευρά με τον άξονα της άρθρωσης είναι αγωνιστές.

Για παράδειγμα:

Μύς των οποίων οι γραμμές εφαρμογής βρίσκονται στην πρόσθια επιφάνεια του έξω άξονα της άρθρωσης του γόνατος είναι αγωνιστές για την έκταση.

Οι μύς των οποίων οι γραμμές εφαρμογής βρίσκονται στην αντίθετη,



οπίσθια πλευρά είναι αγωνιστές για κάμψη

ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ

Τυπικά εστιάζουμε την ανάλυσή μας στο κινούμενο οστό ή τμήμα και στις μυϊκές δυνάμεις που παράγουν κίνηση σ' αυτό το τμήμα. Πρέπει να θυμόμαστε πως αυτοί οι μύες ασκούν ίσες δυνάμεις στο «μη-κινούμενο» ή σταθερό οστό. Για παράδειγμα όταν ο έξω πλατύς ασκεί δύναμη στον κόνδυλο της κνήμης για να κινήσει την κνήμη, ασκεί μια ίση δύναμη στην πρόσφυσή του στο μηριαίο. Ωστόσο, το μηριαίο είναι σταθερό γιατί κάποια δύναμη εμποδίζει την κίνησή του.

Κάθε δύναμη μπορεί να παράσχει αυτή τη σταθεροποίηση. Στις περιπτώσεις της ανθρώπινης κίνησης, οι σταθεροποιητές δυνάμεις είναι βαρυντικές. Το σταθερό τμήμα στην περίπτωση του μηριαίου και του υπόλοιπου σώματος είναι ουσιαστικά πολύ βαρύ για να το κινήσει ο μυς.

Η σταθεροποιός δύναμη θα μπορούσε επίσης να είναι μυϊκή. Για παράδειγμα όταν σηκωνόμαστε, οι κοιλιακοί μυς τραβούν τη λεκάνη με την ίδια δύναμη που τραβούν και το θώρακα. Η λεκάνη δεν γέρνει προς τα πίσω γιατί κάποια δύναμη την τραβά μπροστά. Αυτή η δύναμη ίσως να προέρχεται από τη δραστηριότητα των καμπτήρων του ισχίου.

Αν όμως είναι έτσι, τότε ποια δύναμη σταθεροποιεί τα κάτω άκρα στα οποία οι καμπτήρες του ισχίου προσφύονται? Η βαρύτητα ίσως να σταθεροποιεί τα πόδια, που όντως το κάνει, τα πόδια ίσως είναι αρκετά βαριά για να μείνουν σταθερά. Ωστόσο εάν οι κοιλιακοί τραβούν πολύ ισχυρά την λεκάνη και οι καμπτήρες τραβούν πολύ ισχυρά τα πόδια με τη σειρά τους, κάποιος ίσως να πρέπει να καθίσει στα πόδια για να τα σταθεροποιήσει...

Να ένα άλλο παράδειγμα: "Όταν ξαπλώνω ύπτια και κάμπτω το ένα ισχίο, δεν νιώθω καμία σύσπαση στους κοιλιακούς μυς. Ωστόσο παρατηρώ ότι σπρώχνω το πάτωμα με το "αναπαυόμενο" πόδι μου. Όταν προσπαθώ να κάμψω και τα δύο ισχία οι κοιλιακοί μου δρουν έντονα. Ποιος είναι ο σκοπός των κοιλιακών?"

Η μυϊκή δράση που νιώθεις, εκτός απ' αυτή στους καμπτήρες του ισχίου, είναι πιθανώς προσπάθειες σταθεροποίησης στη λεκάνη, η οποία αποτελεί θέση πρόσφυσης για τους καμπτήρες του ισχίου. Όταν κάμπτεις και τα δύο πόδια οι κοιλιακοί εμποδίζουν τους καμπτήρες να κλίνουν τη λεκάνη πρόσθια. Ομοια τα σπρώξιμο που δέχεσαι στο άλλο πόδι, κατά τη διάρκεια της κάμψης του ενός ποδιού έρχεται από τους αντίθετους εκτεινόντες του ισχίου που επίσης αποτρέπουν το πέσιμο της λεκάνης μπροστά.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΕΥΚΡΙΝΙΣΗΣ ΜΙΑΣ ΒΟΗΘΗΤΙΚΗΣ ΣΥΝΕΡΓΙΑΣ

1. ΠΟΛΥΑΞΟΝΙΚΗ ΑΡΘΡΩΣΗ
2. ΔΥΟ (Η ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟΙ) ΜΥΣ ΜΕ ΚΟΙΝΗ ΔΡΑΣΗ ΣΕ ΕΝΑ ΕΠΙΠΕΔΟ
3. ΚΑΙ ΑΝΤΙΘΕΤΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΣΕ ΑΛΛΟ ΕΠΙΠΕΔΟ (Α)

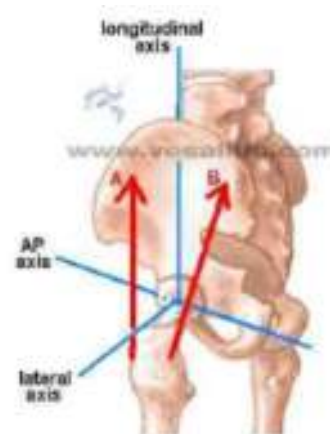
ΝΑ ΣΗΜΕΙΩΘΕΙ ΠΩΣ ΟΙ ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΙ ΣΥΝΕΡΓΟΙ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΕΣ

Ένα παράδειγμα:

Ο μυς Α κάμπτει, στρέφει έσω και απάγει το ισχίο

Ο μυς Β εκτείνει, στρέφει έξω και απάγει το ισχίο

Δρώντας μαζί, συνεργατικά, οι δύο μυς μπορούν να απάγουν το ισχίο ενώ παράγουν λίγη ή καθόλου κίνηση σε άλλα επίπεδα



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΕΥΚΡΙΝΗΣΗΣ ΜΙΑΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ ΣΥΝΕΡΓΙΑΣ

1. Ένας πολυαρθρικός μυς παράγει κίνηση σε κάθε άρθρωση όπου περνάει.
2. Ένας δεύτερος μυς που αντιτίθεται στη δράση του πολυαρθρικού μυ σε τουλάχιστο μία άρθρωση (αλλά όχι σε όλες)

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ ΣΥΝΕΡΓΙΑΣ – ΙΣΧΙΟΚΝΗΜΙΑΙΟΙ

1. Οι Ισχιοκνημιαίοι είναι πολυαρθρικοί

Προκαλούν έκταση του ισχίου και κάμψη του γόνατος

2. Για να προκαλέσουν οι ισχιοκνημιαίοι κάμψη του γόνατος χωρίς έκταση του ισχίου,

Ένας μονοαρθρικός καμπτήρας του ισχίου πρέπει να δράσει με του ισχιοκνημιαίους σε πραγματική συνέργια

3. Για να προκαλέσουν οι ισχιοκνημιαίοι έκταση του ισχίου χωρίς κάμψη του γόνατος,

Ένας μονοαρθρικός εκτείνοντας του γόνατος πρέπει να δράσει με τους ισchioκνημιαίους σε πραγματική συνέργια

ΕΡΩΤΗΣΗ:

Ο ορισμός ενός πραγματικού συνεργού είναι αυτός που περιλαμβάνει ένα μυ ο οποίος απαγορεύει όλη τη μυϊκή δράση των άλλων μυών εκτός από έναν (αυτού του οποίου η δράση είναι επιθυμητή) αλλά συγχρόνως δεν βοηθάει και στην επιθυμητή λειτουργία.

(Αν ο ορισμός αυτός είναι σωστός δεν μπορώ να βρω έναν πραγματικό συνεργό που να δρα στο πόδι. Μπορείτε να μου πείτε ένα παράδειγμα ενός και να μου πείτε πως δρα?...)

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Ο προηγούμενος ορισμός του πραγματικού συνεργού έχει βάση: ένας από τους μυς πρέπει να δρα σε πολλές αρθρώσεις. Ο άλλος "απαγορεύει" ή αντιδρά στη δράση του τουλάχιστο σε μία αλλά όχι σε όλες τις αρθρώσεις.

ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΕΣ

Οι μυς με αντίθετη δράση σε μία άρθρωση είναι ανταγωνιστές. Καθώς τους βλέπουμε σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο κίνησης, οι μυς των οποίων οι γραμμές εφαρμογής είναι σε αντίθετες πλευρές από έναν αρθρικό άξονα είναι ανταγωνιστές.

Δεν πρέπει να σκεφτόμαστε πως οι μυς είναι οργανωμένοι σε ζευγάρια αγωνιστών – ανταγωνιστών. Δεν θα το βρούμε χρήσιμο, για παράδειγμα να προσπαθήσουμε να βρούμε έναν ανταγωνιστή για κάθε μυ. Αντί γι αυτό, δεδομένης μιας λειτουργικής κίνησης, πρέπει να σκεφτόμαστε τους μυς σε λειτουργικές ομάδες που έχουν αντίθετη δράση.

Οι ανταγωνιστές γενικά χαλαρώνουν όταν οι αγωνιστές δρουν. Η συνσύσπαση, ή για να χρησιμοποιήσουμε έναν προτιμότερο όρο, σύνδραση, συμβαίνει όταν οι μυς και στις δύο πλευρές του άξονα της άρθρωσης είναι ενεργοί. Συχνά συν-ενεργοποιούμε μυς όταν εκτελούμε βοηθητική ή πραγματική συνέργια.

Βιβλιογραφία:

Smith, L.K., Weiss, E.L., & Lehmkuhl, L.D. (1996). *Brunnstrom's clinical kinesiology*. (5th ed.). Philadelphia: F.A. Davis.

ΠΩΣ ΕΝΑΣ ΜΥΣ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΝΕΤΑΙ ΣΤΙΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΜΙΑΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΠΟΥ ΑΛΛΑΖΕΙ ?

1. Επιστράτευση κινητικής μονάδας
2. Ρυθμός ενεργοποίησης νευρικού μηχανισμού

1. ΕΠΙΣΤΡΑΤΕΥΣΗ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Οι μυς νευρώνονται από καθορισμένα (ονοματισμένα) νεύρα τα οποία με τη σειρά τους είναι συλλογές από άλφα κινητικούς νευρώνες.

Όταν το νευρικό σύστημα ενεργοποιεί ομάδες από άλφα κινητικούς νευρώνες στο κοιλιακό (πρόσθιο) κέρασ του νωτιαίου μυελού, οι κινητικοί νευρώνες με τα μικρότερα κυτταρικά σώματα εκπολώνονται πρώτοι. Επειδή οι μικρότεροι κινητικοί νευρώνες γενικότερα νευρώνουν τις κινητικές μονάδες με μικρότερο αριθμό μυϊκών ινών, αυτή η διακεκριμένη σειρά εκπόλωσης προκαλεί τις μικρότερες κινητικές μονάδες να επιστρατευτούν πρώτες κάθε φορά που το κινητικό σύστημα ενεργοποιεί ομάδες κινητικών νευρώνων.

Όταν επιπλέον δύναμη είναι απαραίτητη, το νευροκινητικό σύστημα εκπολώνει περισσότερους και μεγαλύτερους άλφα κινητικούς νευρώνες και με αυτό επιστρατεύει με επιτυχία μεγαλύτερες κινητικές μονάδες. Αυτή η στερεότυπη σειρά της επιστράτευσης των κινητικών μονάδων ακολουθεί την «αρχή του μεγέθους»

2. ΡΥΘΜΟΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ ΝΕΥΡΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ

Όταν ο άλφα κινητικός νευρώνας «πυροδοτεί» ή αποφορτίζει ένα δυναμικό δράσης, δεν ενεργοποιεί έναν ολόκληρο μυ αλλά μόνο μία κινητική μονάδα.

ΤΙ ΑΛΛΟ ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΥΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ?

1. ΜΗΚΟΣ

Ενας μυς αναπτύσσει μεγαλύτερη δύναμη όταν είναι σε επιμήκυνση και λιγότερη όταν είναι βραχυμένος, ακόμα και αν ο αριθμός των ενεργών κινητικών μονάδων (και ο ρυθμός ενεργοποίησής τους) είναι σταθερός.

2. Η ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΜΥΟΣ

Τα παραδοσιακά κείμενα κινησιολογίας συχνά διαφοροποιούν μεταξύ τους τους περυγοειδής μυς και τους παράλληλους.

- Η δομή των πτερυγοειδών ή δι-περωτών μυών τους επιτρέπει να συγκεντρώνουν μεγάλα νούμερα από ίνες σε έναν τένοντα, ο οποίος με τη σειρά του αντικαθιστά τη μυϊκή δύναμη στο οστό. Ένα παράδειγμα είναι ο γαστροκνήμιος μυς .
- Οι παράλληλοι μυς, επειδή οι ίνες τους προσανατολίζονται περισσότερο παράλληλα στον τένοντα στον οποίο προσφύονται, συγκεντρώνουν λιγότερες ίνες στον τένοντα και συνεπώς αναπτύσσουν λιγότερη δύναμη. Ένα παράδειγμα είναι ο ραπτικός μυς ή ο δικέφαλος βραχιόνιος .

(Θα κάνετε μία προσωπική έρευνα πάνω στην ΣΥΝΘΕΣΗ ΔΥΝΑΜΕΩΝ που θα σας βοηθήσει να δείτε πως η μυϊκή δομή επηρεάζει το μέγεθος της δύναμης που μπορεί να αναπτύξει ο μυς...)

- Μερικοί μεγάλοι μυς, όπως ο μέγας γλουτιαίος, είναι οργανωμένοι έτσι ώστε να έχουν μεγάλες επιφάνειες πρόσφυσης
- Πολλοί μυς μπορεί να δρουν σε μία κοινή κατάφυση, όπως κάνουν ο μέσος και ο μικρός γλουτιαίος στο μείζονα τροχαντήρα του μηριαίου.

ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΕΥΣΗ

Οι προσαρμογές του ιστού εμφανίζονται να είναι αρκετά συγκεκριμένες. Τα προγράμματα άσκησης παράγουν αλλαγές που εντοπίζονται :

1. στη μυϊκή ομάδα
2. στην αρθρική γωνία ή εύρος κίνησης
3. στον τύπο της μυϊκής δράσης
4. στην ταχύτητα της μυϊκής δράσης
5. στον τύπο των μυϊκών ινών
6. στο μεταβολικό ενεργειακό σύστημα

Μπορούμε να κατανοήσουμε την ανατομική βάση της στόχευσης της άσκησης με πολλούς τρόπους.

- Μία προσέγγιση είναι μέσω Φυσιολογίας: διαφορετικές απαιτήσεις και πιέσεις επιφέρουν διαφορετική γονιδιακή έκφραση στα ζωντανά κύτταρα. Ο νόμος του Wolf's και ο νόμος του Davies' εξηγούν με παραδείγματα αυτή την αντίληψη.
- Μία άλλη προσέγγιση σχετίζεται με τον Κινητικό Έλεγχο. Επειδή διαφορετικές εργασίες συνεπάγονται διαφορετικά προβλήματα ελέγχου για το κινητικό σύστημα, αυτό τα λύνει με διαφορετικούς τρόπους.

"...Η εξάσκηση, όταν αναλαμβάνεται κατάλληλα, δε βασίζεται στο να επαναλαμβάνονται τα μέσα της λύσης ενός κινητικού προβλήματος συνέχεια, αλλά είναι η διαδικασία του να λύνεις αυτό το πρόβλημα ξανά και ξανά με τεχνικές τις οποίες αλλάζουμε και τελειοποιούμε από επανάληψη σε επανάληψη... Η εξάσκηση είναι ένας τύπος επανάληψης χωρίς επανάληψη" (Bernstein, 1967).

Διαφορετικά καθήκοντα συνεπάγονται διαφορετικά κινητικά προβλήματα, τα οποία οι άνθρωποι λύνουν ενεργοποιώντας τους μυς σε διαφορετικές συνέργειες:

1. Η έκταση του γόνατος ενάντια αντίστασης σε ανοικτή κινητική αλυσίδα εξάγει διαφορετικές μυϊκές συνέργειες. Κατά τη διάρκεια έκτασης του γόνατος σε κλειστή αλυσίδα, η μυϊκή δραστηριότητα είναι παράδοξη.
2. Η κάμψη του κορμού σε ανοικτή αλυσίδα (sit-ups) και κλειστή αλυσίδα (αντίστροφη δίπλωση του κορμού), προκαλούν διαφορετικές συνέργειες των κοιλιακών μυών.
3. Η προπόνηση άρσης βάρους οπίσθια σε στάση, μπορεί να μην έχει ομοιότητες με μία παρόμοια άρση βάρους κατά τη βάδιση (Winstein, Gardner, McNeal, Barto, & Nicholson, 1989).
4. Οι λειτουργίεςτων άνω άκρων μπορεί να εμπεριέχουν μυϊκές συνέργειες μεταξύ του μυοτενόντιου πετάλου, του δελτοειδή και ωμοπλατοθωρακικών μυών, τις οποίες μερικές θεραπευτικές λειτουργίες δεν αντιγράφουν.

Η έρευνα για την Κινητική Μάθηση φωτίζει την επιλογή θεραπευτικών διαδικασιών

- Ανοικτές και κλειστές διαδικασίες
- Διαδοχικές, συνεχόμενες και ξεχωριστές διαδικασίες

Αυτό κάνει και ο ορισμός του 1RM: Repetition maximum (RM): " Η μέγιστη αντίσταση που μπορεί να υπερνικηθεί σε μία επανάληψη, χρησιμοποιώντας καλό σχηματισμό και τεχνική (ACSM, 1998)."

« Ο καλός σχηματισμός και η τεχνική» περιλαμβάνουν τον έλεγχο και την ικανότητα να επιλύεις ένα κινητικό πρόβλημα ενεργοποιώντας μυς στις κατάλληλες συνέργειες, με κατάλληλο χρονισμό.

Βιβλιογραφία:

Bernstein, N. (1967). *The coordination and regulation of movements*. New York: Pergamon.

Winstein, C.J., Gardner, E.R., McNeal, D.R., Barto, P.S., & Nicholson, D.E. (1989). Standing balance training: Effect on balance and locomotion in hemiparetic adults. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 70, 755-62.

Άσκηση για την αύξηση της ελαστικότητας

Οι θεραπευτές μετρούν την ελαστικότητα με όρους του ROM (Εύρους Κίνησης) μίας άρθρωσης για να καταλάβουν τη δυσκαμψία ή την ελαστικότητα. Το Medline χρησιμοποιεί τον όρο «ευκαμψία».

Πλεονεκτήματα της Ευκαμψίας

- Αυξάνει το εύρος κίνησης
- Βελτιώνει τη λειτουργία της άρθρωσης
- Καλύτερεύει τη μυϊκή απόδοση (Wilson, Elliott, & Wood, 1992)
- Αποτρέπει το μυϊκό τραυματισμό, ιδιαίτερα κατά την έκκεντρη άσκηση (McHugh, Connolly, Eston, Kremenec, Nicholas, & Gleim, 1999)
- Αποτρέπει άλλους τραυματισμούς μαλακών ιστών (Crisco, Chelikani, Brown RK, & Wolfe, 1997)
- Μειώνει τον πόνο μετά την άσκηση

Μειονεκτήματα της διάτασης

Παρατεταμένη διάταση μπορεί να αυξήσει το μήκος ηρεμίας ενός μυ και να μειώσει το ποσό παθητικής δύναμης που αναπτύσσει σε συγκεκριμένα σημεία στο εύρος κίνησης αρθρώσεων που αυτός ο μυς διασχίζει. Κοντοί μυς μπορεί να βοηθήσουν συγκεκριμένους ανθρώπους να επιτελέσουν συγκεκριμένες δραστηριότητες.

Προγράμματα άσκησης για βελτίωση της ευκαμψίας

Οι σχετικές παράμετροι για πρωτόκολλα διάτασης περιλαμβάνουν:

- Την ένταση της διατατικής δύναμης
- Τη διάρκεια της διάτασης
- Τη συχνότητα της διάτασης

Φυσιολογία της διάτασης

- Αλλαγή στις μηχανικές απαιτήσεις
- Γλοιοελαστικότητα, αύξηση και χαλάρωση της τάσης
- Αλλοίωση των αντανακλαστικών
- Ανατροπή του αγωνιστή εξ' αιτίας της ενεργοποίησης του τενόντιου οργάνου του Golgi.
- Αποτράχυνση του διατατικού αντανακλαστικού εξ' αιτίας της ενεργοποίησης των μυϊκών ατράκτων
- Ερεθισμός του ανταγωνιστή (ένα λιγότερο ξεκάθαρο δευτερεύον προϊόν της διάτασης)

ΤΥΠΟΙ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

- *Στατική*

(αργή επιμήκυνση του μυ, κρατώντας σε διατεταμένη κατάσταση για κάποιο χρονικό διάστημα και μετά επιστροφή στο μήκος ηρεμίας)

- *Ιδιοδέκτρια Νευρομυϊκή Διευκόλυνση (PNF)*

(εναλλακτική ενεργοποίηση σε ένα βραχυμένο μυ ή στον ανταγωνιστή του, με παθητική επιμήκυνση του μυ (Voss, 1967; Knott & Voss, 1968)

- Σφίξε-χαλάρωσε
- Κράτα-χαλάρωσε
- Αργή εναλλαγή κράτα-χαλάρωσε

- *Δυναμική*

(Αργή, κυκλική επιμήκυνση, κράτημα και βράχυνση του μυ. Αυτή η τεχνική είναι μία πρόσφατη αναφορά στη βιβλιογραφία και περιγράφεται για τους ισχιοκνημιαίους. Περιγράφονται τρεις διαδοχικές 5 δευτερολέπτων περιόδους (1) επιμήκυνσης, (2) στατικής διάταξης και (3) βράχυνσης, όλες κάτω από τον έλεγχο των εκτεινόντων του γόνατος, που είναι οι ανταγωνιστές των ισχιοκνημιαίων.)

- *Βαλλιστική*

(Παρόλο που μερικά κείμενα περιγράφουν βαλλιστικά πρωτόκολλα διάταξης που περιέχουν επαναλαμβανόμενες «ζωηρές» κινήσεις στις οποίες οι τένοντες διατείνονται γρήγορα και αμέσως χαλαρώνουν, δε μπορούμε να βρούμε μαρτυρίες λογικές ή αποτελέσματα που δικαιολογούν την προσέγγιση)

Ένταξη των ασκήσεων ευκαμψίας....

"Οι ασκήσεις ευκαμψίας θα πρέπει να ενσωματώνονται στο όλο πρόγραμμα φυσικής κατάστασης το οποίο είναι ικανό να αναπτύξει και να διατηρήσει το εύρος κίνησης (ROM). Αυτές οι ασκήσεις πρέπει να διατείνουν τις κύριες μυϊκές ομάδες και να εκτελούνται το λιγότερο 2-3 ημέρες την εβδομάδα. Η διάταξη πρέπει να εμπεριέχει κατάλληλες στατικές και/ή δυναμικές τεχνικές....Οι στατικές διατάξεις θα πρέπει να διατηρούνται για 10 έως 20 δεύτερα...Οι τεχνικές PNF πρέπει να περιέχουν μία σύσπαση 6'' η οποία ακολουθείται από 10 έως 20 δεύτερα υποβοηθούμενης διάταξης (ACSM, 1998)."

Η στατική επιμήκυνση για 10 έως 20'' σε ένα εύρος κίνησης που προκαλεί ήπια δυσανοχή, βελτιώνει την ευλυγισία. Μεγαλύτερες διάρκειες επιμήκυνσης προκαλούν ασήμαντα πλεονεκτήματα. Οι αλλαγές της επιμήκυνσης του ιστού, δεν είναι σημαντικές μετά τις 4 πρώτες επαναλήψεις. Αργές τιμές επιμήκυνσης επιτρέπουν μεγαλύτερη

χαλάρωση της πίεσης από ότι πιο γρήγορες τιμές επιμήκυνσης και παράγουν χαμηλότερες ενδοϊστικές δυνάμεις (Borms, VanRoy, Santens, & Haentjens, 1987; Taylor, Dalton, Seaber, & Garrett, 1990; Bandy & Irion, 1994; Lamontagne, Malouin, & Richards, 1997).

Δυναμική διάταση για 30'' (6 επαναλήψεις των 5'' διάτασης) αύξησαν το εύρος ROM, αλλά όχι τόσο όσο μία στατική διάταση των 30'' (Bandy, Irion, & Briggler, 1998).

Ιδιοδέκτρια Νευρομυϊκή Διευκόλυνση, PNF

Αυτή η προσέγγιση έκανε την εμφάνισή της κατά τη διάρκεια μίας περιόδου στις δεκαετίες του 60 και 70, όταν οι θεραπευτές και οι ερευνητές εφάρμοζαν «άπληστα» νευροφυσιολογικές αρχές στις θεραπευτικές ασκήσεις. Η προσέγγιση αυτή αναζητά να επιρρεάσει μυϊκές ανταποκρίσεις χειριζόμενη τη διέγερση των ιδιοϋποδοχέων. Αλλαγές στη δραστηριότητα των ιδιοϋποδοχέων, υποθετικά προκαλούν αλλαγές στη λειτουργία των μυϊκών αντανακλαστικών.

Τα τενόντια όργανα του Golgi (GTOs), θεωρητικά διεγείρονται κατά τη διάρκεια της ισομετρικής φάσης της τεχνικής «αργής-αντιστροφής κράτα-χαλάρωση», επίσης επιπρόσθετα η φάση «αργή-αντιστροφή» κατά τη διάρκεια της οποίας ο ανταγωνιστής δρα ομόκεντρα, επιμηκύνει τον αγωνιστή ή τον μυ στόχο. Μια εξήγηση της αποτελεσματικότητας για την τεχνική αυτή με βάση την PNF είναι ότι η εξαγόμενη δραστηριότητα των ατράκτων, τις αποτραχύνει ώστε αποτυγχάνουν να παράγουν ένα διατατικό αντανακλαστικό κατά τη διάρκεια της επερχόμενης παθητικής διάτασης. Αν δεν ήταν αυτή η θεωρητική αποτράχυνση, η δραστηριότητα στις μυϊκές ατράκτους θα βελτίωνε τα διατατικά αντανακλαστικά που αντιστέκονται στην επιμήκυνση...

Αλλαγές στο μήκος του μυ μετά από διάταση...

Όταν οι μυς ακινητοποιούνται για μεγάλα χρονικά διαστήματα, υφίστανται σχετικά μόνιμες αλλαγές στο μήκος ηρεμίας τους. Ωστόσο, για να αλλάξει το μήκος ηρεμίας αυτών των μυών, οι θεραπευτές πρέπει να ασκούν δύναμη για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

Για συγκεκριμένους τύπους μυϊκής συστολής, η απαιτούμενη διάρκεια επιμήκυνσης είναι αξιοσημείωτη. Οι Tardieu, Lespargot, Tabary και Bret (1988) μιλούν για τη μείωση της ικανότητας των συστολών σε παιδιά με εγκεφαλική παράλυση και καταλήγουν «... δεν υπήρχε καμιά ικανότητα προοδευτικής συστολής όταν ο υποκνημίδιος διατεινόταν το λιγότερο 6 ώρες την ημέρα (την ίδια ώρα με ένα μη-ανάπηρο παιδί). Από την άλλη υπήρχε ικανότητα προοδευτικής συστολής όταν ο χρόνος διάτασης ήταν έως 2 ώρες την ημέρα...»

Ακόμα και σε ασθενείς χωρίς νευρολογικά προβλήματα, το αποτέλεσμα της διάτασης στην αύξηση του μήκους του μαλακού ιστού είναι παροδικά. Ο Magnusson (1988) αναθεώρησε τη φιλολογία και βρήκε ότι «με επαναλαμβανόμενες διατάσεις, η μυϊκή δυσκαμψία μειωνόταν, αλλά επέστρεφε στο αρχικό σημείο μέσα σε μία ώρα. Η μακροχρόνια εφαρμογή διατάσεων (3 εβδομάδες) αυξάνει το εύρος κίνησης της άρθρωσης σαν αποτέλεσμα αλλαγής στην ανοχή στη διάταση παρά στις παθητικές ιδιότητες».

Βιβλιογραφία:

American College of Sports Medicine. (1998). American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30, 975-91.

Πλήρες κείμενο θα βρείτε στο Medline account on OVID (unique identifier 98287757)

Bandy, W. D., & Irion, J.M. (1994). The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscle. *Physical Therapy*, 74, 845-852.

Bandy, W.D., Irion, J.M., & Briggler, M. (1998). The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 27, 295-300.

Borms, J., VanRoy, P., Santens, J.P., & Haentjens, A. (1987). Optimal duration of static stretching exercises for improvement of coxofemoral flexibility. *Journal of Sports Science*, 5, 39-47.

Crisco, J.J., Chelikani, S., Brown, R.K., & Wolfe, S.W. (1997). The effects of exercise on ligamentous stiffness in the wrist. *Journal of Hand Surgery [Am]*, 22, 44-8.

Knott, M., & Voss, D.E. (1968). *Proprioceptive neuromuscular facilitation: Patterns and techniques*. (2nd ed.). Philadelphia: Harper and Row.

Lamontagne, A., Malouin, F., & Richards, C.L. (1997). Viscoelastic behavior of plantar flexor muscle-tendon unit at rest. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 26, 244-52.

Magnusson, S.P. (1998). Passive properties of human skeletal muscle during stretch maneuvers: A review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 8, 65-77.

McHugh, M.P., Connolly, D.A., Eston, R.G., Kremenik, I.J., Nicholas, S.J., & Gleim, G.W. (1999). The role of passive muscle stiffness in symptoms of exercise-induced muscle damage. *American Journal of Sports Medicine*, 27, 594-9.

Sady, S. P., Wortman, M., & Blanke, D. (1982). Flexibility training: Ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 63, 261-263.

Tardieu, C., Lespargot, A., Tabary, C., & Bret M.D. (1988). For how long must the soleus muscle be stretched each day to prevent contracture? *Developmental Medicine & Child Neurology*, 30, 3-10.

Taylor, D. C., J. D. Dalton, A. V. Seaber, & W. E. Garrett. (1990). Viscoelastic properties of muscle-tendon units: The biomechanical effects of stretching. *American Journal of Sports Medicine*, 18, 300-309.

Voss, D.E. (1967). Proprioceptive neuromuscular facilitation. *American Journal of Physical Medicine*, 46, 838-99.

Wilson, G.J., Elliott, B.C., & Wood, G.A. (1992). Stretch shorten cycle performance enhancement through flexibility training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 24, 116-123.

ΑΣΚΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ

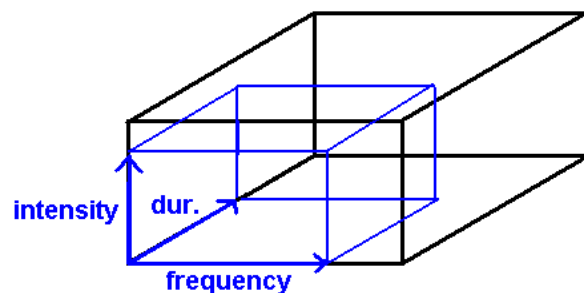
American College of Sports Medicine. (1998). American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30, 975-91.

Πλήρες άρθρο στο Medline account on OVID (unique identifier 98287757).

Παράμετροι σύνθεσης του προγράμματος

Τα προγράμματα άσκησης ορίζουν τιμές για τρεις παραμέτρους: ένταση, διάρκεια, και συχνότητα.

Οι παράμετροι αυτές συνεισφέρουν στο συνολικό ερέθισμα της άσκησης και αποκαλούνται «όγκος προπόνησης»



Συγκεκριμένες παράμετροι προγραμμάτων για τη βελτίωση της αντοχής (American College of Sports Medicine, 1998b).

1. Συχνότητα προπόνησης:

3 με 5 μέρες την εβδομάδα

2. Ένταση προπόνησης:

50%-85% της μέγιστης εφεδρικής πρόσληψης οξυγόνου (VO2R)

Οι θεραπευτές μπορούν να ρυθμίσουν την ένταση της άσκησης προκαθορίζοντας τον καρδιακό ρυθμό άσκησης στα:

- 65%-90% του μέγιστου καρδιακού ρυθμού (HRmax)

Χαμηλής έντασης άσκηση

- 55-64% του HRmax είναι κατάλληλη για αγύμναστα άτομα

3. Διάρκεια προπόνησης:

20-60 λεπτά συνεχούς ή διαλλειματικής δραστηριότητας, αναλόγως της έντασης

- Η άσκηση χαμηλής έντασης θα πρέπει να εφαρμόζεται το λιγότερο 30 λεπτά
- Ποιο έντονη άσκηση θα πρέπει να διαρκεί το λιγότερο 20 λεπτά
- Λιγότερο γυμνασμένα άτομα μπορούν να "συσσωρεύσουν" σετ ασκήσεων κατά τη διάρκεια της ημέρας, εφ'όσον κάθε σετ διαρκεί τουλάχιστον 10 λεπτά.
- Τα άτομα θα επιτύχουν πληρέστερη "φυσική κατάσταση" με συνεδρίες ασκήσεων μέσης έντασης και μακράς διάρκειας. Η άσκηση μέσης έντασης είναι ασφαλέστερη και πιο αποδεκτή από τα εντονότερα προγράμματα

4. Τρόποι δραστηριότητας:

- Μεγάλες μουσικές ομάδες
- συνεχής
- ρυθμικός και αερόβιος

Ειδικές ομάδες ατόμων (παραδείγματα)

Άτομα με υπέρταση (ACSM, 1993)

- Υπέρταση (140/90 mm Hg) στο 17 % των αμερικανών
- Ανεξάρτητοι παράγοντες κινδύνου: άνδρες, μαύρη φυλή, ηλικία, οικογενειακό ιστορικό
- Εφαρμογή συγκεκριμένων παραμέτρων άσκησης
- Στρατηγική πρώιμης πρόληψης: οι ασκήσεις αντοχής περιορίζουν την αύξηση της πίεσης που συμβαίνει με το χρόνο στα άτομα υψηλού κινδύνου
- Τριτογενής πρόληψη :

- Οι ασκήσεις αντοχής παράγουν μειώσεις έως 10 mm, κατά μέσο όρο, στη συστολική και διαστολική πίεση σε άτομα με μέση (140-180/90-105) ουσιαστική υπέρταση.
- Ακόμα μεγαλύτερες μειώσεις σε άτομα με υπέρταση συνδυαζόμενη με δευτερογενή νεφρική δυσλειτουργία
- Δραστήρια, άτομα με υπέρταση έχουν μικρότερη θνησιμότητα από αντίστοιχα μη δραστήρια...

Άτομα με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 (ενηλίκων), (Albright et al., 2000)

- Άσκηση αντοχής μειώνει τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα και βελτιώνει την ευαισθησία της ινσουλίνης πάνω από 72 ώρες.
- Η αυτόνομη νευροπάθεια επηρεάζει την προσαρμογή του καρδιακού ρυθμού κατά την άσκηση: αντί λοιπόν για τον καρδιακό ρυθμό, είναι πιο ασφαλής η διαβάθμιση της ορατής προσπάθειας για τον καθορισμό της έντασης της άσκησης. Μια κλίμακα 10 - 12 είναι προτεινόμενη "rating of perceived exertion" (RPE).
- Η αισθητική νευροπάθεια μπορεί να αποκλείει ένα πρόγραμμα βάδισης και να επιβάλει ένα πρόγραμμα δίχως φόρτιση των ποδιών
- Οι θεραπευτές πρέπει να σκέφτονται την ετοιμότητα του ατόμου να αλλάξει τρόπο ζωής και να τροποποιούν την «παρεμβολή» τους σύμφωνα με τα στάδια της αλλαγής αυτής.

Συχνότητα άσκησης

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ & ΥΨΗΛΗΣ ΖΩΝΗΣ ΑΕΡΟΒΙΑΣ ΕΞΑΣΚΗΣΗΣ

Η μέσης έντασης - αερόβια ζώνη **40-59%HR_{max}**

Η υψηλής έντασης - αερόβια ζώνη **60-84%HR_{max}**

1. Υπολογίζουμε την **HR_{max}** ως εξής: **$HR_{max} = 206.9 - (0.67 \times age)$**
2. Μετά, μετράμε την Καρδιακή συχνότητα ηρεμίας (**RHR**)
3. Υπολογίζουμε τον καρδιακό απόθεμα (**HRR**) αφαιρώντας τον ρυθμό ηρεμίας (RHR) από το μέγιστο καρδιακό ρυθμό (HR_{max}), **$HRR = HR_{max} - RHR$**

Για να υπολογίσουμε το κατώτατο όριο της μέσης έντασης - αερόβιας ζώνης (40%HR_{max}), πολλαπλασιάζουμε το HRR X 0.4 (40 %) και προσθέτουμε το RHR σε αυτόν τον αριθμό, ομοίως και για τα υπόλοιπα όρια...:

κατώτατο όριο της μέσης έντασης	$HR_{value} = (0.4) \times (HR_{max} - HRR) + RHR$	}	Αερόβια
υψηλό όριο της μέσης έντασης	$HR_{value} = (0.59) \times (HR_{max} - HRR) + RHR$		
κατώτατο όριο της υψηλής έντασης	$HR_{value} = (0.6) \times (HR_{max} - HRR) + RHR$	}	Αερόβια
υψηλό όριο της υψηλής έντασης	$HR_{value} = (0.4) \times (HR_{max} - HRR) + RHR$		

Παράδειγμα κλίμακας ανοχής της άσκησης - Rating of perceived exertion (RPE)
(Dishman, 1994)

Πως αξιολογείτε την άσκηση ?	κλίμακα
Πάρα πολύ ελαφρά	6 - 8
Πολύ ελαφρά	9 - 10
Σχετικά ελαφρά	11 - 12
Λίγο βαριά	13 - 14
Βαρεία	15 - 16
Πολύ βαριά	17 - 18
Πάρα πολύ βαριά	19 - 20

Η καρδιακή συχνότητα HR και η RPE είναι μετρήσεις εκτίμησης που βοηθούν τους θεραπευτές να υπολογίσουν την ένταση της άσκησης σαν ένα ποσοστό της VO₂max ή της VO₂ εφεδρίας. Υποθέτουμε πως η HR και η RPE σχετίζονται γραμμικά με τον VO₂.

Οφέλη της άσκησης αντοχής (Kligman & Pepin, 1992; American College of Sports Medicine, 1998a).

- Διατηρεί και βελτιώνει την καρδιαγγειακή λειτουργία, τη VO₂max, την εξώθηση του αίματος από την καρδιά, και την αρτηριοφλεβική διαφορά του O₂
- Μειώνει τους παράγοντες κινδύνου που σχετίζονται με την καρδιακή και στεφανιαία νόσο, το ζαχαρώδη διαβήτη, την υπέρταση, την παχυσαρκία, την υπερλιπιδαιμία, και τη δυσκοιλιότητα
- Βελτιώνει την κατάσταση της υγείας και αυξάνει το προσδόκιμο ζωής
- Βελτιώνει την υγεία των οστών και μειώνει τους κινδύνους οστεοπόρωσης, ειδικά στις μεταεμμηνοπαυσιακές γυναίκες (Nelson, Dilmanian, Dallal, & Evans, 1991; Gutin & Kasper, 1992)
- Βελτιώνει την σταθερότητα της στάσης και μειώνει τους κινδύνους πτώσης και κακώσεων ή καταγμάτων που την συνοδεύουν
- Διατηρεί τις λειτουργίες αντίληψης, ανακουφίζει τα συμπτώματα κατάθλιψης και βελτιώνει τις ιδέες για αυτοέλεγχο και αποτελεσματικότητα.

Βιβλιογραφία:

Albright, A., Franz, M., Hornsby, G., Kriska, A., Marrero, D., Ullrich, I., & Verity, L.S. (2000). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and type 2 diabetes. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, 32, 1345-60.

full text version is available through the list of [position stands](#) at the ACSM web site.

American College of Sports Medicine. (1993). American College of Sports Medicine position stand. Physical activity, physical fitness, and hypertension. *Medical Science in Sports and Exercise*, 25,10, i-x.

full text version is available through the list of [position stands](#) at the ACSM web site.

American College of Sports Medicine. (1998a). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Medical Science in Sports and Exercise*, 30, 992-1008.

full text version is available on Medline, Unique Identifier 98287758, or through list of [position stands](#) at the ACSM web site.

American College of Sports Medicine. (1998b). American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 975-91.

full text version is available on Medline, Unique Identifier 98287757, or through list of [position stands](#) at the ACSM web site.

Dishman, R.K. (1994). Prescribing exercise intensity for healthy adults using perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 26, 1087-94.

Gutin, B. and Kasper, M.J. (1992). Can vigorous exercise play a role in osteoporosis prevention? A review. *Osteoporosis International*, 2, 55-69.

Hilleagass, E.A., & Sadowsky, H.S. (1994). Essentials of cardiopulmonary physical therapy. Philadelphia: W.B. Saunders.

Karvonen, M., Kentala, K., & Mustala, O. (1957). The effects of training heart rate: A longitudinal study. *Annals of Medicine and Experimental Biology Fenn* 35, 307-315.

Kligman, E.W., & Pepin, E. (1992). Prescribing physical activity for older patients. *Geriatrics*, 47(8), 33-4, 37-44, 47.

McArdle, W.D., Katch, F.I., & Katch, V.L. (1996). Exercise physiology: Energy, nutrition, and human performance. Baltimore: Williams and Wilkins.

Nelson, M. E., Dilmanian, F.A., Dallal, G.E., & Evans, W.J. (1991). A one-year walking program and increased dietary calcium in postmenopausal women: Effects on bone. *American Journal of Clinical Nutrition*, 53, 1304-1311.

U.S. Department of Health and Human Services. (1996). Physical activity and health: A Report of the Surgeon General. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion.

The chapter of the report that includes Table 2-4 is available in .pdf format at <http://www.cdc.gov/nccdphp/sgr/pdf/chap2.pdf>

Άσκηση για τη βελτίωση της δύναμης

American College of Sports Medicine. (1998). American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. Medicine & Science in Sports & Exercise, 30, 975-91.

Πλήρες άρθρο στο Medline account on OVID (unique identifier 98287757) or by accessing the list of [position stands](#) listed at the ACSM web site.

Παράμετροι σύνθεσης της άσκησης (American College of Sports Medicine, 1998).

1. συχνότητα εξάσκησης: 2 με 3 μέρες την εβδομάδα.
2. ένταση της άσκησης:

Οι θεραπευτές χρησιμοποιούν το σκεπτικό της μέγιστης ιστονικής επανάληψης "repetition maximum" (RM) για να καθορίσουν το βάρος ή το φορτίο που ταιριάζει κάθε φορά.

"... οι περισσότεροι ειδικοί προτείνουν 8-12 επαναλήψεις ανά σετ, όμως, ένα εύρος λιγότερων επαναλήψεων, με περισσότερα κιλά, π.χ., 6-8, επαναλήψεις μπορούν να προάγουν καλύτερα τη δύναμη και την ισχύ. Συνήθως για το λόγο ότι οι ορθοπαιδικές κακώσεις μπορεί να εμφανιστούν σε ... άτομα γύρω στην ηλικία των 50-60 ετών και άνω... όταν εκτελούν προσπάθειες με ηθελημένη κούραση χρησιμοποιώντας υψηλής έντασης, χαμηλό έως μέσο % του RM, προτείνεται ολοκλήρωση σε 10-15 επαναλήψεις " (ACSM, 1998).

- ACSM's [Delorme and Oxford strengthening protocols](#).

3. Διάρκεια της προπόνησης:

"Μία σειρά των 8-10 ασκήσεων που ενεργοποιούν τις κύριες μυϊκές ομάδες συνίσταται"

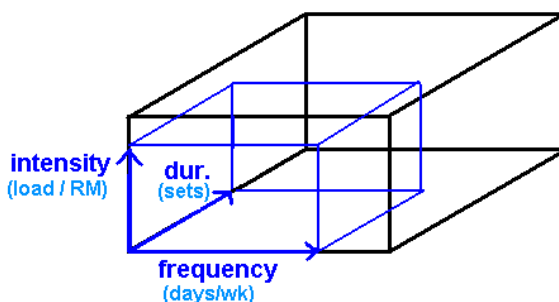
4. Τρόπος προπόνησης

Το ACSM δεν προτείνει κάποιο συγκεκριμένο τρόπο άσκησης. Η αντίσταση που απαιτείται για να προκληθεί προπονητικό ερέθισμα μπορεί να προέλθει από το ίδιο το βάρος του σώματος, ή οποιοδήποτε από τα τμήματά του, από ελεύθερα βάρη, λάστιχα ή μηχανικό εξοπλισμό.

Οι παράμετροι που συνθέτουν το συνολικό ερέθισμα ονομάζονται όγκος προπόνησης

Μεγάλο βάρος:

Ενδυναμώνουμε τους μυς παράγοντας μεγάλα φορτία, δηλαδή, εκθέτοντας τους μυς σε δραστηριότητα στην οποία ο συνδυασμός της έντασης, της συχνότητας και της διάρκειας υπερβαίνει αυτή την οποία φυσιολογικά αντιμετωπίζουν. Η επιφόρτιση αυτή παρακινεί τους μυς να προσαρμοστούν και να αυξήσουν την ικανότητά τους για παραγωγή δύναμης.



Προοδευτική επιφόρτιση

Από τη στιγμή που οι μυς θα προσαρμοστούν στην επιβάρυνση, το σημείο ερεθιστότητας στην επιβάρυνση θα πρέπει να αυξηθεί για να παραχθούν περαιτέρω προπονητικά αποτελέσματα.

Το πρόγραμμα άσκησης παράγει αλλαγές συγκεκριμένα σε:

1. στις μυϊκές ομάδες (Sale, 1988)
2. στην αρθρική γωνία ή το εύρος κίνησης (Graves, Pollock, Jones, Colvin, & Leggett, 1989)
3. στον τύπο της μυϊκής δράσης
4. στην ταχύτητα της μυϊκής δράσης
5. στον τύπο των μυϊκών ινών
6. στο μεταβολικό ενεργειακό σύστημα

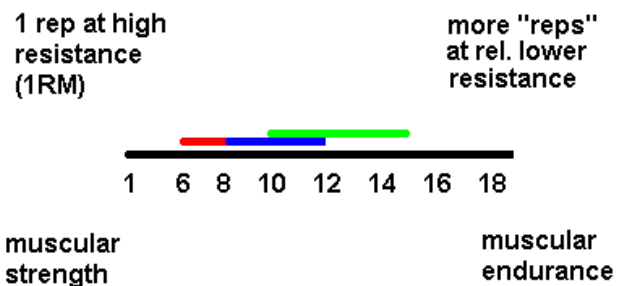
Τρόποι εξάσκησης

- Ισοτονική: εναλλάσσει μειομετρική και έκκεντρη μυϊκή δράση η οποία κινεί ένα τμήμα του σώματος διαγράφοντας ένα τόξο κίνησης ενάντια σε μία αντίσταση
- Ισοκινητική: άσκηση που απαιτεί ειδικό εξοπλισμό ο οποίος παράγει μεταβλητή αντίσταση ώστε η άρθρωση μέσω της μυϊκής προσπάθειας να κινείται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα στο καθορισμένο εύρος κίνησης
- Ισομετρική: μυϊκή δράση που δρα ενάντια σε μία αντίσταση σε οποιοδήποτε σημείο του εύρους κίνησης, για περιόδους 5-10 δευτερολέπτων, και δεν παράγει αρθρική κίνηση

- Πλειομετρική: άσκηση που απαιτεί έκκεντρη ενεργοποίηση του μυ ενάντια σε μία αντίσταση, ακολουθούμενη από ελάχιστη μεταβατική περίοδο και «εκκρηκτική» μειομετρική ενεργοποίηση του.

Μετρώντας την ένταση της άσκησης

Μέγιστη επανάληψη - Repetition maximum (RM): "οι περισσότερες φορές που μπορεί να σηκωθεί ένα φορτίο πριν την κόπωση σε ελεγχόμενο ρυθμό και με καλή τεχνική (ACSM, 1998)." Το "1RM" ορίζει τη μέγιστη αντίσταση (φορτίο) που μπορεί κάποιος να κινήσει μία μόνο φορά σε κάποιο είδος άσκησης και με τις παραπάνω προϋποθέσεις.



Το ACSM προτείνει εξάσκηση σε μία ένταση 8 έως 12 RM. Δύο κλασικά πρωτόκολλα ενδυνάμωσης (Arnheim & Prentice, 1993) απαιτούν το άτομο να ορίζει το 10RM για κάποια άσκηση και μετά να επαναλαμβάνει πολλαπλά σει για αυτή την άσκηση:

- Μέθοδος ενδυνάμωσης του Delorme:
 1. 10 reps @ 50% of 10RM
 2. 10 reps @ 75% of 10RM
 3. 10 reps @ 100% of 10RM
- Μέθοδος ενδυνάμωσης της Oxford:
 1. 10 reps @ 100% of 10RM
 2. 10 reps @ 75% of 10RM
 3. 10 reps @ 50% of 10RM

Υπολογίζοντας το 1RM από ένα "n-RM"

Για να υπολογίσετε το 1RM αφού έχετε ορίσει το "n RM" (όπου n=10, για παράδειγμα), μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μία εξίσωση παλινδρόμησης που αποδίδεται στον Brzycki (1993).

$$1 \text{ RM} = \text{το βάρος που σηκώθηκε κατά τη διάρκεια } \underline{n \text{ RM}} / (1.0278 - .0278(n))$$

ή εναλλακτικά,

$$1 \text{ RM} = \text{το βάρος που σηκώθηκε κατά τη διάρκεια } \underline{n \text{ RM}} * (1 + (0.033(n)))$$

Η φόρμουλα επιτρέπει σε κάποιον "να αξιολογήσει τη μυϊκή δύναμη μέσω ενός ασφαλούς και αποτελεσματικού τρόπου ... [δίχως να απαιτείται] από τους ασθενείς να προσπαθούν σε μέγιστα φορτία" (Brzycki, 2000). Η εξίσωση του Brzycki's προβλέπει το 1 RM σε ένα

πάγκο πιέσεων (στήθους) με μεγαλύτερη ακρίβεια από άλλες φόρμουλες, εφ' όσον η εκτίμηση του βασίζεται σε 10 ή λιγότερες επαναλήψεις (Mayhew, Prinster, Ware, Zimmer, Arabas, & Bemben, 1995).

Η εξίσωση του Brzycki's ορίζει επίσης φορτία από ένα "nRM" ως ένα ποσοστό του 1RM:

Το υπολογιζόμενο φορτίο για..	10 RM	8 RM	6 RM	5 RM	4RM
είναι _____ % του 1 RM	75	80.5	86	89	91.7

Χρησιμοποιήστε τον online υπολογιστή για την εξίσωση του [Brzycki's](#)

Αντιδράσεις στην προπόνηση δύναμης

Λειτουργικές αλλαγές

- περισσότερες κινητικές μονάδες επιστρατεύονται στη διάρκεια του σκοπού
- περισσότερη συγχρονισμένη επιστράτευση των κινητικών μονάδων
- μικρότερη ενεργοποίηση των ανταγωνιστών μυών

Δομικές αλλαγές

- αυξημένη δράση των μυϊκών μεταβολικών ενζύμων
- αύξηση του μεγέθους και της δραστηριότητας των μιτοχονδρίων
- υπερτροφία των μυϊκών ινών λόγω σύνθεσης μυϊκών ινιδίων
- διαχωρισμός των ινών, αλλά όχι πραγματική υπερπλασία

Το κέρδος στη δύναμη που συμβαίνει στις πρώτες δύο με τρεις εβδομάδες ενός προγράμματος, οφείλονται κυρίως στις λειτουργικές αλλαγές. Οι δομικές αλλαγές απαιτούν περισσότερο χρόνο για να εμφανιστούν...

Μυϊκή δύναμη και ελαστικότητα:

Ο κύκλος Διάτασης-Βράχυνσης (Stretch-shorten cycle - SSC): δραστηριότητες κατά τις οποίες μία έκκεντρη μυϊκή δράση προηγείται και μεγεθύνει την παραγωγή δύναμης κατά τη διάρκεια μειομετρικής μυϊκής δραστηριοποίησης. Στη διάρκεια του κύκλου βάρδισης, ο κύκλος διάτασης-βράχυνσης συμβαίνει στους πελματιαίους καμπτήρες, τους εκτείνοντες του γόνατος και τους καμπτήρες του ισχίου.

Οι πιο ελαστικοί μύς αναπτύσσουν μεγαλύτερη δύναμη κατά τη διάρκεια του SSC διότι:

- η ευκαμψία επιτρέπει την δυναμικότητα του διατατικού μυϊκού αντανακλαστικού

- η ευκαμψία επιτρέπει μεγαλύτερη αποθήκευση ενέργειας (Wilson, Elliott, & Wood, 1992; Benn, Forman, Mathewson, Tapply, Tiskus, Whang, & Blanpied, 1998)

Βιβλιογραφία:

American College of Sports Medicine. (1998). American College of Sports Medicine position stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 975-91. (full text version is available on Medline; Unique Identifier 98287757)

Arnheim, D. D., & Prentice, W. E. (1993). *Principles of athletic training*. St. Louis: Mosby.

Benn, C., Forman, K., Mathewson, D., Tapply, M., Tiskus, S., Whang, K., & Blanpied, P. (1998). The effects of serial stretch loading on stretch work and stretch-shorten cycle performance in the knee musculature. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 27, 412-22.

Brzycki, M. (1993). Strength testing - Predicting a one-rep max from a reps-to-fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance* 64 (1), 88-90.

Brzycki, M. (June, 2000). Assessing strength. *Fitness Management*. Retrieved April 13, 2001, from the World Wide Web:
http://www.fitnessworld.com/info/info_pages/library/strength/assess0600.html

Feigenbaum, M. S., & Pollock, M.L. (1997). Strength training: Rationale for current guidelines for adult fitness programs. *Physician and Sportsmedicine*, 25, 44-64.

Graves, J. E., Pollock, M. L., Jones, A. E., Colvin, A. B., & Leggett, S. H. (1989). Specificity of limited range of motion variable resistance training. *Medicine and Science in Sports Medicine*, 21, 84-89.

Graves, J.E., Pollock, M.L., Foster, D., Leggett, S.H., Carpenter, D.M., Vuoso, R., & Jones, A. (1990). Effect of training frequency and specificity on isometric lumbar extension strength. *Spine*, 15, 504-509.

Mayhew, J.L., Prinster, J.L., Ware, J.S., Zimmer, D.L., Arabas, J.R., & Bembem, M.G. (1995). Muscular endurance repetitions to predict bench press strength in men of different training levels. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*. 35(2), 108-13.

Sale, D.G. (1988). Neural adaptation to resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 20, S135-45.

Wilson, G.J., Elliott, B.C., & Wood, G.A. (1992). Stretch shorten cycle performance enhancement through flexibility training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 24, 116-123.

ΜΕΡΟΣ Β΄

ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ

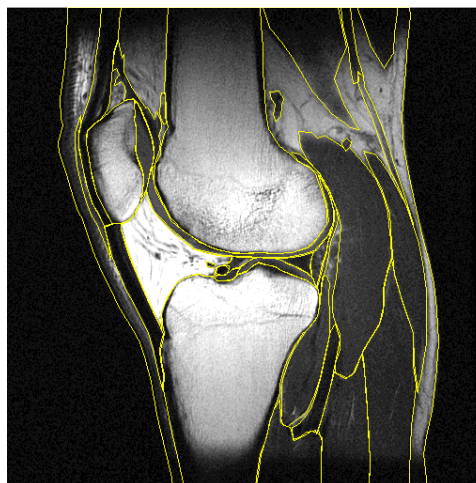
Αξονες κίνησης

ΑΡΘΡΩΣΗ	ΑΞΟΝΑΣ	ΚΙΝΗΣΗ
Κνημομηριαία	Πλευρικός επιμήκης	Έκταση/κάμψη
Επιγονατιδομηριαία		Στροφή κνήμης

ΑΝΑΤΟΜΙΑ

interactive MRI images of the knee by:


Hochman, M., & Rundle, D. (1995). University of Pennsylvania Medical Center Radiology Interactive. Retrieved 9- 8-99 from the World Wide Web:
<http://www.rad.upenn.edu/rundle/Knee/kneeMRICONT.html>



the knee in American literature

ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ

<ol style="list-style-type: none"> 1. Έσω πλάγιος σύνδεσμος (ΕΣΠΣ) 2. Έξω πλάγιος σύνδεσμος (ΕΞΠΣ) 3. Πρόσθιος χιαστός συνδ. (ΠΧΣ) 4. Οπίσθιος χιαστός συνδ. (ΟΧΣ) 	
ΕΣΠΣ ΕΞΠΣ ΟΧΣ ΠΧΣ	ΑΝΤΙΣΤΕΚΟΝΤΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΚΤΑΣΗ

ΕΣΠΣ	ΑΝΤΙΣΤΕΚΕΤΑΙ ΣΤΙΣ ΠΙΕΣΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΒΛΑΙΣΟΠΟΙΗΣΗΣ	
ΕΞΠΣ	ΑΝΤΙΣΤΕΚΕΤΑΙ ΣΤΙΣ ΠΙΕΣΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΡΑΙΒΟΠΟΙΗΣΗΣ	

ΑΡΘΡΟΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΚΝΗΜΟΜΗΡΙΑΙΑΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ

Καθώς παρατηρούμε στο οβελιαίο επίπεδο την αρθρική επιφάνεια του μηριαίου βλέπουμε πως είναι κυρτή, ενώ αυτή της κνήμης είναι κοίλη. Μπορούμε να προβλέψουμε την αρθροκινηματική βασιζόμενοι στους κανόνες του κοίλου και του κυρτού:

ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΑΣΗ		ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΜΨΗ	
ΑΝΟΙΚΤΗ ΑΛΥΣΙΔΑ	ΚΛΕΙΣΤΗ ΑΛΥΣΙΔΑ	ΑΝΟΙΚΤΗ ΑΛΥΣΙΔΑ	ΚΛΕΙΣΤΗ ΑΛΥΣΙΔΑ
Η ΚΝΗΜΗ ΓΛΙΣΤΡΑ ΠΡΟΣΘΙΑ ΣΤΟ ΜΗΡΙΑΙΟ	ΤΟ ΜΗΡΙΑΙΟ ΟΛΙΣΘΑΙΝΕΙ ΟΠΙΣΘΙΑ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΚΝΗΜΗ	Η ΚΝΗΜΗ ΓΛΙΣΤΡΑ ΟΠΙΣΘΙΑ ΣΤΟ ΜΗΡΙΑΙΟ	ΤΟ ΜΗΡΙΑΙΟ ΓΛΥΣΤΡΑ ΠΡΟΣΘΙΑ ΠΑΝΩ ΣΤΗΝ ΚΝΗΜΗ
Από τις 20° κάμψη έως την πλήρη έκταση		Από την πλήρη έκταση έως 20° κάμψη	
Η κνήμη στρέφεται εξωτερικά	Το μηριαίο στρέφεται εσωτερικά σε σταθερή κνήμη	Η κνήμη στρέφεται εσωτερικά	Το μηριαίο στρέφεται εξωτερικά σε σταθερή κνήμη

Ο ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ «ΒΙΔΩΜΑΤΟΣ» ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ

Περιστροφή μεταξύ της κνήμης και του μηριαίου συμβαίνει αυτόματα μεταξύ της πλήρους έκτασης (0°) και 20° κάμψης του γόνατος. Αυτές οι εικόνες απεικονίζουν την κορυφή του δεξιού κνημιαίου πλατώ καθώς το κοιτάζουμε προς τα κάτω κατά την κίνηση του γόνατος

<p>Κατά την έκταση του γόνατος, η κνήμη γλιστράει πρόσθια στο μηριαίο</p>	<p>Κατά τις τελευταίες 20 μοίρες της έκτασης, πρόσθιο γλίστριμα της κνήμης εξακολουθεί να συμβαίνει στον έσω κόνδυλο της κνήμης επειδή η αρθρική του επιφάνεια είναι μακρύτερη σ' αυτή τη διάσταση απ' αυτή του έξω κονδύλου</p>	<p>Παρατεταμένο πρόσθιο γλίστριμα στην έσω πλευρά παράγει έξω στροφή της κνήμης, ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ «ΒΙΔΩΜΑΤΟΣ»</p>

Ο ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ «ΒΙΔΩΜΑΤΟΣ» ΑΝΤΙΣΤΡΕΦΕΤΑΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΜΨΗ

<p>Όταν το γόνατο αρχίζει να κάμπτεται από μία θέση πλήρους έκτασης, οπίσθια ολίσθηση της κνήμης αρχίζει πρώτα στον μακρύτερο έσω κόνδυλο</p>	<p>Μεταξύ 0 μοιρών και 20 μοιρών κάμψης, οπίσθια ολίσθηση στην έσω πλευρά παράγει σχετική έσω στροφή της κνήμης, αντίθετη από αυτή του μηχανισμού «βιδώματος»</p>	

Να θυμάστε: Δεν είναι το σχήμα των επιφανειών του μηριαίου και της κνήμης που προκαλούν αυτές τις κινήσεις. Οι δυνάμεις παράγουν κινήσεις συμπεριλαμβανομένων και των αρθροκινηματικών κινήσεων. ποιες δυνάμεις προκαλούν κύληση και ολίσθηση μεταξύ της κνήμης και του μηριαίου?..

Αρθροκινηματική σε αντίθεση με την Οστεοκινηματική

- Οστεοκινηματική

Αδρές κινήσεις των οστών και των συνδέσμων

- Κάμψη / έκταση
- Απαγωγή / προσαγωγή
- Έσω στροφή / έξω στροφή

- Αρθροκινηματική

Μικρού εύρους κινήσεις των οστών στις αρθρικές επιφάνειες

- κύλιση
- ολίσθηση
- περιστροφή

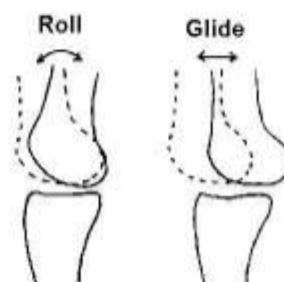
Χρησιμοποιούμε οστεοκινηματικούς όρους όπως απαγωγή ή προσαγωγή, κάμψη ή έκταση για να ονομάσουμε τις κινήσεις που πραγματοποιούνται μεταξύ των οστών στις διαρθρώσεις. Αυτοί οι όροι περιγράφουν τις κινήσεις που γίνονται γύρω από ένα κέντρο περιστροφής, δηλαδή τον άξονα της άρθρωσης.

Μιλάμε σαν αυτός ο άξονας της άρθρωσης να είναι ένα συγκεκριμένο σημείο, σαν το κέντρο της περιστροφής να είναι σταθερό όπως ένας άξονας τροχού του αυτοκινήτου. Οι θέσεις των αξόνων της άρθρωσης είναι ελάχιστα σταθερές, αλλά μόνο επειδή οι επιφάνειες των αρθρώσεων κινούνται με πολύ συγκεκριμένο τρόπο.

ΑΡΘΡΟΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ είναι ο γενικός όρος για τις συγκεκριμένες κινήσεις των αρθρικών επιφανειών. Φυσιολογική κίνηση της αρθρικής επιφάνειας είναι απαραίτητη για να επισφραγιστεί η μακροχρόνια ακεραιότητα της άρθρωσης (οι κινήσεις των αρθρικών επιφανειών μερικές φορές ονομάζονται και κινήσεις *joint-play* ή επιμέρους κινήσεις)

Οι αρθρικές επιφάνειες κινούνται αναφορικά η μία στην άλλη με σύγχρονη κύλιση, ολίσθηση και περιστροφή. Αυτή η συζήτηση επικεντρώνεται στο πως οι αρθρικές επιφάνειες κυλούν και γλιστράνε σχετικά η μία με την άλλη και δεν θα αναφερθεί στο θέμα της περιστροφής.

Αυτή η εικόνα, απεικόνιση του οβελιαίου επιπέδου της (κνημομηριαίας) άρθρωσης του γόνατος, δείχνει την κύλιση όπως ενός λάστιχου αυτοκινήτου και την ολίσθηση όπως το γλίστρημα ενός λάστιχου χωρίς κύλιση



Εάν η επιφάνεια της κινούμενης άρθρωσης κυλάει στην αντίστοιχη της χωρίς σύγχρονη ολίσθηση, οι επιφάνειες θα χωρίζονταν σε κάποια σημεία και θα συμπιέζονταν σε κάποια άλλα. Η κύλιση και η ολίσθηση συμβαίνουν ταυτόχρονα για να διατηρήσουν την ακεραιότητα της άρθρωσης. Μπορούμε να προβλέψουμε και να καταλάβουμε τη σχέση μεταξύ οστικών σχημάτων σε μία αρθρική επιφάνεια και τις κινήσεις των αρθρικών επιφανειών εφαρμόζοντας τους κανόνες του κοίλου και του κυρτού (Kaltenborn 1989).

Η κύλιση και η ολίσθηση δεν παρουσιάζονται στην κατεύθυνση που πρέπει, λόγω του σχήματος των αρθρικών επιφανειών. Η κύλιση και η ολίσθηση όπως όλες οι κινήσεις παράγονται από δυνάμεις.

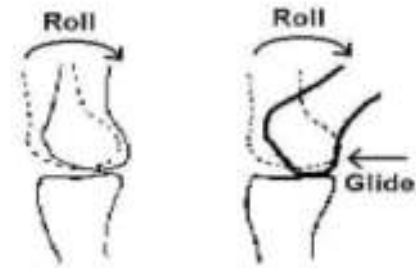
Νόμοι κοίλου και κυρτού

Οι κινήσεις σε αρθρ. επιφάνειες (αρθροκινηματική) ακολουθούν τους νόμους του κοίλου και του κυρτού.

Κάθε άρθρωση εμπεριέχει δύο οστικές επιφάνειες. Μία που είναι κοίλη και μία που είναι κυρτή

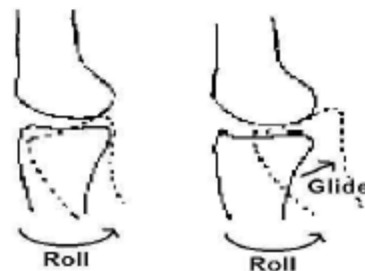


Όταν η κοίλη επιφάνεια είναι σταθεροποιημένη και η κυρτή επιφάνεια κινείται πάνω της, η κοίλη επιφάνεια κυλά και ολισθαίνει σε αντίθετες διευθύνσεις.



Η εικόνα δείχνει πως μπορεί να συμβεί χαλάρωση ή εξάρθρωση εάν μία κυρτή επιφάνεια κυλήσει πάνω σε μία κοίλη δίχως ταυτόχρονα να ολισθήσει. Για να διατηρήσουμε την ακεραιότητα της άρθρωσης, η κύλιση και η ολίσθηση πρέπει να συμβαίνουν την ίδια στιγμή και πρέπει να γίνονται σε αντίθετες διευθύνσεις. Στο παράδειγμα η κυρτή αρθρική επιφάνεια πρέπει να κυλήσει οπίσθια (κυρτό βέλος) και να ολισθήσει πρόσθια (ευθύ βέλος)

Όταν η κυρτή επιφάνεια είναι σταθερή και η κοίλη επιφάνεια κινείται πάνω της, η κοίλη επιφάνεια κυλάει και ολισθαίνει στην ίδια κατεύθυνση.



Η εικόνα δείχνει πως οι αρθρικές επιφάνειες θα είχαν κενό σε μερικά σημεία και θα προσέκρουαν σε άλλα όπου μία κοίλη επιφάνεια κυλάει πάνω σε μία κυρτή δίχως ταυτόχρονα να ολισθαίνει. Για να διατηρήσουμε την αρθρική ακεραιότητα, η κύλιση και η ολίσθηση πρέπει να συμβούν ταυτόχρονα και στην ίδια διεύθυνση. Στο παράδειγμα, η κοίλη αρθρική επιφάνεια πρέπει να κυλήσει οπίσθια (κυρτό βέλος) και να ολισθήσει οπίσθια (ευθύ βέλος).

Πηγή: Kaltenborn, F.M. (1989). Manual Mobilization of the Extremity Joints (4th ed.). Minneapolis: OPTP.

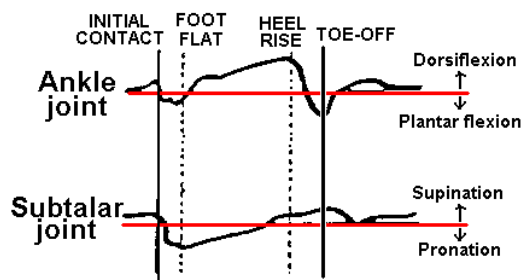
Αλληλεπιδράσεις μεταξύ των αρθρώσεων των κάτω άκρων

Οι θέσεις (ή οι κινήσεις) σε μία άρθρωση, είτε είναι δομικές ή λειτουργικές, απαιτούν συμπληρωματικές θέσεις σε γειτονικές αρθρώσεις, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων που συμβαίνουν σε κλειστή κινητική αλυσίδα. Έτσι, ένα λάθος σε μία άρθρωση ή ένα τμήμα, μπορεί να οδηγήσει σε πρόβλημα σε γειτονικές αρθρώσεις ή τμήματα.

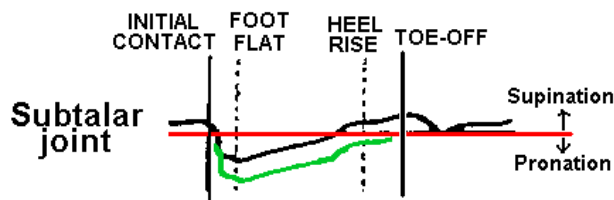
Δύο παραδείγματα:

1. Υπεβολικός υπαστραγαλικός πρηνισμός κατά την πρώιμη φάση στήριξης.

Δείτε την φυσιολογική υπαστραγαλική κίνηση



Επίδραση στη αρθροκινηματική του ποδιού και του γόνατος όταν ο πρηνισμός κατά την πρώιμη φάση είναι έντονος:



- Η φάση ώθησης γίνεται σε ένα σχετικά ευκίνητο πόδι
- Η γωνία Q αλλάζει κατά τη διάρκεια του κύκλου βάδισης, με πιθανή επίδραση στην επιγονατιδομηριαία μηχανική (Hertling & Kessler, 1996).
- Ο πρηνισμός μπορεί να επιβάλει μία αντισταθμιστική έσω στροφή του μηριαίου (Tiberio, 1987) για να διατηρήσει τη φυσιολογική αρθροκινηματική του γόνατος. Αυτή η θεωρητική

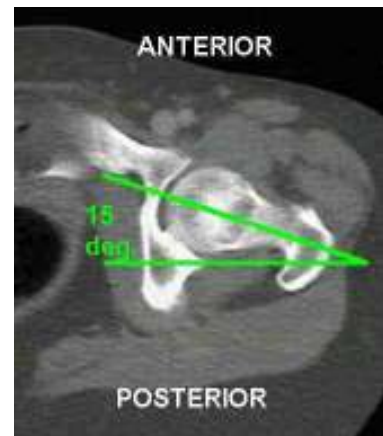
αντιστάθμιση μπορεί να αυξήσει την πίεση στην έξω πλευρά της επιγονατίδας.

2. Μηριαία πρόσθια κλίση και πρόσθια συστροφή

Και η πρόσθια κλίση και η πρόσθια συστροφή είναι μετρήσεις σε εγκάρσιο επίπεδο (Hertling & Kessler, 1996).

Η πρόσθια κλίση είναι μία γωνιακή μέτρηση που σχετίζει τη θέση ή τη στάση του αυχένα του μηριαίου στο μετωπιαίο επίπεδο. Η εικόνα (Wheeless, 1996) παρουσιάζει τη γωνία της πρόσθιας κλίσης.

Η πρόσθια συστροφή σχετίζει τον γωνιώδη προσανατολισμό του αυχένα του μηριαίου με την γραμμή που συνδέει τους μηριαίους κονδύλους (Hertling & Kessler, 1996). Έτσι, περιγράφει μία οστική ή δομική συστροφή του μηριαίου άξονα.



Οι τυπική γωνία και για τις δύο μετρήσεις είναι 15 μοίρες. Η πρόσθια κλίση μετράται κλινικά με το [Ryder's test](#) (Cusick & Stuberg, 1992).

Οι αντισταθμίσεις (Hertling & Kessler) πρέπει να εμφανίζονται όταν οι δύο μετρήσεις είναι άνισες.

Βιβλιογραφία:

Cusick, B.D., & Stuberger, W.A. (1992). Assessment of lower-extremity alignment in the transverse plane: Implications for management of children with neuromotor dysfunction. *Physical Therapy*, 72, 3-15.

Hertling, D., & Kessler, R. M. (1996). *Management of common musculoskeletal disorders: Physical therapy principles and methods*. (3rd ed.). Philadelphia: J.B. Lippincott.

Tiberio, D. (1987). The effect of excessive subtalar joint pronation on patellofemoral mechanics: A theoretical model. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 9, 160-169.

Wheeless, C.R. (1996). Rotational alignment of femoral shaft fractures. *Wheeless' Textbook of Orthopaedics* [On-line]. Available: <http://medmedia.com/oo4/1640.htm>.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΡΘΡΩΣΗ ΤΟΥ ΙΣΧΙΟΥ (ΛΑΓΟΝΟΜΗΡΙΑΙΑ)

- Αξονες κίνησης
- Αρθροκινηματική
- Συνδεσμική αναχαίτηση
- Εμβιομηχανική του ισχίου και έλεγχος της στάσης

ΑΞΟΝΕΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

ΑΡΘΡΩΣΗ	ΑΞΟΝΑΣ	ΚΙΝΗΣΗ	ΚΛΕΙΣΤΗ ΘΕΣΗ
Ισχίο (λαγονομηρική)	πλευρικός	Κάμψη / έκταση	Συνδυασμένη έκταση, έσω στροφή και απαγωγή
	προσθιοπίσθιος	Απαγωγή / προσαγωγή	
	επιμήκης	Έσω/έξω στροφή	



Πλευρικός άξονας: προβάλλει στην επιφάνεια του σώματος κοντά στο μέγα τροχαντήρα

Προσθιοπίσθιος άξονας: στο μέσο της βουβωνικής γραμμής

Κάθετος (μηχανικός) άξονας του ισχίου: μία γραμμή που συνδέει τα μηριαία σημεία επαφής με την κοτύλη και την κνήμη (Kendall, McCreary, & Provance, 1993).

ΑΡΘΡΟΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ του Ισχίου

Σε ανοιχτή αλυσίδα, όταν η κυρτή κεφαλή του μηριαίου κινείται σε σταθερή κοτύλη,

ΚΑΜΨΗ	Η μηριαία κεφαλή κυλά πρόσθια και ολισθαίνει οπίσθια στην κοτύλη
ΕΚΤΑΣΗ	Η μηριαία κεφαλή κυλά οπίσθια και ολισθαίνει πρόσθια
ΑΠΑΓΩΓΗ	Η μηριαία κεφαλή κυλάει προς τα έξω και ολισθαίνει προς τα έσω
ΠΡΟΣΑΓΩΓΗ	Η μηριαία κεφαλή κυλάει προς τα έσω και ολισθαίνει προς τα έξω

ΣΥΝΔΕΣΜΙΚΗ ΑΝΑΧΑΙΤΗΣΗ

ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ	ΕΠΙΜΗΚΥΝΕΤΑΙ ΜΕ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΖΕΙ
λαγονομηρικός	Έκταση και έσω στροφή
ισchioμηρικός	Έκταση και έσω στροφή
ηβομηρικός	Απαγωγή και έσω στροφή
<p>Η πλειοψηφία των ινών των τριών συνδέσμων επιμηκύνονται στην κλειστή θέση σε συνδυασμένη έκταση, έσω στροφή και απαγωγή (Hertling & Kessler, 1996)</p>	

Βιβλιογραφία:

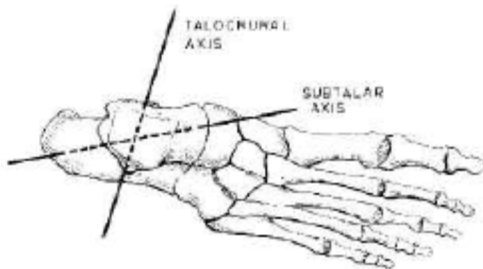
Hertling, D., & Kessler, R.M. (1996). *Management of common musculoskeletal disorders: Physical therapy principles and methods* (3rd ed.). Philadelphia: J.B.Lippincott.

Kendall, F.P., McCreary, E.K., & Provance, P.G. (1993). *Muscles: Testing and function* (4th ed.). Baltimore: Williams & Wilkins.

ΑΡΘΡΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΑΣΤΡΑΓΑΛΟΥ

ΑΡΘΡΩΣΗ	ΔΟΜΗ	ΑΞΟΝΑΣ	ΚΙΝΗΣΗ	ΚΛΕΙΣΤΗ ΘΕΣΗ
Αστράγαλος (Talocrural)	μονοαξονική	πλευρικός	Ραχιαία / πελματιαία κάμψη	Ραχιαία κάμψη
Υπαστραγαλική (Talocalcaneal)	μονοαξονική	λοξός	πρηνισμός/υπτιασμός	υπτιασμός
Μεσοτάρσια Transverse Tarsal (Chopart)	μονοαξονική	2 μετακινούμενοι άξονες λοξός & επιμήκης	πρηνισμός/υπτιασμός	
Ταρσο-μετατάρσια	Ολισθαίνουσες αρθρώσεις			
Μεταταρσο-φαλαγγική	δυναξονική (κονδυλοειδής)	πλευρικός προσθιοπίσθιος	Κάμψη/έκταση απαγωγή/προσαγωγή	
Μεσοφαλαγγική	μονοαξονική	πλευρικός	Κάμψη/έκταση	

Άρθρωση του αστραγάλου



- Επίπεδα και άξονες κίνησης
- Αρθροκινηματική
- Συνδεσμική αναχαίτηση
- Αλληλεπίδραση με άλλες αρθρώσεις
- Κίνηση κατά τον κύκλο βάρδισης

Αρθροκινηματική

Η επιφάνεια του αστραγάλου είναι κυρτή

Nashed, A.H., Murthy, R., & Fink, G. (1996). [Calcaneus fracture - lateral view](#). NetMedicine

Η κνημο-περονιαία επιφάνεια είναι κοίλη

Radiology Library. [On-line]. Available: http://www.netmedicine.com/xray/img_xr/foot12az.jpg

Συνεπώς, σε ανοικτή κινητική αλυσίδα:

Κατά την πελματιαία κάμψη	Ο αστράγαλος κυλάει οπίσθια και ολισθαίνει πρόσθια στην κνημοπερονιαία επιφάνεια
Κατά την ραχιαία κάμψη	Ο αστράγαλος κυλάει πρόσθια και ολισθαίνει οπίσθια στην κνημοπερονιαία επιφάνεια Καθώς ο αστράγαλος ολισθαίνει οπίσθια, το σχετικά μεγάλο πρόσθιο περιθώριο έρχεται σε επαφή με την κνημοπερονιαία επιφάνεια επαφής και ουσιαστικά χωρίζει την κνήμη από την περόνη. Καθώς το κάνει αυτό ο αστράγαλος κλειδώνει και φέρνει την άρθρωση σε κλειστή θέση

Συνδεσμική αναχαίτηση:

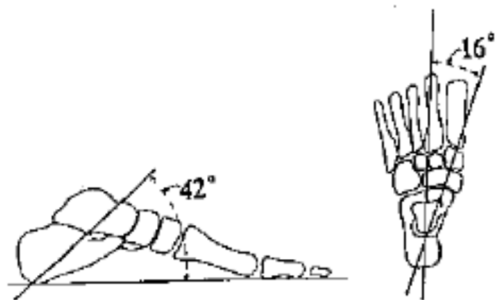
σύνδεσμος	επιμηκύνεται με / περιορίζει:
Έσω πλάγιος (δελτοειδής)	βλαισότητα
έξω πλάγιος	ραιβότητα
Πελματιαίος πτεροσκαφοειδής	Κατάρρευση της έσω ποδικής καμάρας

Η κίνηση του αστραγάλου αλληλεπιδρά με κινήσεις σε άλλες αρθρώσεις του σκέλους

Σε κλειστή αλυσίδα:

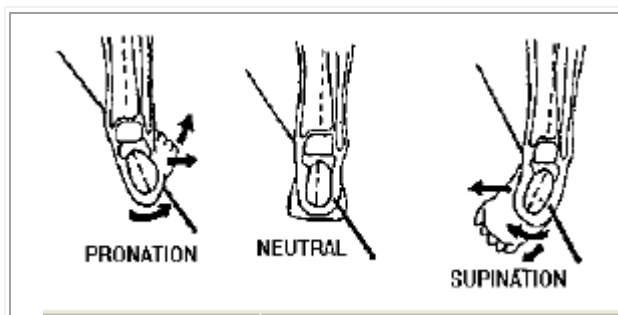
- η πελματιαία κάμψη συμβάλει στην έκταση του γόνατος.
- Η ραχιαία κάμψη συμβάλει στη κάμψη του γόνατος.

Υπαστραγαλική άρθρωση (ανοικτή αλυσίδα)



Η κίνηση της υπαστραγαλικής (πρηνισμός/υπτιασμός) συμβαίνει γύρω από έναν μοναδικό πλάγιο άξονα (εδώ απεικονίζεται για το αριστερό πόδι).

Επειδή ο άξονας της άρθρωσης είναι πλάγιος, παρατηρούμε ένα στοιχείο της υπαστραγαλικής κίνησης άσχετα με ποιο από τα τρία επίπεδα αναφοράς χρησιμοποιούμε σαν επίπεδο αναφοράς.

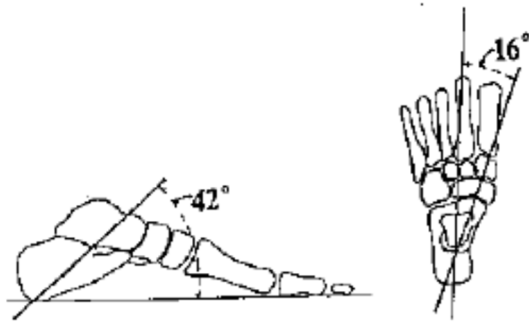


Τα τόξα στην όψη αυτού του εγκάρσιου επιπέδου του δεξιού ποδιού δείχνουν τα τρία στοιχεία κίνησης σε ανοιχτή αλυσίδα της υπαστραγαλικής άρθρωσης. Η γραμμή αντιπροσωπεύει τον άξονα της υπαστραγαλικής άρθρωσης

συγκρίνετε με την κίνηση σε κλειστή αλυσίδα

Επίπεδο κίνησης	ΠΡΗΝΙΣΜΟΣ	ΥΠΤΙΑΣΜΟΣ
ΜΕΤΩΠΙΑΙΟ	απαγωγή	προσαγωγή
ΟΒΕΛΙΑΙΟ	Ραχιαία κάμψη	Πελματιαία κάμψη
ΕΓΚΑΡΣΙΟ (cross-section of foot)	Έξω στροφή	Έσω στροφή

Άξονας της υπαστραγαλικής άρθρωσης



Οι εικόνες παρέχουν τις μέσες γωνιακές τιμές της υπαστραγαλικής άρθρωσης σε δύο επίπεδα

...Οι ερευνητές εντόπισαν τον άξονα πρώτα εμπειρικά εξετάζοντας νεκρά δείγματα. Ο άξονας μπορεί να είναι μία γραμμή που συνδέει τα σημεία στα οποία ο αστράγαλος έρχεται σε επαφή με την πρόσθια μεσοτάρσια και την πτέρνα εσωτερικά. Παρόμοια εμβιομηχανικοί αναγνωρίζουν τον άξονα της κερκιδωλενικής άρθρωσης σαν μία γραμμή που συνδέει δύο σημεία όπου η κερκίδα με την ωλένη έρχονται σε επαφή μεταξύ τους. Ο Kendall (1993) χρησιμοποιεί την ίδια αιτιολόγηση για να ορίσει τον άξονα της άρθρωσης του ισχίου σαν μία ευθεία που συνδέει τα σημεία άρθρωσης του μηριαίου με την λεκάνη και την κνήμη...

Μυϊκή δράση

Ο γαστροκνήμιος και ο υποκνημίδιος και ο καθένας από τους εξωτερικούς μυς του ποδιού προσφύονται μακριά από τον αστράγαλο και έτσι παράγουν κίνηση στην υπαστραγαλική άρθρωση. Οι μυς των οποίων οι γραμμές εφαρμογής περνούν από την έξω πλευρά του άξονα της υπαστραγαλικής άρθρωσης προκαλούν πρηνισμό. Το τελευταίο γκρούπ περιλαμβάνει το γαστροκνήμιο και τον υποκνημίδιο που προσφύονται κοντά στη μέση γραμμή της πτέρνας, στην έσω πλευρά του άξονα της άρθρωσης (Rockar, 1995).

Βιβλιογραφία:

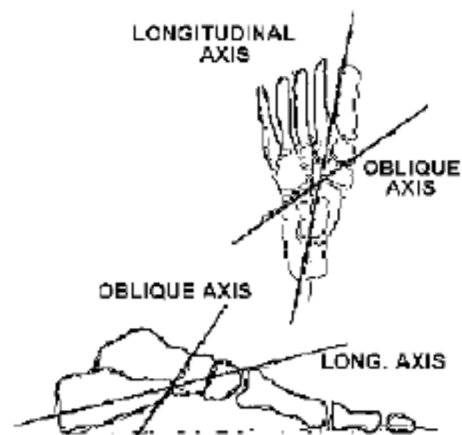
Rockar, P.A. (1995). The subtalar joint: Anatomy and joint motion. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 21, 361-372.

Μεσοταρσική Άρθρωση

(CHOPART JOINT)

έχει έναν λοξό και έναν επιμήκη άξονα

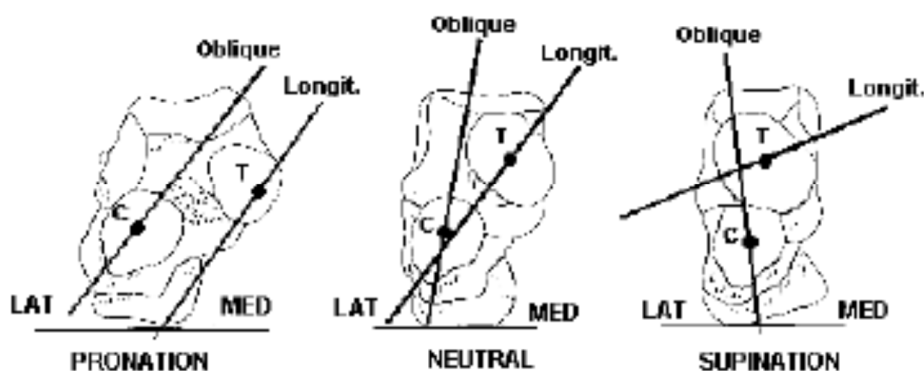
Αυτοί οι άξονες δεν αντιστοιχούν απαραίτητα στην αστραγαλοσκαφοειδή ή στη πτερνοκυβοειδή άρθρωση



Επιπλέον η άρθρωση είναι λειτουργικά μονοαξονική, όχι δυαξονική. Η άρθρωση κάνει μόνο πρηνισμό ή υπτιασμό

ΥΠΑΣΤΡΑΓΑΛΙΚΕΣ/ΜΕΣΟΤΑΡΣΙΕΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ:

- Ο πρηνισμός της υπαστραγαλικής προκαλεί τους άξονες της μεσοταρσικής άρθρωσης να παραλληλιστούν μεταξύ τους .
- Ο υπτιασμός της υπαστραγαλικής προκαλεί τους άξονες της μεσοταρσικής να μην παραλληλιστούν μεταξύ τους

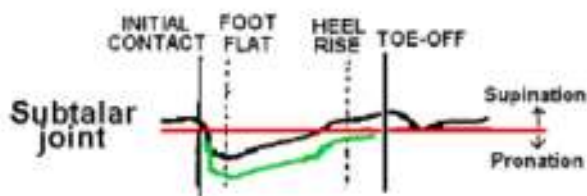


Το διάγραμμα, ξανασχεδιασμένο από τους McPoil & Knecht (1985), είναι μία πρόσθια όψη της εγγύτατης επιφάνειας της μεσοταρσικής άρθρωσης. Το C δηλώνει την πτέρνα όπου αρθρώνεται με το κυβοειδές, και το Τα δηλώνει τον αστράγαλο όπου αρθρώνεται με το σκαφοειδές.

Δύο ανατομικοί άξονες περιγράφονται για την μεσοταρσική άρθρωση, παρόλο που η άρθρωση είναι λειτουργικά μονοαξονική.

-Όταν οι άξονες της μεσοταρσικής είναι παράλληλοι, ολόκληρο το πόδι μπορεί να κινηθεί.

-Όταν οι άξονες της μεσοταρσικής δεν είναι παράλληλοι, ολόκληρο το πόδι γίνεται πιο άκαμπτο.



Η φυσιολογική κίνηση και ο χρονισμός στην κίνηση της υπαστραγαλικής άρθρωσης είναι σημαντικά, διότι η θέση της άρθρωσης επηρεάζει την ευθυγράμμιση της μεσοταρσικής και τη σχετική ελαστικότητα και την ακαμψία του ποδιού.

Για παράδειγμα, κάποιος του οποίου η υπαστραγαλική άρθρωση έρχεται υπερβολικά σε πρηνισμό κατά την φάση της φόρτισης (κύκλος βάδισης), δεν παράγει φυσιολογικό υπτιασμό της υπαστραγαλικής κατά τη διάρκεια της τελικής φάσης (ώθηση). Συνεπώς το πόδι είναι

σχετικά κινητό μόλις θα έπρεπε να παραμείνει άκαμπτο για να μεταβιβάσει τη δύναμη των μυών που προκαλούν πελματιαία κάμψη για τη φάση ώθησης από το έδαφος.

Βιβλιογραφία:

McPoil, T.G., & Knecht, H.G. (1985). Biomechanics of the foot in walking: A function approach. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 7, 2:69-72.

ΣΥΝΟΨΗ ΤΗΣ ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΟΥ ΑΝΩ ΑΚΡΟΥ

ΑΡΘΡΩΣΗ	ΑΞΟΝΕΣ ΚΙΝΗΣΗΣ
ΩΜΟΣ	
ΓΛΗΝΟΒΡΑΧΙΟΝΙΑ	3
ΣΤΕΡΝΟΚΛΕΙΔΙΚΗ	3
ΑΚΡΟΜΥΟΚΛΕΙΔΙΚΗ	3
ΩΜΟΠΛΑΤΟΘΩΡΑΚΙΚΗ	
ΑΓΚΩΝΑΣ (ΒΡΑΧΙΟΝΙΩΛΕΝΙΚΗ)	1
ΚΕΡΚΙΔΩΛΕΝΙΚΗ	1
ΚΑΡΠΟΣ	2
ΠΡΩΤΗ ΚΑΡΠΟΜΕΤΑΚΑΡΠΙΑ	2
ΜΕΤΑΚΑΡΠΙΟΦΑΛΑΓΓΙΚΗ	2
ΕΓΓΥΣ ΦΑΛΑΓΓΟΦΑΛΑΓΓΙΚΗ	1
ΑΠΟ ΦΑΛΑΓΓΟΦΑΛΑΓΓΙΚΗ	1

Γληνοβραχιόνια άρθρωση (ΓΒ)

Αρθρικές δομές
Αρθροκινηματική
Κλειστές θέσεις
Εικόνες πρόσθια ανατομία του ώμου

Αρθρικές Δομές:

- Κορακοβραχιόνιος σύνδεσμος
 - Επιμηκύνεται με και περιορίζει την έξω στροφή.
 - Πρόσθια ταινία επιμηκύνεται με και περιορίζει την γληνοβραχιόνια έκταση
 - Οπίσθια ταινία επιμηκύνεται με και περιορίζει την γληνοβραχιόνια κάμψη
 - εικόνα του κορακοβραχιόνιου συνδέσμου (Palmer & Blakely, 1986)
 - Γληνοβραχιόνιος σύνδεσμος
 - Όταν η γληνοβραχιόνια άρθρωση έρχεται σε έξω στροφή, αυτός ο σύνδεσμος επιμηκύνεται με και περιορίζει την απαγωγή
 - εικόνα του εγκάρσιου επίπεδου του γληνοβραχιόνιου θύλακα (Culham & Peat, 1993) όπου φαίνονται δεσμίδες του γληνοβραχιόνιου συνδέσμου:

SGHL – ΑΝΩ ΓΛΗΝΟΒΡΑΧΙΟΝΙΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ
MGHL – ΜΕΣΟΣ ΓΛΗΝΟΒΡΑΧΙΟΝΙΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ
IGHL – ΕΣΩ ΓΛΗΝΟΒΡΑΧΙΟΝΙΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ

- Εγκάρσιος βραχιόνιος σύνδεσμος
 - απεικονίζεται με μπλε στη δεξιά εικόνα

- διασταυρώνεται με την αύλακα του δικεφάλου και περιέχει τον τένοντα της μακράς κεφαλής του δικεφάλου βραχιόνιου μέσα στην αύλακα (Hertling & Kessler, 1996, Fig. 9-7, pp.169-170)



- Υπακρωμιακή περιοχή
 - Μία περιοχή που βρίσκεται πάνω από την κεφαλή του βραχιονίου και κάτω από την πορεία του ακρώμιου και του κορακοακρωμιακού συνδέσμου
 - Θέση του υπακρωμιακού/υποδελτοειδούς θυλάκου και του τένοντα του υπερακάνθιου μυός
 - εικόνα της υπακρωμιακής περιοχής σε πρόσθιο επίπεδο

Αρθροκινηματική της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης κατά την γληνοβραχιόνια απαγωγή:

- Η κυρτή βραχιόνια κεφαλή κυλάει προς τα επάνω και ολισθαίνει προς τα κάτω στην κοίλη γληνοειδή αύλακα της ωμοπλάτης
- Το μείζων βραχιόνιο όγκωμα θα προσέκρουε στον καρακοακρωμιακό σύνδεσμο ή στην πορεία του ακρώμιου εάν το βραχιόνιο δεν στρεφόταν προς τα έξω .
- Δυνάμεις που οδηγούν την αρθροκινηματική:
 1. γληνοβραχιόνιος σύνδεσμος
 2. μύες του μυοτενοντιου πέταλου (στροφεείς)

Κλειστές θέσεις στη γληνοβραχιόνια άρθρωση:

1. Οριζόντια απαγωγή και έξω στροφή (Hertling & Kessler, 1996)
2. Κάμψη και έσω στροφή (Culham & Peat, 1993)

Βιβλιογραφία

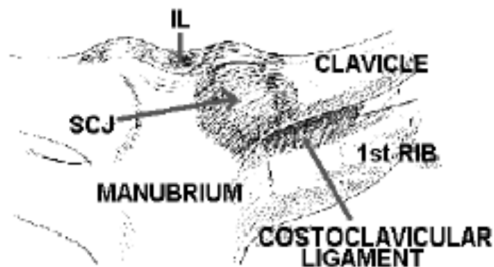
Culham, E. & Peat, M. (1993). Functional anatomy of the shoulder complex. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 18, 342-350.

Hertling, D., & Kessler, R. M. (1996). *Management of common musculoskeletal disorders: Physical therapy principles and methods*. (3rd ed.). Philadelphia: J.B. Lippincott.

Palmer, M. L. & Blakely, R. L. (1986). Documentation of medial rotation accompanying shoulder flexion. A case report. *Physical Therapy*, 66, 55-58.

Στερνοκλειδική άρθρωση (ΣΚ)

Μία επιπλοειδής άρθρωση με διάρθριο δίσκο



IL – Μεσοκλειδικός συνδ.

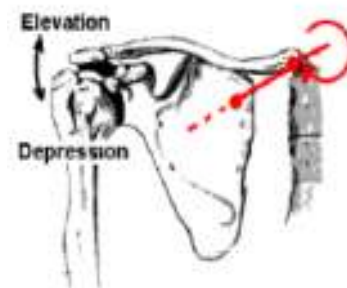
SCJ – Πρόσθια όψη της στερνοκλειδικής άρθρωσης και του ομώνυμου συνδέσμου

Η στερνοκλειδική άρθρωση είναι λειτουργικά τριαξονική:

Κλειδική ανύψωση και συμπίεση συμβαίνουν γύρω από τον προσθιοπίσθιο άξονα της άρθρωσης

Ο προσθιοπίσθιος άξονας της άρθρωσης είναι μία γραμμή που συνδέει δύο σημεία (επισημαίνονται στην εικόνα με κύκλο):

A. Η επιφάνεια της στερνοκλειδικής



B. Ένα σημείο κοντά στη βάση της ωμοπλαταιίας άκανθας

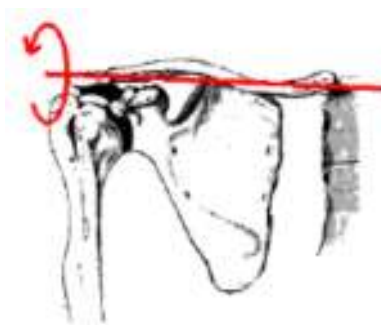
Η κλειδική προβολή και επαναφορά συμβαίνουν γύρω από τον κάθετο άξονα της άρθρωσης

Η πρόσθια κίνηση του απόμακρου άκρου της κλείδας καλείται "προβολή" και η οπίσθια κίνησή του ονομάζεται "επαναφορά"



Πρόσθια και οπίσθια περιστροφή της κλείδας συμβαίνουν γύρω από τον επιμήκη ή "μακρύ" άξονά της

Η οπίσθια περιστροφή ορίζεται σαν μια οπίσθια κίνηση της επάνω επιφάνειας της κλείδας



Άρθρωση του Αγκώνα και Κερκιδωλενική

Δομή: και οι δύο αρθρώσεις είναι μονοαξονικές

Άρθρωση	Άξονας	Κίνηση	Κλειστή θέση
Αγκώνας	πλευρικός	Κάμψη/έκταση	έκταση
Κερκιδωλενική	Λοξός	Πρηνισμός/υπτιασμός	

Αρθροκινηματική

Μυς

- Οι οποίοι διαπερνούν τον αγκώνα
- Οι οποίοι διαπερνούν την κερκιδωλενική άρθρωση

Συνέργειες μεταξύ των μυών που διαπερνούν τον αγκώνα, την κερκιδωλενική ή την γληνοβραχιόνια άρθρωση.

Αρθροκινηματική του αγκώνα και της κερκιδωλενικής

Εφαρμόζοντας το νόμο του κοίλου και του κυρτού στην ωλενοβραχιόνια άρθρωση :

- Σε ανοικτή αλυσίδα,

Η κοίλη επιφάνεια της ωλένης κυλά και ολισθαίνει στην ίδια κατεύθυνση στην κυρτή επιφάνεια του βραχιονίου.

- Σε κλειστή αλυσίδα,

Η κυρτή βραχιόνια επιφάνεια κυλά και ολισθαίνει σε διαφορετικές κατευθύνσεις στην κοίλη επιφάνεια της ωλένης.

Κατά την έκταση του αγκώνα σε ανοικτή αλυσίδα:

Η ωλένη κυλά και ολισθαίνει οπίσθια στο βραχιόνιο

Ενώ..

- Η κερκίδα απομακρύνεται
- Η ωλένη και η κερκίδα απομακρύνονται
- Η ωλένη και η κερκίδα προκαλούν πρηγισμό μεταξύ τους.

Κατά την κάμψη του αγκώνα σε ανοικτή αλυσίδα:

Η ωλένη κυλά και ολισθαίνει πρόσθια στο βραχιόνιο

Ενώ...

- Η κερκίδα κινείται εγγύτερα
- Η ωλένη και η κερκίδα κινούνται πιο κοντά
- Η ωλένη και η κερκίδα έρχονται σε υπτιασμό μεταξύ τους.

Άξονας της κερκιδωλενικής άρθρωσης



Ο άξονας της κερκιδωλενικής είναι μια λοξή γραμμή που συνδέει τις άνω και κάτω κερκιδωλενικές αρθρώσεις

Γύρω από αυτόν τον άξονα η κερκιδωλενική άρθρωση έρχεται σε πρηγισμό και υπτιασμό

Μυς που περνούν από τον αγκώνα μπορούν να προκαλέσουν κάμψη και έκταση:

Οι μυς των οποίων οι προσφύσεις είναι πολύ κοντά στον έξω άξονα της άρθρωσης του αγκώνα, δεν παράγουν σημαντική κίνηση στην άρθρωση

- Στον έξω επικόνδυλο:
 - Κοινός εκτείνων τους δακτύλους
 - Ωλένιος εκτείνων τον καρπό
 - Μακρός κερκιδικός εκτείνων τον καρπό
- Στον έσω επικόνδυλο:
 - Επιπολής κοινός καμπτήρας των δακτύλων
 - Κερκιδικός καμπτήρας του καρπού

Μυς που κάμπτουν την άρθρωση του αγκώνα:

- Από προσφύσεις πάνω από τον έξω επικόνδυλο:
 - Μακρός κερκιδικός εκτείνων του καρπού
- Από προσφύσεις στον έσω επικόνδυλο:
 - Στρογγύλος πρηνιστής
 - Κερκιδικός καμπτήρας του καρπού
 - Μακρός παλαμικός
- Από άλλες θέσεις πρόσφυσης:
 - δικέφαλος
 - πρόσθιος βραχιόνιος
 - βραχιονιοκερκιδικός

Μυς που εκτείνουν τον αγκώνα:

- τρικέφαλος
- αγκωνιαίος

Μυς που περνούν από την κερκιδωλενική άρθρωση μπορούν να προκαλέσουν πρηνισμό ή υπτιασμό:

Μυς της πρόσθιας επιφάνειας του αντιβραχίου (πρηνιστές)

1. τετράγωνος πρηνιστής
2. στρογγύλος πρηνιστής
3. κερκιδικός καμπτήρας του καρπού

Μυς της οπίσθιας επιφάνειας του αντιβραχίου (υπτιαστές)

1. υπτιαστής
2. δικέφαλος
3. (μακρός εκτείνων τον αντίχειρα)
4. (ιδίος εκτείνων το δείκτη)

Τέσσερα παραδείγματα συνέργειας που εμπεριέχουν πολυαρθρικούς μυς του άνω άκρου

1. ο δικέφαλος βραχιόνιος είναι ένας πολυαρθρικός μυς που:
 - κάμπτει τον αγκώνα
 - υπτιάζει την κερκιδωλενική άρθρωση

για να υπτιάζει ο δικέφαλος βραχ. την κερκιδωλενική άρθρωση χωρίς να κάμψει τον αγκώνα,

...θα πρέπει να δράσει σε συνέργεια με έναν εκτείνοντα του αγκώνα.

Για να κάμψει ο δικέφαλος τον αγκώνα χωρίς να υπτιάζει την κερκιδωλενική,

...θα πρέπει να δράσει σε συνέργεια με έναν πρηνιστή.

2. η βραχιόνια κεφαλή του στρογγύλου πρηνιστή:
 - φέρνει σε πρηνισμό την κερκιδωλενική αρθρ.
 - κάμπτει τον αγκώνα

για να φέρει ο στρογγύλος πρηνιστής την κερκιδωλενική σε πρηνισμό χωρίς να κάμψει τον αγκώνα,

...θα πρέπει να δράσει σε συνέργεια με έναν εκτείνοντα του αγκώνα.

3. η μακρά κεφαλή του τρικέφαλου βραχιόνιου
 - προσφύεται στην έσω πλευρά της βραχιόνιας αύλακας.
 - Διαπερνά οπίσθια τον έξω άξονα της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης,
 - Εκτείνει την γληνοβραχιόνια εκτός αν δράσει σε συνέργεια με έναν καμπτήρα.
 - Η συνέργεια αποτρέπει την υπερβολική βράχυνση και την απώλεια παραγωγής δύναμης στον τρικέφαλο.
4. η μακρά κεφαλή του δικέφαλου βραχιόνιου
 - Προσφύεται στην άνω κεφαλή της ωμογλήνης.
 - Διαπερνά πρόσθια τον έξω άξονα της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης,
 - Κάμπτει την γληνοβραχιόνια μέχρι να δράσει σε συνέργεια με έναν εκτείνοντα
 - Η συνέργεια αποτρέπει την υπερβολική βράχυνση και την απώλεια παραγωγής δύναμης στον δικέφαλο βραχιόνιο.

Εμβιομηχανική του χεριού

Μερικοί βιολόγοι πιστεύουν πως η ανάπτυξη του ανθρώπινου χεριού παρέχει ένα πλεονέκτημα στην ανάπτυξη ενός μεγάλου και πολύπλοκου εγκέφαλου

Η ίδια η ύπαρξη του χεριού δίνει τη δυνατότητα για εγκεφαλική ανάπτυξη επιτρέποντας στους ανθρώπους να χειρίζονται, να αλληλεπιδρούν, να εξερευνούν και να αποκομίζουν πληροφορίες από το περιβάλλον τους

Η ανάπτυξη ενός πιο πολύπλοκου εγκέφαλου μας επέτρεψε με τη σειρά της να φτιάξουμε και να χρησιμοποιήσουμε εργαλεία και να αναπτύξουμε τη γλώσσα η

οποία με τη δική της σειρά οδήγησε στην ανάπτυξη ενός περίτεχνου συστήματος μοιρασμένων εννοιών, τις οποίες ξέρουμε σαν πολιτισμό...

- **Τύποι πιασίματος**
 - **Τόξα του χεριού**
 - **Λειτουργική θέση του χεριού**
 - **Αρθρώσεις του χεριού**
 - **Μηχανισμοί για κάμψη των δακτύλων**
 - **Μηχανισμοί για έκταση των δακτύλων, ο εκτατικός μηχανισμός**
 - Μυς που μεταφέρουν δύναμη στο μηχανισμό έκτασης
 - Πως λειτουργεί ο εκτατικός μηχανισμός?
 - **Κλινική εμφάνιση των βλαβών των περιφερικών νεύρων του χεριού**
-

Τύποι πιασίματος (σύλληψης)

Δύο τύποι λαβής έχουν διαφοροποιηθεί (Smith, Weiss, & Lehmkuhl, 1995; Hertling & Kessler, 1996,) σύμφωνα με τη θέση και την κινητικότητα των αρθρώσεων καρπομετακάρπια του αντίχειρα και μετακαρπιοφαλαγγικών για όλα τα δάκτυλα.

1. ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΛΑΒΗ

(Ο προσαγωγός του αντίχειρα σταθεροποιεί ένα αντικείμενο μέσα στη παλάμη-η θέση του χεριού είναι στατική.)

- Κυλινδρική λαβή (η λαβή της γροθιάς είναι μία μικρής διαμέτρου κυλινδρική λαβή)
- Σφαιρική λαβή
- Αγκιστρωτή λαβή (η μετακαρπιοφαλαγγική εκτείνεται κάνοντας επίπεδη την εγκάρσια καμάρα του χεριού – το άτομο μπορεί να εγκλείσει τον αντίχειρα μέσα στη λαβή αυτή)
- Εξωτερική λαβή (αυτή μπορεί να είναι μία λαβή δύναμης εάν ο αντίχειρας είναι σε προσαγωγή, ή λαβή ακριβείας εάν ο αντίχειρας είναι σε απαγωγή)

2. ΛΑΒΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

(Οι μυς που απάγουν ή αντιθέτουν τον αντίχειρα είναι ενεργοί. Η θέση του χεριού είναι δυναμική)

- Παλαμική λαβή (pulp to pulp)
 - Ακρη με άκρη στα δάκτυλα
 - Εξω λαβή (κράτημα κλειδιού)
-

Τρεις καμάρες ισορροπούν την σταθερότητα και την κινητικότητα στο χέρι

1. Η ΕΓΓΥΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΚΑΜΑΡΑ

Η εγγύς εγκάρσια καμάρα είναι άκαμπτη, αλλά οι άλλες δύο είναι εύκαμπτες και διατηρούνται με δραστηριότητα στους εσωτερικούς μυς του χεριού



Οι Hertling and Kessler περιγράφουν αυτό το τόξο σαν μία σύνθεση από δύο τόξα (το εγγύς και το απομακρυσμένο καρπιαίο τόξο)

- Είναι ένα σταθερό οστέινο τόξο που σχηματίζει το οπίσθιο όριο του καρπιαίου σωλήνα
- Η ακεραιότητα του τόξου διατηρείται από μία "ρίκνωση" μαλακού ιστού που σχηματίζεται από τον εγγύς σύνδεσμο του καρπού. Αυτή η συνδεσμική συρίκνωση συνδέει το σκαφοειδές και το μείζον πολύγωνο στην κερκιδική πλευρά του τόξου με το αγκιστρωτό στην ωλένια πλευρά και σχηματίζει το πρόσθιο όριο του καρπιαίου σωλήνα

2. ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΗ ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΚΑΜΑΡΑ

Οι Hertling and Kessler το αποκαλούν μετακάρπιο τόξο επειδή σχηματίζεται από τις κεφαλές των μετακαρπίων. Το 2^ο και 3^ο μετακάρπιο είναι σταθερά ενώ το 4^ο και το 5^ο είναι σχετικά κινητά. Μπορείτε να παρατηρήσετε το συνδυασμό της κερκιδικής σταθερότητας και της ωλένιας κινητικότητας του τόξου κλείνοντας χαλαρά τη γροθιά σας κι έπειτα σφίγγοντας πιο δυνατά. Θα παρατηρήσετε κίνηση στο πιο κοντινό 4^ο και 5^ο μετακάρπιο.

3. ΕΠΙΜΗΚΗΣ ΚΑΜΑΡΑ

Παρατηρήστε τη συμπεριφορά αυτού του τόξου καθώς κλείνετε χαλαρά τη γροθιά σας. Σφίξτε τη γροθιά και παρατηρήστε το 4^ο και 5^ο μετακάρπιο.

Τα τόξα παρέχουν μια ισορροπία μεταξύ της σταθερότητας και της κινητικότητας για τις λαβές. Για παράδειγμα, προκαλούμε το λεγόμενο χτύπημα των δακτύλων χρησιμοποιώντας το πιο σταθερό 2^ο και 3^ο μετακάρπιο, αντί για το πιο κινητό 4^ο και 5^ο.

Λειτουργική θέση του χεριού

(Norkin & Levangie, 1992; Hertling & Kessler, 1996)

- Καρπός
 - Έκταση 20 μοίρες
 - Ωλένια απόκλιση 10 μοίρες
- Δάκτυλα 2 έως 5
 - ΜΦ αρθρώσεις κάμψη 45 μοίρες
 - Εγγύς ΦΦ, κάμψη 30-45 μοίρες
 - Περιφερ. ΦΦ, 10-20
- Αντίχειρας
 - πρώτη καρπομετακάρπια αρθρ. μερική απαγωγή και αντίθεση
 - ΜΚΦ, κάμψη 10 μοίρες
 - ΜΦ, κάμψη 5 μοίρες



Hertling and Kessler (1996).

Hertling and Kessler (1996).

Όταν οι θεραπευτές ακινητοποιούν το χέρι ενός ασθενή, συχνά το τοποθετούν κατ'αυτό τον τρόπο. Κατά τη διάρκεια μίας περιόδου ακινητοποίησης, τα μήκη ανάπαυσης των συνδέσμων και των μυών αλλάζουν. Αυτή η θέση του χεριού παρέχει την καλύτερη ισορροπία του μήκους ανάπαυσης και της παραγωγής δύναμης ώστε το χέρι να μπορεί να λειτουργήσει όταν ο ασθενής το κινητοποιήσει ξανά

Αρθρώσεις του χεριού

ΑΡΘΡΩΣΗ	ΔΟΜΗ	ΑΞΟΝΑΣ	ΚΙΝΗΣΗ	ΚΛΕΙΣΤΗ ΘΕΣΗ
Μετακαρποφαλαγγική (ΜΚΦ)	Δυαξονική κονδυλοειδής	Πλευρικός προσθιο - οπίσθιος	Κάμψη-έκταση απαγωγή/προσαγωγή	1 ^{ος} έκταση 2 ^{ος} -5 ^{ος} κάμψη
Εγγύς μεσοφαλαγγική (ΕΜΦ)	μονοαξονική	πλευρικός	Κάμψη/έκταση	έκταση
Περιφερική μεσοφαλαγγική (ΠΜΦ)	μονοαξονική	πλευρικός	Κάμψη/έκταση	έκταση

- Μετακαρποφαλαγγική (ΜΚΦ)
 - Κονδυλοειδής, διαξονική άρθρωση
 - Η παλαμιαία πλευρά της άρθρωσης είναι ψηλαφιτή στο επίπεδο των παλαμιαίων πτυχών
 - Η εγγύς αρθρική επιφάνεια είναι κυρτή και η μακρινή κοίλη

Η κύλιση και η ολίσθηση γίνονται στην ίδια διεύθυνση

- Πρόσθια με την κάμψη
- Οπίσθια με την έκταση
- Μεγάλη μετακάρπια επιφάνεια της άρθρωσης
- Η ινοχόνδρινη παλαμιαία θωράκιση είναι ευθυγραμμισμένη με υαλοειδή χόνδρο έτσι ώστε να αυξάνει ή να μειώνει την μικρή αρθρική επιφάνεια της κοντινής φάλαγγας
- Επιφανειακά της παλαμιαίας θωράκισης βρίσκεται ο εγκάρσιος μετακάρπιος σύνδεσμος
- Ο αρθρικός θύλακος υποστηρίζεται από δύο πλάγιους συνδέσμους
- Στην κλειστή θέση:
 - Οι ΜΚΦ αρθρώσεις από το 2^ο έως το 5^ο δάκτυλο: κλειστή θέση στην κάμψη – δεν μπορείς να προσάγεις ή να απάγεις αυτές τις αρθρώσεις όταν είναι σε κάμψη
 - ΜΚΦ του αντίχειρα: κλειστή θέση σε έκταση
- Μεσοφαλαγγικές (ΜΦ)
 - Μονοαξονικές στροφικές αρθρώσεις
 - Υποστηρίζονται από δύο πλάγιους συνδέσμους και από μικρότερες δομές θωράκισης
 - Όπως οι ΜΚΦ αρθρώσεις, η επιφάνεια τη εγγύτερης άρθρωσης είναι κυρτή και η μακρινή είναι κοίλη

Κύλιση και ολίσθηση συμβαίνουν στην ίδια διεύθυνση

- Πρόσθια με κάμψη
- Οπίσθια με έκταση
- Κλειστή θέση σε έκταση

Ο μηχανισμός της κάμψης των δακτύλων

- FDP: εν τω βάθει κοινός καμπτήρας των δακτύλων (ΒΚΚΔ)
- FDS: επιπολής κοινός καμπτήρας των δακτύλων (ΕΚΚΔ)

Αν και ο ΒΚΚΔ είναι βαθύτερα από τον ΕΚΚΔ στην μεγαλύτερη διαδρομή του, προσφύεται πιο μακρύτερα και περνάει μέσα από σχισμή του τένοντα του ΕΚΚΔ.

Ο μηχανισμός για την έκταση των δακτύλων

Μπορούμε να εκτείνουμε τις εγγύς και μακρινές μεσοφαλαγγικές αρθρώσεις δίχως να εκτείνουμε τις μετακαρποφαλαγγικές .

Αλλά δεν μπορούμε να εκτείνουμε την μακρινή μεσοφαλαγγική χωρίς την ταυτόχρονη έκταση της εγγύς άρθρωσης

Το να κάμψουμε μόνο την εγγύς άρθρωση χωρίς ταυτόχρονη κάμψη της μακρινής είναι επίσης δύσκολο.

Πλήρης (ενεργητική ή παθητική) κάμψη της μακρινής μεσοφαλαγγικής εμποδίζει την ενεργητική της εγγύς άρθρωσης.

Μπορούμε να κατανοήσουμε αυτή την "ανακάλυψη" μαθαίνοντας τη δομή του εκτατικού μηχανισμού που είναι επίσης γνωστός ως:

- Εκτατική επέκταση
- Εκτατική συνέλευση
- Εκτατικός εξοπλισμός
- ραχιαία απονεύρωση
- απονευρωτικός κύλινδρος

Ο εκτατικός μηχανισμός είναι οι απολήξεις του τένοντα του κοινού εκτείνοντα τους δακτύλους στη ραχιαία επιφάνεια της κάθε φάλαγγας.

Μύς που μεταφέρουν δύναμη στον έτσι κι αλλιώς μη συσταλτό μηχανισμό έκτασης:

1. Ραχιαίοι μεσόστεοι (PM)

- Οι ραχιαίοι μεσόστεοι προσφύονται κοντά μεταξύ γειτονικών μετακαρπίων.
- Προσφύονται μακριά είτε σε οστά (1^η φάλαγγα) είτε σε μαλακό ιστό (εκτατικός μηχανισμός).

Εφαρμόστε αντίσταση καθώς προσπαθείτε να απάγετε τη δεύτερη και τέταρτη ΜΦ άρθρωση. Η απαγωγή είναι δυνατότερη στη δεύτερη ΜΦ επειδή οι περισσότερες από τις μυϊκές ίνες του 1^{ου} ραχιαίου μεσόστεου προσφύονται απευθείας στη μεσαία φάλαγγα των δακτύλων. Η απαγωγή της 4^{ης} ΜΦ άρθρωσης είναι σχετικά αδύναμη γιατί ο 4^{ος} ραχιαίος μεσόστεος προσφύεται ισχυρά στον ίδιο τον εκτατικό μηχανισμό .

- Οι ραχιαίοι μεσόστεοι παράγουν ΜΦ έκταση και σε συγκεκριμένες περιπτώσεις ΜΦ κάμψη. Επειδή προσφύονται στον εκτατικό μηχανισμό παράγουν έκταση της εγγύς και μακρινής μεσοφαλαγγικής άρθρωσης .

2. Παλαμιαίοι μεσόστεοι (ΠΜ)

- Τέσσερις παλαμιαίοι μεσόστεοι (οι ανατόμοι συχνά περιλαμβάνουν και την ωλένια κεφαλή του βραχύ καμπτήρα του αντίχειρα σ' αυτό το γκρουπ),

προσφύονται κοντά σ' ένα μετακάρπιο και μακριά στην 1^η φάλαγγα του ιδίου δακτύλου και/ή στον εκτατικό μηχανισμό του.

- Παράγουν ΜΦ προσαγωγή και σε συγκεκριμένες περιπτώσεις ΜΦ κάμψη. Επίσης παράγουν έκταση στην εγγύς και μακρινή μεσοφαλαγγική όταν ασκούν τάση στον εκτατικό μηχανισμό.

3. Ελμινθοειδείς:

- Οι τέσσερις ελμινθοειδείς προσφύονται κοντά στους τένοντες του εν τω βάθει κοινού καμπτήρα των δακτύλων και μακριά από τον εκτατικό μηχανισμό στην κερκιδική του πλευρά στο επίπεδο των έξω δεσμίδων. Αυτοί οι μυς περνούν την παλαμιαία πλευρά του εγκαρσίου μετα-καρπιαίου συνδέσμου
- Αν δράσουν μόνοι τους προκαλούν ΜΦ κάμψη. Επίσης προκαλούν έκταση των εγγύς και μακρινών μεσοφαλαγγικών αρθρώσεων όταν ασκούν τάση στον εκτατικό μηχανισμό
- Οι ελμινθοειδείς επιτρέπουν μία δυναμική αλληλεπίδραση μεταξύ εκτεινόντων και καμπτήρων. Οι προσφύσεις μεταβιβάζουν τη δύναμη τους και στον τένοντα του επιπολής καμπτήρα των δακτύλων και στον εκτατικό μηχανισμό. Ιδιαίτερα η δράση των ελμινθοειδών:
 1. Αυξάνει την παθητική τάση του εκτατικού μηχανισμού.
 2. Μειώνει την παθητική τάση στο μακρινό άκρο του τένοντα του επιπολής καμπτήρα των δακτύλων.

Πως λειτουργεί ο εκτατικός μηχανισμός?

Αν και οι ίνες του εκτατικού μηχανισμού είναι τενόντιες και συνεπώς ανίκανες να παράγουν ενεργή δύναμη, εξακολουθούν να μεταφέρουν δύναμη στις προσφύσεις τους.

Η δύναμη παράγεται στον εκτατικό μηχανισμό με δύο τρόπους:

1. Πολλοί από τους έσω μύς του χεριού προσφύονται στον εκτατικό μηχανισμό. Δραστηριότητα σε οποιονδήποτε από αυτούς τους μύς παράγει δύναμη την οποία ο εκτατικός μηχανισμός μεταφέρει στις μακρινές προσφύσεις.
2. Ο εκτατικός μηχανισμός αναπτύσσει παθητική τάση όποτε επιμηκύνεται. Κινήσεις του χεριού που παθητικά επιμηκύνουν τον εκτατικό μηχανισμό ή μία δομή που προσφύεται πάνω του παράγουν δύναμη στον ίδιο τον εκτατικό μηχανισμό.

Οι ίνες του εκτατικού μηχανισμού έχουν γραμμές εφαρμογής που είναι πάντα πίσω από τον έξω άξονα των εγγύς και των μακρινών μεσοφαλαγγικών αρθρώσεων. Έτσι,

1. η δραστηριότητα στους έσω μύς που προσφύονται στον εκτατικό μηχανισμό πάντα παράγει έκταση στην εγγύς και μακρινή μεσοφαλαγγική.
2. η παθητική κάμψη της ΜΦ άρθρωσης επιμηκύνει τον εκτατικό μηχανισμό και εκτείνει τις εγγύς και μακρινές μεσοφαλαγγικές.

Οι ινώδεις γραμμές εφαρμογής στο έλυτρο και στις έξω δεσμίδες περνούν πολύ κοντά από τον άξονα της ΜΦ άρθρωσης. Εάν αυτές οι δομές κινούν τη ΜΦ στο οβελιαίο επίπεδο, εξαρτάται απ' το εάν η ΜΦ άρθρωση είναι ήδη σε κάμψη ή έκταση.

1. Σε κάμψη της ΜΦ

- κάμψη της ΜΦ συμβαίνει όταν η δραστηριότητα στον επιπολής κοινό καμπτήριο των δακτύλων (ΕΚΚΔ) και στον εν τω βάθει κοινό καμπτήριο των δακτύλων (ΒΚΚΔ) κάμπτει την ΜΦ
- ο εκτατικός μηχανισμός δεν επιμηκύνεται όταν τα δάκτυλα κάμπτονται
- Όταν η ΜΦ άρθρωση είναι ήδη κεκαμένη, οι γραμμές εφαρμογής των μεσόστεων πέφτουν στη παλαμιαία πλευρά της ΜΦ και έτσι παράγεται ΜΦ κάμψη.
- Η μετακίνηση της μακρινής πλευράς στο εκτατικό έλυτρο επίσης αυξάνει τον άξονα της ροπής των ελμινθοειδών, έτσι ώστε να μπορούν να προκαλέσουν μεγαλύτερη καμπτική ροπή στη ΜΦ. Ωστόσο υπάρχουν μελέτες EMG οι οποίες δείχνουν με αρκετή συνέπεια ότι οι ελμινθοειδείς δεν δρουν συγχρόνως με τον ΒΚΚΔ. Η λειτουργία των ελμινθοειδών προφανώς δεν περιλαμβάνει κλείσιμο του χεριού

2. Σε έκταση της ΜΦ

- Δράση στον κοινό εκτείνοντα τους δακτύλους (ΚΕΔ) εκτείνει την ΜΦ και επίσης τραβάει τον εκτ. Μηχανισμό κοντινότερα
- Σε αυτή τη θέση οι γραμμές εφαρμογής των μεσόστεων είναι πολύ κοντά στον έξω άξονα της ΜΦ.
- Με τόσο μικρούς άξονες ροπής, αυτοί οι μυς έχουν μικρή επίδραση στην κίνηση της ΜΦ στο οβελιαίο επίπεδο. Ωστόσο, συνεχίζουν να προκαλούν απαγωγή/προσαγωγή της ΜΦ όταν αυτή εκτείνεται

ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΜΦΑΝΙΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΑΚΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΩΝ ΝΕΥΡΩΝ ΣΤΟ ΧΕΡΙ

1. Μέσο ν.:

- Συχνά λόγω του συνδρόμου του καρπιαίου σωλήνα
- Απώλεια της υπεροχής του θέναρος
- Μειωμένη λειτουργικότητα του αντίχειρα, ιδιαίτερα της αντίθεσης.
- Ο αντίχειρας κινείται σε παλαμιαίο επίπεδο

2. Ωλενιο ν.:

- Βλάβη στο ωλένιο νεύρο μπορεί να συμβεί μετά από τραύμα στην περιοχή του αγκώνα. Η ωλένια νευροπάθεια είναι μία συχνή επιπλοκή του ζαχαρώδη διαβήτη
- Απώλεια του τρόπου νευρικής διέλευσης μεταξύ των μεσόστεων διαστημάτων
- Επηρεάζει τη δύναμη των έσω μυών του χεριού, ώστε το άτομο δεν μπορεί να κρατήσει ένα φύλλο χαρτί ανάμεσα σε εκτεταμένα αλλά σε προσαγωγή δάκτυλα
- Επηρεάζει τον απαγωγό του αντίχειρα και την ωλένια κεφαλή του βραχύ καμπτήριο των δακτύλων (ΒΚΔ). Ένα άτομο που έχει έλλειψη δύναμης σ' αυτούς τους μυς, δεν μπορεί να πιάσει εάν δεν κάμψει την

μεσοφαλαγγική άρθρωση , υποκαθιστώντας με τον μακρό καμπτήρα του αντίχειρα

3. Κερκιδικό ν.:

- Συνδέεται με πυροβολισμούς ή πληγές από μαχαιρώματα, κατάγματα του βραχιονίου, "νυμφική παράλυση".
- Το άτομο δηλώνει πρόπτωση του καρπού και δεν μπορεί να βάλει τον αντίχειρα στη θέση του
- Ελλειψη έκτασης του καρπού μπορεί να φέρει αδυναμία στις λαβές.

Βιβλιογραφία:

Hertling, D., & Kessler, R. M. (1996). *Management of common musculoskeletal disorders: Physical therapy principles and methods*. (3rd ed.). Philadelphia: J.B. Lippincott.

Norkin, C.C., & Levangie, P.K. (1992). *Joint structure and function*. (2nd ed.). Philadelphia: F.A. Davis.

Smith, L.K., Weiss, E.L. & Lehmkuhl, L.D. (1996). *Brunnstrom's clinical kinesiology*. (5th ed.). Philadelphia: F.A. Davis.

ΜΕΡΟΣ Γ΄

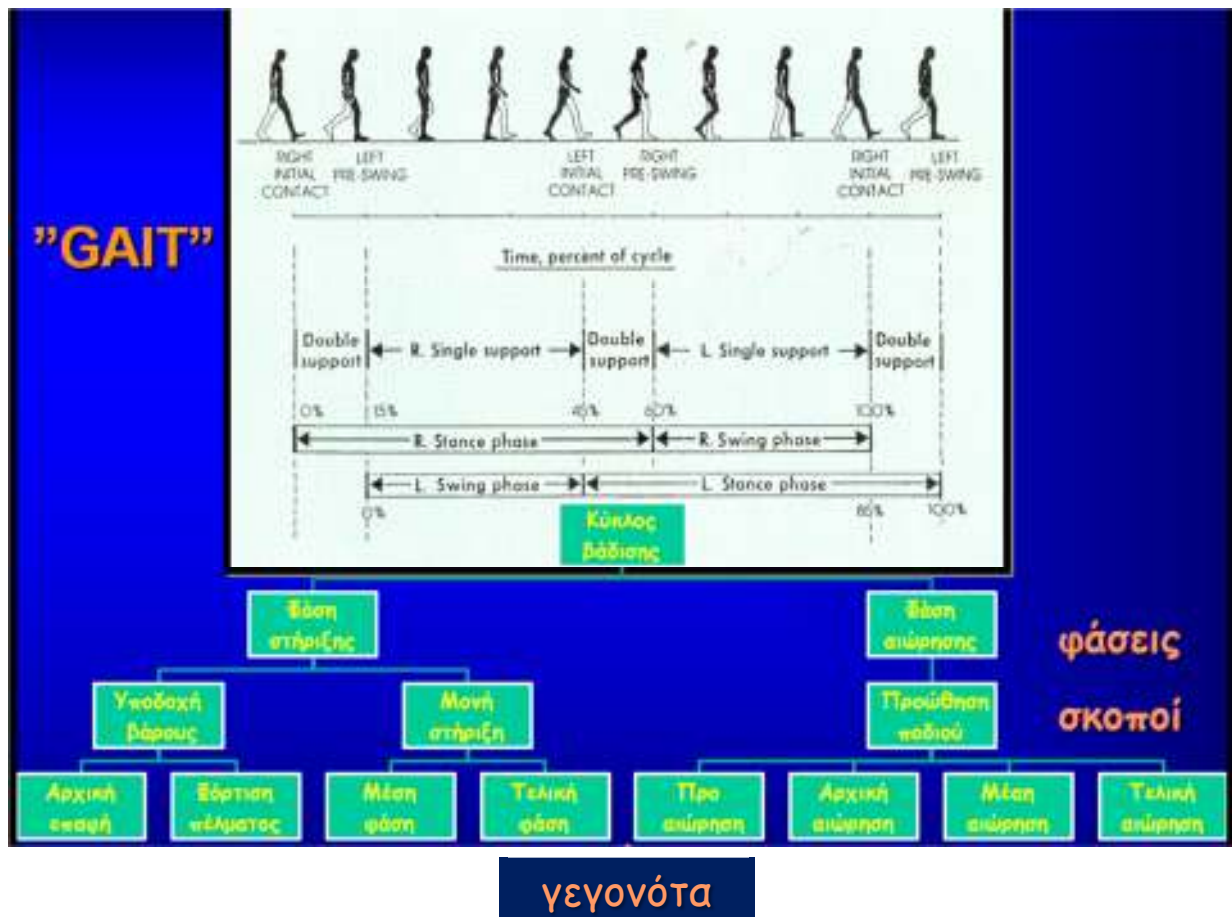
Κινηματική ανάλυση του κύκλου βάδισης

- Κινηματικές μετρήσεις
- Περίληψη της κινηματικής της βάδισης
- Καθοριστικοί παράγοντες της φυσιολογικής βάδισης
- μετατοπίσεις του κέντρου βαρύτητας κατά τη βάδιση

Κινηματικές μετρήσεις της βάδισης

Οι κινηματικές μεταβλητές περιγράφουν την έκταση, την ταχύτητα και την κατεύθυνση των κινήσεων των αρθρώσεων ή των τμημάτων του σώματος

- Γωνιομετρική ανάλυση
- Παρατηρητική ανάλυση της βάδισης
- Ανάλυση βηματισμού
 - μήκος βήματος
 - μήκος κύκλου βάδισης
 - ταχύτητα
 - ρυθμός



Βιβλιογραφία

Chan, C.W., & Rudins, A. (1994). Foot biomechanics during walking and running. *Mayo Clinic Proceedings*, 69, 448-61.

Mann, R.A. (1975). Biomechanics of the foot. In American Academy of Orthopaedic Surgeons (Ed.), *Atlas of orthotics: Biomechanical principles and application* (pp. 257-266). St. Louis: C.V. Mosby.

Mann, R.A., & Mann, J.A. (1997). Biomechanics of the foot. In B. Goldberg & J.D. Hsu (Eds.), *Atlas of orthoses and assistive devices* (pp. 135-152). St. Louis: C.V. Mosby.

Rodgers, M.M. (1988). Dynamic biomechanics of the normal foot and ankle during walking and running. *Physical Therapy*, 68, 1822-1830.

Οι καθοριστικοί παράγοντες της φυσιολογικής και παθολογικής βάδισης

Στοιχεία από το μοντέλο κίνησης που ελαχιστοποιούν την απόκλιση του κέντρου βάρους κατά τη διάρκεια της βάδισης:

1. Στροφή της λεκάνης
2. Πλάγια πτώση της λεκάνης
3. Κάμψη του γόνατος κατά τη στάση
4. Αλληλεπιδράσεις γόνατος-αστραγάλου-ποδιού

(Saunders, J.B., Inman, V.T., & Eberhart, H.D. (1953). [*The major determinants in normal and pathological gait*](#). *Journal of Bone and Joint Surgery*, 35A, 543-55).

Παραδείγματα πως αυτά τα κινηματικά στοιχεία παράγουν ένα επαρκές κινητικό πρότυπο

- Κατά τη διάρκεια της διποδικής στήριξης τη στιγμή που το κέντρο βάρους είναι στο χαμηλότερο σημείο του, οι γωνίες των αρθρώσεων και στα δύο σκέλη είναι τέτοιες ώστε τα ενεργά μήκη τους να είναι μεγιστοποιημένα. Επιπλέον η λεκάνη στρέφεται πρόσθια στην πλευρά όπου το σκέλος αρχίζει να φορτίζει και οπίσθια στο σκέλος που ετοιμάζεται να αιωρηθεί. Η λειτουργική επιμήκυνση των μελών ελαχιστοποιεί την κάθετη πτώση του ΚΒ
- Κατά τη διάρκεια της μέσης φάσης στήριξης και της μέσης φάσης αιώρησης, όταν το ΚΒ είναι στο υψηλότερο σημείο, το ισχίο, το γόνατο και ο αστράγαλος βρίσκονται σε 5 μοίρες κάμψη. Επιπλέον η λεκάνη πέφτει προς τα κάτω και πίσω προς το αιωρούμενο σκέλος. Αυτό ελαχιστοποιεί την προς τα πάνω διαδρομή του ΚΒ, κρατώντας το χαμηλότερα απ' ό,τι θα ήταν εάν το άτομο στεκόταν όρθιο
- Οι καθοριστικοί αυτοί παράγοντες είναι λογικά βάσιμοι, επειδή μας βοηθούν να επικεντρωνόμαστε σε έναν σχετικά μικρό αριθμό από κριτικούς παράγοντες ανάμεσα από τους πολλούς βαθμούς της μηχανικής ελευθερίας που είναι πιθανοί κατά το περπάτημα. ...Ωστόσο, πολύ πρόσφατη έρευνα ρωτάει εάν οι καθοριστικοί παράγοντες είναι σημαντικοί, τουλάχιστον για τους λόγους που οι Inman & Saunders προτείνουν :
 - Kirtley, C. (Oct. 20, 1999). Frequently asked questions about clinical gait analysis: Determinants of Gait. Retrieved March 27, 2001 from August 24, 2000, from Clinical Gait Analysis web site:
<http://guardian.curtin.edu.au/cga/faq/determinants.html>
 - Kerrigan, D.C. (2001). Aesthetics of walking [[Electronic version](#)]. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 38 (5), ix-x.

ΜΕΤΑΤΟΠΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ

Κατά το περπάτημα, το ΚΒ του σώματος προωθείται πρόσθια. Ωστόσο κινείται επίσης κατακόρυφα και πλάγια. Υποθέτουμε ένα μοντέλο βάδισης πως είναι ενεργειακά επαρκές στην έκταση που ελαχιστοποιεί τις κατακόρυφες και έξω μετατοπίσεις

I. Κατακόρυφες μετατοπίσεις του ΚΒ

Καθώς επισημαίνονται στο οβελιαίο επίπεδο, η κατακόρυφη μετατόπιση του ΚΒ σχηματίζει μία ομαλή ημιτονοειδή καμπύλη. Το εύρος της καμπύλης στο φυσιολογικό ενήλικα άνδρα είναι περίπου 5 εκ. ή 2 ίντσες. Το ΚΒ κινείται κάθετα διαμέσου δύο πλήρων ταλαντώσεων κατά τη διάρκεια του κάθε κύκλου βάδισης έτσι ώστε η καμπύλη να έχει δύο κορυφές και δύο κοιλότητες

- Τα χαμηλά σημεία ή κοιλότητες στο ημιτονοειδές μονοπάτι συμβαίνουν κατά τις δύο περιόδους διποδικής στήριξης του κύκλου βάδισης (επαφή και προετοιμασία αιώρησης). Το βάθος των κοιλοτήτων περιορίζεται από:
 - την περιστροφή της λεκάνης
 - τις αλληλεπιδράσεις γόνατος-αστραγάλου-ποδιού
- Τα υψηλά σημεία ή κορυφές της καμπύλης συμβαίνουν κατά τη μέση φάση στήριξης και ξανά κατά τη μέση φάση αιώρησης. Το ύψος αυτών των κορυφών περιορίζεται από:
 - την πλάγια κλίση της λεκάνης
 - την κάμψη του γόνατος κατά τη στάση

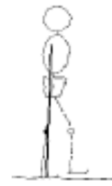
II. Πλάγιες μετατοπίσεις του ΚΒ

Το κέντρο βάρους ταλαντώνεται πλάγια κατά τη βάδιση. Η πλήρης πλάγια απόκλιση σχηματίζει μία ημιτονοειδή καμπύλη με εύρος περίπου 6 εκ ή 2,5 ίντσες. Η μεγαλύτερη πλάγια διαδρομή του ΚΒ γίνεται στο τέλος της μέσης φάσης στήριξης. Έτσι, μόνο μία πλήρης πλάγια ταλάντωση του ΚΒ (στα δεξιά και στα αριστερά) συμβαίνει κατά τη διάρκεια ενός κύκλου βάδισης. Το εύρος αυτής της πλάγιας μετατόπισης περιορίζεται από ένα δομικό χαρακτηριστικό στα κάτω άκρα που ονομάζεται genu valgus.

Βλέπουμε διανύσματα δύναμης από την αντίδραση του εδάφους για να καταλάβουμε το τυπικό πρότυπο της βάδισης



ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ
ΑΡΧΙΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ



ΜΕΣΗ ΦΑΣΗ ΦΟΡΤΙΣΗΣ



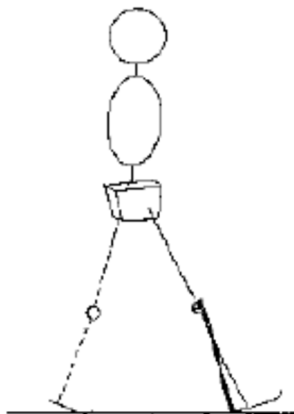
ΤΕΛΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ



ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ
ΑΙΩΡΗΣΗΣ

Cerny, K. (1984). Pathomechanics of stance: Clinical concepts for analysis. *Physical Therapy*, 64,, 1851-1859. *This valuable article systematically applies laboratory information on ground reaction forces to clinical situations.*

Η επιφάνεια του ποδιού κατά την αρχική επαφή

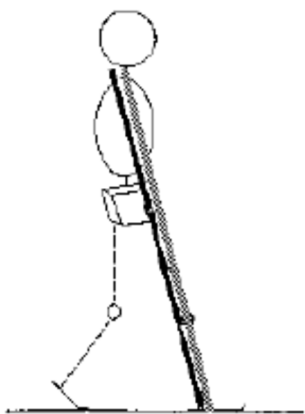


Στην αρχική επαφή το σημείο εφαρμογής του διανύσματος της δύναμης αντίδρασης του εδάφους είναι συνήθως κοντά στη πτέρνα



Καθώς η φόρτιση προχωρά, το διάνυσμα της δύναμης αντίδρασης του εδάφους κινείται οπίσθια προς το γόνατο, παράγοντας μία καμπτική ροπή

Ερχόμενο σε επαφή με το έδαφος με όλο το πέλμα, το άτομο κινεί το σημείο εφαρμογής του διανύσματος της αντίδρασης του εδάφους πρόσθια ...



έτσι ώστε το τοποθετημένο περισσότερο πρόσθια διάνυσμα της δύναμης είναι πιο κοντά στην άρθρωση του γόνατος καθ' όλη τη διάρκεια της φόρτισης και έτσι παράγει μία μικρότερη καμπτική ροπή του γόνατος σ' αυτή την περίοδο.

Αν η δύναμη της αντίδρασης του εδάφους κινείται μπροστά από τον πλάγιο άξονα της άρθρωσης του γόνατος, παράγει μία εκτατική ροπή του γόνατος. Ωστόσο, άτομα μπορεί να αντισταθμίσουν την αδυναμία του εκτεινόντα του γόνατος με το να έρχονται σε επαφή με το έδαφος με ένα σχεδόν όλο το πέλμα.

ΠΡΟΣΘΙΑ ΚΛΙΣΗ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΣΤΗ ΣΤΑΣΗ

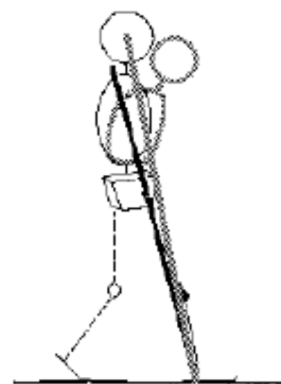
Κατά την ΦΑΣΗ ΦΟΡΤΙΣΗΣ Κατά την ΜΕΣΗ ΦΑΣΗ

... αυτό το συνηθισμένο έλλειμμα κατά τη βάδιση συμβαίνει όταν ο τετρακέφαλος αποτυγχάνει να πραγματοποιήσει το συνηθισμένο ρόλο του κατά τη ΦΑΣΗ ΦΟΡΤΙΣΗΣ και το πρώτο μέρος της μέσης φάσης στήριξης. Αυτό μπορεί να γίνει στην περίπτωση:

- *ΑΔΥΝΑΜΙΑΣ ΤΟΥ ΤΕΤΡΑΚΕΦΑΛΟΥ*
- *ΠΟΝΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΤΕΤΡΑΚΕΦΑΛΟΥ*
- *ΕΛΛΕΙΜΜΑ ΣΤΗΝ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ*

Κατά την αρχική φάση φόρτισης, μία πρόσθια κλίση του κορμού παράγει μία πρόσθια κλίση στο διάνυσμα της δύναμης αντίδρασης του εδάφους. Επειδή αυτό το επανατοποθετημένο διάνυσμα περνά κοντά από την άρθρωση του γόνατος, παράγει μία μικρή καμπτική ροπή στο γόνατο

Έτσι, το διάνυσμα της δύναμης αντίδρασης του εδάφους μπορεί να υπερεκτείνει το γόνατο κατά την αρχική φάση φόρτισης



Όταν το άτομο γέρνει μπροστά με τον κορμό κατά τη μέση φάση φόρτισης, αλλά όχι κατά την αρχική, η αδυναμία του τετρακεφάλου ή ο πόνος στο γόνατο είναι λιγότερο πιθανές αιτίες. Αντί γι' αυτό μπορεί να είναι μία αντισταθμιση που βοηθάει να κινηθεί το ΚΒ του

σώματος μπροστά, πάνω στο πόδι που στηρίζεται. Αυτή η αντιστάθμιση είναι απαραίτητη όταν:

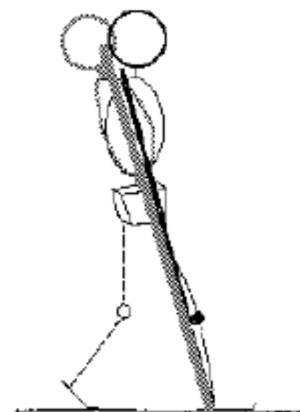
- Ο αστράγαλος έχει περιορισμένο εύρος κίνησης ή ραχιαία κάμψη
- Η δύναμη της πελματιαίας κάμψης είναι ανεπαρκής να ελέγξει την ραχιαία κάμψη στη μέση φάση στήριξης

ΟΠΙΣΘΙΑ ΚΛΙΣΗ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ

Αυτό το έλλειμμα της βάρδισης συμβαίνει όταν οι εκτεινόντες του ισχίου αποτυγχάνουν να εκτελέσουν τον συνηθισμένο ρόλο τους κατά την ΦΑΣΗ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ. Η οπίσθια κλίση κατ'αυτή τη φάση είναι στην πραγματικότητα μία αντιστάθμιση για την ανεπαρκή δραστηριότητα των εκτεινόντων του ισχίου.

Το να γείρουμε προς τα πίσω στη διάρκεια της φάσης φόρτισης μεταφέρει το διάνυσμα της δύναμης αντίδρασης του εδάφους πίσω από το σημείο εφαρμογής του στο οπίσθιο μέρος του ποδιού. Επειδή το διάνυσμα περνάει κοντά από τον πλάγιο άξονα της άρθρωσης του ισχίου, ο άξονας ροπής είναι κοντύτερος και παράγει μία μικρότερη εκτατική ροπή στο ισχίο

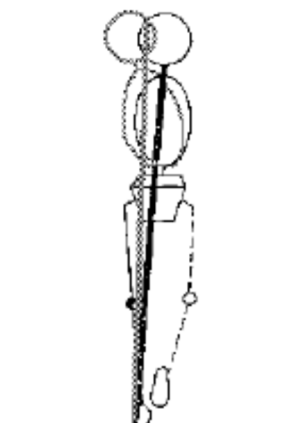
ΑΥΤΗ Η ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΒΑΔΙΣΗΣ ΚΑΛΕΙΤΑΙ ΚΑΙ "ΣΚΕΛΟΣ ΤΟΥ ΜΕΓΑΛΟΥ ΓΛΟΥΤΙΑΙΟΥ" ΑΦΟΥ ΣΥΧΝΑ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΕΙ ΑΔΥΝΑΜΙΑ ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΜΥ



ΠΛΑΓΙΑ ΚΛΙΣΗ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ

αυτό το έλλειμμα της βάρδισης συμβαίνει όταν οι απαγωγοί του ισχίου αποτυγχάνουν να εκτελέσουν το συνηθισμένο ρόλο τους κατά τη διάρκεια της ΦΑΣΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ή κατά τη ΜΕΣΗ ΦΑΣΗ ΦΟΡΤΙΣΗΣ. Η πλάγια κλίση σε οποιαδήποτε από αυτές τις φάσεις είναι στην πραγματικότητα μία αντιστάθμιση για τους αδύναμους ή επίπονους απαγωγούς του ισχίου

Η πτώση του κορμού προς την πλευρά των παθολογικών μυών ωθεί τη δύναμη αντίδρασης από το έδαφος πλάγια από το σημείο εφαρμογής της στο πόδι. Επειδή το διάνυσμα τότε περνάει κοντινότερα από τον προσθιοπίσθιο άξονα της άρθρωσης του ισχίου, ο βραχίονας ροπής είναι πιο κοντός και παράγει μία μικρότερη ροπή των προσαγωγών του ισχίου



ΑΥΤΗ Η ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΒΑΔΙΣΗΣ ΚΑΛΕΙΤΑΙ ΞΚΕΛΟΣ ΤΟΥ ΜΕΣΟΥ ΓΛΟΥΤΙΑΙΟΥ ΑΦΟΥ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΔΗΛΩΣΕΙ ΑΔΥΝΑΜΙΑ ΑΥΤΟΥ ΤΟΥ ΜΥ

Ενέργεια και ισχύς κατά τον κύκλο βάρδισης

Η ισχύς είναι ενέργεια/χρόνος, ο ρυθμός με τον οποίο η ενέργεια

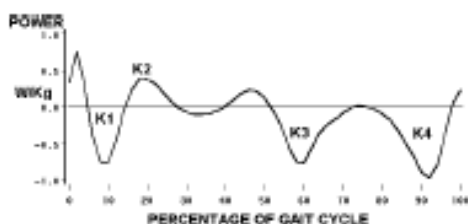
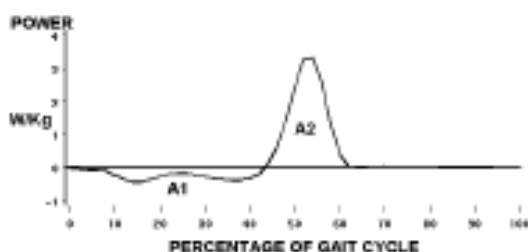
...δημιουργείται (θετική ισχύς)

...ή απορροφάται (αρνητική ισχύς)

Δομές στο σώμα που μπορούν να δημιουργήσουν ή να απορροφήσουν ενέργεια περιλαμβάνουν

- τους μυς
- άλλους μαλακούς ιστούς

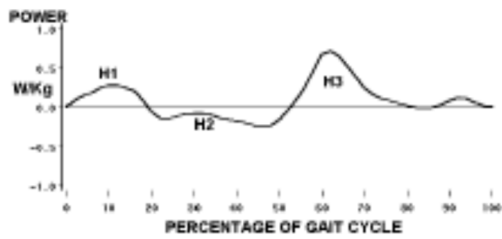
Η ισχύς μετράται σε Watts ή Joules/second.



Αυτά τα διαγράμματα είναι από δεδομένα του Winter (1987), περιλαμβάνουν την ισχύ στο ισχίο, το γόνατο και την ποδ/κη κατά τη φυσιολογική βάρδιση

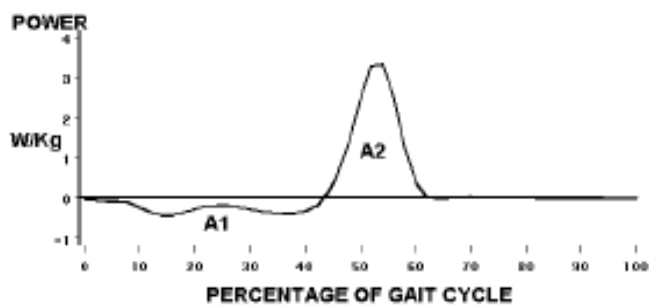
Η ισχύς είναι θετική όταν το σώμα παράγει ενέργεια μέσω μειομετρικής μυϊκής δραστηριότητας

Η ισχύς είναι αρνητική όταν το σώμα απορροφά ενέργεια μέσω έκκεντρης μυϊκής δραστηριότητας ή επιμήκυνσης μαλακού ιστού



Πως υπολογίζεται η ισχύς μίας άρθρωσης?

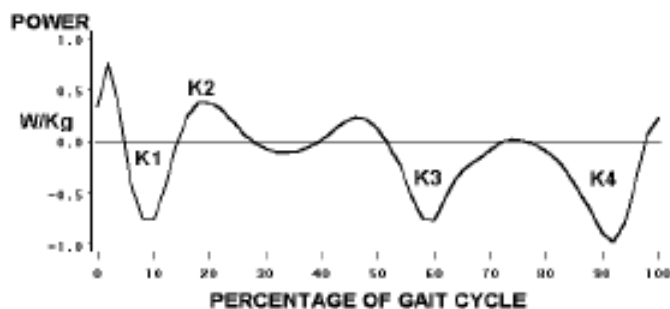
ΚΑΜΠΥΛΗ ΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΡΘΡΩΣΗ ΤΟΥ ΑΣΤΡΑΓΑΛΟΥ



A1: μία περιοχή με αρνητική ισχύ, που αντιστοιχεί σε έκκεντρη πελματιαία κάμψη στον αστράγαλο κατά τη διάρκεια της μέσης και της τελικής φάσης στήριξης

A2: μία περιοχή με θετική ισχύ, που αντιστοιχεί σε μειομετρική έκρηξη της προωθητικής δραστηριότητας της πελματιαίας κάμψης κατά τη διάρκεια της φάσης ώθησης

ΚΑΜΠΥΛΗ ΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΡΘΡΩΣΗ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ



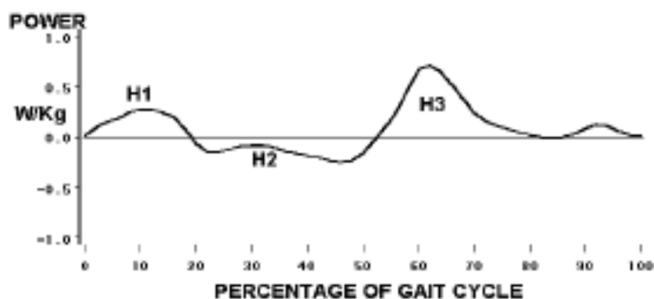
K1: μία περιοχή αρνητικής ισχύος, που αντιστοιχεί σε έκκεντρη εκτατική δραστηριότητα του γόνατος κατά τη διάρκεια της αρχικής επαφής-φόρτισης

K2: μία περιοχή θετικής ισχύος που αντιστοιχεί σε μειομετρική εκτατική δραστηριότητα του γόνατος κατά τη μέση φάση φόρτισης. Αυτή ακολουθείται από μία περίοδο ασήμαντης ισχύος της άρθρωσης κατά την οποία η δύναμη αντίδρασης από το έδαφος σταθεροποιεί το γόνατο σε έκταση

K3: μία περιοχή αρνητικής ισχύος που αντιστοιχεί σε έκκεντρη δραστηριότητα στον ορθό μηριαίο κατά την αρχική φάση ώθησης. Σε φυσιολογικές ή ελαφρά πιο γρήγορες ταχύτητες βάρδισης, ο ορθός μηριαίος ελέγχει την κάμψη του γόνατος.

K4: μία περιοχή αρνητικής ισχύος που αντιστοιχεί σε έκκεντρη δραστηριότητα στους ισχιοκνημιαίους κατά την τελική αιώρηση.

ΚΑΜΠΥΛΗ ΙΣΧΥΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΡΘΡΩΣΗ ΤΟΥ ΙΣΧΙΟΥ



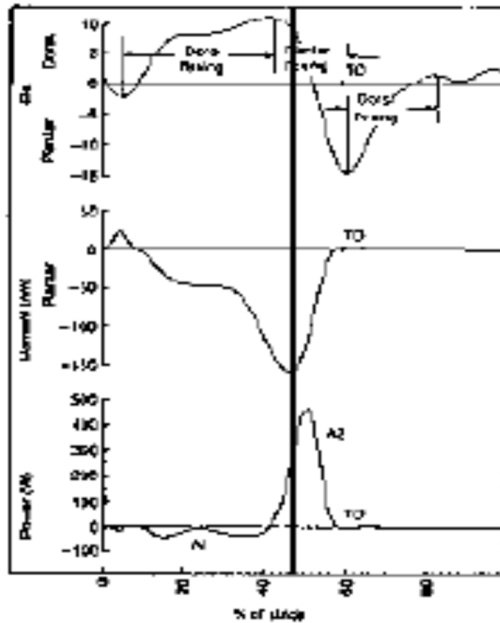
H1: μία μικρή περιοχή θετικής ισχύος, όχι πάντα παρούσα, που αντιστοιχεί σε μειομετρική εκτατική δραστηριότητα του ισχίου κατά την αρχική φάση φόρτισης

H2: μία περιοχή αρνητικής ισχύος που αντιστοιχεί σε έκκεντρη δραστηριότητα των καμπτήρων του ισχίου κατά τη μέση φάση στήριξης

H3: μία περιοχή θετικής ισχύος, που αντιστοιχεί σε μειομετρική δραστηριότητα των καμπτήρων του ισχίου κατά την φάση πριν την αιώρηση και την αρχική αιώρηση. Μερικές φορές καλείται "τράβηγμα". Αυτή είναι η δεύτερη μεγαλύτερη συνεισφορά προωστικής δύναμης του μυϊκού συστήματος στον κύκλο βάρδισης

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΜΙΑΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ

Αυτή η εικόνα συνδιαγράφει συγχρόνως τρεις ποσότητες έναντι ποσοστών του κύκλου βάδισης (στον οριζόντιο άξονα):



1. γωνία της άρθρωσης

η πρώτη κλίση της καμπύλης σε κάθε σημείο του κύκλου βάδισης αντικατοπτρίζει τη γωνιακή ταχύτητα της άρθρωσης (ω).

2. ροπή της άρθρωσης (M)

3. ισχύς άρθρωσης (P)

σε αυτή τη στιγμή κατά το κύκλο βάδισης που σημειώνεται από την έντονη κάθετη γραμμή, η ισχύς της άρθρωσης είναι το γινόμενο της ροπής και της γωνιακής ταχύτητας $P=M\omega$

Η ισχύς μπορεί να είναι θετική ή αρνητική ποσότητα

Όταν η ροπή δύναμης από τον μυ (M) και η κατεύθυνση της κίνησης της άρθρωσης (ω) είναι ίδιες σε συγκεκριμένη άρθρωση

- η ισχύς είναι θετική ποσότητα
- η ενέργεια παράγεται από μειομετρική δράση στους μυς που διασχίζουν αυτή την άρθρωση

Όταν η M και ω είναι σε διαφορετικές κατευθύνσεις:

- η ισχύς είναι μία αρνητική ποσότητα
- η ενέργεια απορροφάται σε έκκεντρη μυϊκή δράση και/ή επιμήκυνση άλλων μαλακών ιστών που διαπερνούν την άρθρωση

ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ

- οι καμπτήρες του πέλματος παρέχουν σημαντική προωστική ενέργεια κατά την φάση τελικής ώθησης "push-off"
- Οι καμπτήρες του ισχίου παρέχουν προωστική δύναμη κατά τη φάση ανύψωσης από το έδαφος "pull-off"
- Η ισχύς του γόνατος είναι σχετικά χαμηλή και συχνά αρνητική, πράγμα που υποδεικνύει έκκεντρη δραστηριότητα σε εκτεινόντες και καμπτήρες του γόνατος
- Απόδειξη μεταφοράς ενέργειας από δυαρθρικούς μυς συμπεριλαμβανομένου και του ορθού μηριαίου (K3->H3)
- Μοντέλα χρονισμού στην ανάλυση της ισχύος υποδεικνύουν μία "ακολουθητική ανάπτυξη της ισχύος από την άρθρωση του αστραγάλου στην άρθρωση του ισχίου" (Judge, Ounpuu, Davis, 1996). Πολυαρθρικοί μυς μπορούν να μεταφέρουν ενέργεια προς τα πάνω στην κινηματική αλυσίδα από τον αστράγαλο στο ισχίο κατά την φάση πριν από την αιώρηση και την αρχική αιώρηση:

Βιβλιογραφία:

Judge, J.O., Ounpuu, S., Davis, R.B. 3rd. (1996). Effects of age on the biomechanics and physiology of gait. *Clinics in Geriatric Medicine*, 12(4), 659-678.

Winter, D.A. (1983). Energy generation and absorption at the ankle and knee during fast, natural, and slow cadences. *Clinical Orthopedics and Related Research*, 175, 147-154.

Winter, D.A. (1985). Concerning the scientific basis for the diagnosis of pathological gait and for rehabilitation protocols. *Physiotherapy Canada*, 37, 4, 245-252.

Winter, D.A. (1987). *The Biomechanics and Motor Control of Human Gait*. Waterloo, Ontario: University of Waterloo.

Winter, D.A., & Sienko, S.E. (1988). Biomechanics of below-knee amputee gait. *Journal of Biomechanics*, 21(5), 361-367.

Εμβιομηχανική της όρθιας στάσης

"Η στάση είναι μία σύνθεση από τις θέσεις όλων των αρθρώσεων του σώματος σε κάθε συγκεκριμένη στιγμή..." (Kendall, McCreary, & Provance, 1993)

Μία ιδανική στάση:

- Είναι σταθερή – η ευθυγράμμιση στη στάση διατηρεί τη μάζα του σώματος πάνω από τη βάση στήριξης
- Ελαχιστοποιεί την ένταση και την καταπόνηση στους ιστούς
 1. Στατικά – σε χαλάρωση
 2. Δυναμικά – κατά την κίνηση
- Ελαττώνει το ενεργειακό κόστος

...Για να κρίνουμε πόσο καλά μία στάση διατηρεί τη σταθερότητα, αναλύουμε την ευθυγράμμιση του σώματος αναφορικά ως προς το σημείο εφαρμογής της βαρύτητας "βαρυτική γραμμή", "gravity line."

Στο οβελιαίο επίπεδο, η βαρυτική γραμμή εντοπίζεται:

1. πρόσθια του πλάγιου άξονα της άρθρωσης του αστραγάλου, παράγοντας μία ροπή ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής, επιβάλλοντας δραστηριότητα στους πελματικούς καμπτήρες.
2. πρόσθια από τον πλάγιο άξονα της άρθρωσης του γόνατος, παράγοντας μία εκτατική ροπή του γόνατος που δεν επιβάλει καμία μυϊκή δραστηριότητα, αλλά παθητική τάση στους οπίσθιους συνδέσμους του γόνατος
3. οπίσθια στον πλάγιο άξονα της άρθρωσης του ισχίου, παράγοντας μία εκτατική ροπή στο ισχίο η οποία δεν επιβάλει καμία μυϊκή δραστηριότητα, παρά μόνο παθητική τάση στους πρόσθιους συνδέσμους του ισχίου (λαγονομηριαίος σύνδεσμος)

...Όταν πρέπει να διατηρήσουμε το ΚΒ ευθυγραμμισμένο πάνω από τη βάση στήριξης, συγκεκριμένες αρθρικές κινήσεις επηρεάζουν έμμεσα άλλες αρθρώσεις. Για παράδειγμα σε μία κλειστή αλυσίδα:

- πελματιαία κάμψη της ποδ/κης προκαλεί κάμψη στο γόνατο
- ραχιαία κάμψη της ποδ/κης προκαλεί έκταση στο γόνατο
- έκταση στο ισχίο προκαλεί έκταση του γόνατος
- κάμψη στο ισχίο προκαλεί κάμψη του γόνατος

...Σε κλειστές αλυσίδες στάσης όπως η όρθια στάση, αλλαγές στην ευθυγράμμιση μιάς άρθρωσης, συχνά απαιτούν αλλαγές σε άλλες αρθρώσεις. Εδώ υπάρχουν πολυάριθμα παραδείγματα :

1. Καθώς στέκεστε, γυρίστε τις επιγονατίδες σας προς τα μέσα και μετά προς τα έξω. Παρατηρείστε πως η στροφή του κάτω άκρου επηρεάζει την ευθυγράμμιση της υπαστραγαλικής άρθρωσης σε κλειστή αλυσίδα:

- Η έσω στροφή της κνήμης -> επιπέδωση της ποδικής καμάρας -> υπαστραγαλικό πρηνισμό
- Η έξω στροφή της κνήμης -> ανύψωση της ποδικής καμάρας -> υπαστραγαλικό υπτιασμό

Παρατηρείστε πως η στροφή της κνήμης όσον αφορά το μηριαίο επηρεάζει την κίνηση του γόνατος, συμπεριλαμβανομένου και του μηχανισμού βιδώματος:

- Η έσω στροφή της κνήμης -> αντιστροφή του μηχ. βιδώματος -> κάμψη γόνατος
- Η έξω στροφή της κνήμης -> μηχαν. βιδώματος έκταση γόνατος

2. Μπορείτε να προκαλέσετε παρόμοιες συλλογές από συμπληρωματικές κινήσεις των κάτω άκρων, κινώντας την λεκάνη σε εγκάρσιο επίπεδο. Καθώς στέκεστε με το βάρος και στα δύο πόδια, κουνηθείτε έτσι ώστε:

- Η δεξιά πλευρά της λεκάνης να κινηθεί προς τα εμπρός και
- Η αριστερή πλευρά να κινηθεί προς τα πίσω.

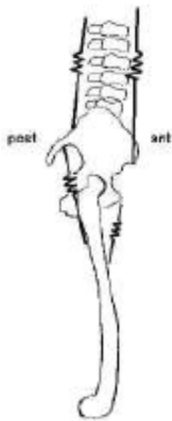
Παρατηρείστε πως, στο δεξιό κάτω άκρο:

Το γόνατο κάμπτεται με σχετική έσω στροφή της κνήμης και πρηνισμό της υπαστραγαλικής

Ενώ στο αριστερό κάτω άκρο:

Το γόνατο εκτείνεται με σχετική έξω στροφή της κνήμης και υπτιασμό της υπαστραγαλικής

3. Το να κινήσουμε τη λεκάνη σε οβελιαίο επίπεδο, ενώ στεκόμαστε με τα πόδια φιξαρισμένα, απαιτεί επίσης συμπληρωματικές κινήσεις στις αρθρώσεις του ισχίου και της ΟΜΣΣ.

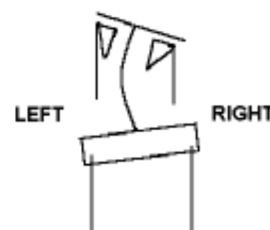


Ευθυγράμμιση σε μετωπιαίο επίπεδο

Αν η λεκάνη δεν είναι επίπεδη σε μετωπιαίο επίπεδο, αντισταθμίσεις της στάσης είναι απαραίτητες για να διατηρήσουν την ευθυγράμμιση του ΚΒ του σώματος πάνω από τη βάση στήριξης.

Για παράδειγμα, εάν η αριστερή πλευρά της λεκάνης είναι χαμηλότερη από τη δεξιά, οι αρθρώσεις των ισχίων και η ΣΣ παίρνουν θέσεις οι οποίες διατηρούν τη σταθερότητα του σώματος:

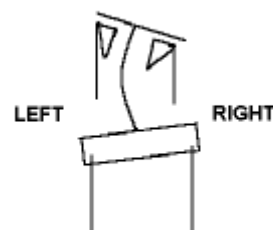
- η ΣΣ κλίνει στα δεξιά. Η κλίση επιφέρει συζευγμένη κίνηση.
- Η άρθρωση του δεξιού ισχίου είναι χρονικά σε προσαγωγή.
- Η άρθρωση του αριστερού ισχίου είναι χρονικά σε απαγωγή.



συζευγμένες κινήσεις στη ΣΣ

Η πλάγια κλίση και η στροφή είναι αυτόματα συνδεδεμένες σε μία καμπυλωτή ράβδο όπως η ΣΣ. Σε περιπτώσεις όπου η ΣΣ κλίνει στα δεξιά:

- Η θωρακική μοίρα της ΣΣ περιστρέφεται προς τα αριστερά την ίδια στιγμή που κλίνει προς τα δεξιά
- Η αριστερόστροφη περιστροφή της ΘΜΣΣ προκαλεί τις πλευρές να εξωθήσουν οπίσθια περισσότερο προς τα αριστερά (στην κυρτή πλευρά της θωρακικής καμπύλης)



Εμβιομηχανική των μεσοσπονδύλιων αρθρώσεων

1. Τοπική ανατομική των σπονδύλων
 - σπονδυλικές περιοχές
 - ορολογία των σπονδυλικών καμπήλων
2. Εξατομικευμένη ανατομική των σπονδύλων
3. Μεσοσπονδυλικές αρθρώσεις
 - Δομή των αρθρώσεων

- Αξονικές κινήσεις και αρθρικές κινήσεις
 - Διαθέσιμες κινήσεις στις ποικίλες σπονδυλικές περιοχές
4. Ιερολαγόνια άρθρωση (SI)
 5. Συνδεσμική αναχαίτηση σε κινήσεις της ΣΣ
 6. Δυνάμεις

Αξονες κίνησης στις μεσοσπονδύλιες αρθρώσεις

ΑΡΘΡΩΣΗ	ΑΞΟΝΑΣ	ΚΙΝΗΣΗ
Ατλαντο-ινιακή(AI)	πλευρικός	Κάμψη/έκταση
	προσθιοπίσθιος	Περιορισμένη πλάγια κάμψη
Ατλαντο-αξονική (AA)	κάθετος	στροφική
Μεσοσπονδύλιες αρθρ. κάτω από A2*	κάθετος	στροφική
	προσθιοπίσθιος	πλάγια κάμψη
	πλευρικός	κάμψη/έκταση

*Κάτω από τον A2, όλες οι μεσοσπονδύλιες αρθρώσεις είναι τριαξονικές:

Κάθετος άξονας	Εντοπίζεται περίπου διαμέσου του οπίσθιου τμήματος του ινώδη δακτυλίου
Προσθιοπίσθιος άξονας	Διαμέσου του κέντρου του μεσοσπονδύλιου δίσκου
Πλάγιος άξονας	Εντοπίζεται περίπου κατά μήκος του οπίσθιου τμήματος του ινώδη δακτυλίου

Η κίνηση της λεκάνης απαιτεί κίνηση στις γειτονικές αρθρώσεις

Όταν ένα άτομο στέκεται και με τα δύο πόδια φιξαρισμένα σε μία επιφάνεια, η κίνηση της λεκάνης απαιτεί κίνηση του ισχίου. Εάν οι ώμοι παραμένουν επίσης φιξαρισμένοι, η κίνηση της λεκάνης απαιτεί κίνηση της οσφυϊκής μοίρας. Αυτές οι σχέσεις συμβαίνουν σε 3 επίπεδα

ΟΒΕΛΙΑΙΟ	ΚΑΜΨΗ ΟΜΣΣ ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΟΣΦΥΙΚΗ ΛΟΡΔΩΣΗ ΟΠΙΣΘΙΑ ΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΕΚΤΑΣΗ ΤΟΥ ΙΣΧΙΟΥ	ΕΚΤΑΣΗ ΟΜΣΣ ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΟΣΦΥΙΚΗ ΛΟΡΔΩΣΗ ΠΡΟΣΘΙΑ ΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΜΨΗ ΤΟΥ ΙΣΧΙΟΥ
ΜΕΤΩΠΙΑΙΟ	ΕΑΝ Η ΛΕΚΑΝΗ ΕΙΝΑΙ ΑΡΙΣΤΕΡΑ ΧΑΜΗΛΑ, ΔΕΞΙΑ ΨΗΛΑ: ΔΕΞΙΑ ΜΕΣΟΣΠΟΝΔΥΛΙΑ ΠΛΑΓΙΑ ΚΑΜΨΗ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗ ΔΕΞΙΟΥ ΙΣΧΙΟΥ ΑΠΑΓΩΓΗ ΑΡΙΣΤΕΡΟΥ ΙΣΧΙΟΥ	
ΕΓΚΑΡΣΙΟ	ΑΡΙΣΤΕΡΗ, ΠΡΟΣΘΙΑ, ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ=ΑΡΙΣΤΕΡΟΣΤΡΟΦΗ ΟΣΦΥΙΚΗ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΙΣΧΙΟΥ	

ΙΕΡΟΛΑΓΩΝΙΑ ΑΡΘΡΩΣΗ (ΙΑ)

- *ΕΠΙΠΕΔΗ ΑΡΘΡΩΣΗ ΜΕ ΠΟΛΥΠΛΟΚΗ ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΗ ΑΡΘΡΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ.*
- *ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΕΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ:*
 - *ΣΤΡΟΦΕΣ ΤΟΥ ΙΕΡΟΥ*
 - *ΣΤΡΟΦΕΣ ΤΟΥ ΑΝΩΝΥΜΟΥ*
 - *ΠΡΟΣΘΙΑ ΣΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΑΝΩΝΥΜΟΥ ΟΣΤΟΥ*
 - *ΟΠΙΣΘΙΑ ΣΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΑΝΩΝΥΜΟΥ ΟΣΤΟΥ*

Συνδεσμική αναχαίτηση των μεσοσπονδύλιων κινήσεων

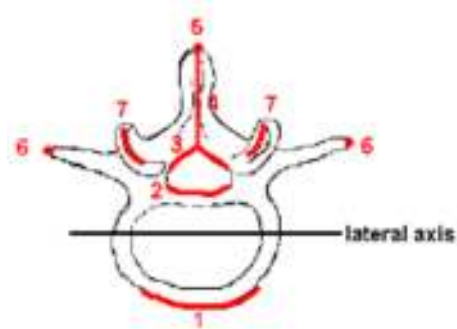
Smith, Weiss και Lehmkuhl (1996) διάγραμμα των θέσεων αυτών των συνδέσμων

Πρόσθιοι σπονδυλικοί σύνδεσμοι (αυτοί εντοπίζονται πρόσθια από τον πλάγιο άξονα της ΣΣ ή τον άξονα της κάμψης – έκτασης) επιμηκύνονται και έχουν σαν συνέπεια να περιορίζουν την έκταση :

- Πρόσθιος επιμήκης συν. (1)

Οπίσθιοι σπονδυλικοί σύνδεσμοι (αυτοί εντοπίζονται οπίσθια από τον πλάγιο άξονα της ΣΣ ή τον άξονα κάμψης – έκτασης) επιμηκύνονται και συνεπώς, περιορίζουν την κάμψη:

- Οπίσθιος επιμήκης συν. (2)
- Ωχρός ή μεσοτόξιος συν (3)
- Μεσακάνθιος συν.(4)
- Υπερακάνθιος συν.(5)
- Αυχενικός συν. Μεσεγκάρσιος συν.* (6)
- Φασέτ, αρθρικοί θύλακες(7)



*Εξ' αιτίας των πλαγίων εντοπίσεων τους οι μεσεγκάρσιοι συν. (6) περιορίζουν την πλάγια κάμψη στην αντίθετη πλευρά γύρω από τον προσθιοπίσθιο άξονα της μεσοσπονδύλιας άρθρωσης

Οπίσθιες συνδεσμικές δομές οι οποίες είναι εξωτερικές στη ΣΣ επιμηκύνονται και παρεμποδίζουν την κάμψη:

- Θωρακοσφυϊκή περιτονία

ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΟΥΝ ΚΙΝΗΣΗ ΣΤΗ ΣΣ

Οι δυνάμεις μπορεί να είναι βαρύτητας ή μυϊκές

1. στο οβελιαίο επίπεδο (γύρω από τον πλάγιο άξονα)
 - πρόσθιες δυνάμεις προκαλούν κάμψη
 - οπίσθιες δυνάμεις προκαλούν έκταση
2. στο μετωπιαίο επίπεδο (γύρω από προσθιοπίσθιο άξονα)
 - δυνάμεις στα αριστερά του άξονα προκαλούν αριστ. πλάγια κλίση
 - δυνάμεις δεξιά του άξονα προκαλούν δεξιά πλάγια κλίση.
3. στο εγκάρσιο επίπεδο (γύρω από τον κάθετο/επιμήκη άξονα)
 - κάθε δύναμη που δεν είναι παράλληλη με τη ΣΣ θα προκαλέσει περιστροφή.

Βιβλιογραφία:

Smith, L.K., Weiss, E.L., & Lehmkuhl, L.D. (1996). *Brunnstrom's clinical kinesiology* (5th ed.). Philadelphia: F.A. Davis

Βήματα σε μία εμβιομηχανική ανάλυση της ανύψωσης φορτίου

1. Επιλέγουμε ένα πλαίσιο αναφοράς
 2. Υπολογίζουμε τις δυνάμεις βαρύτητας κατά την ανύψωση
 3. Υπολογίζουμε τις ροπές που σχετίζονται με τις βαρυτικές δυνάμεις
 4. Υπολογίζουμε τις αντίθετες μυϊκές δυνάμεις και ροπές
 5. Υπολογίζουμε την επίδραση των δυνάμεων στις αρθρικές επιφάνειες
 6. Εξηγούμε πως ελαχιστοποιούμε τις συμπιεστικές δυνάμεις όταν ανυψώνουμε βαρέα φορτία
 7. Συμπεριλαμβάνουμε τις επιδράσεις της ενδοκοιλιακής πίεσης
-

1. Πλαίσιο Αναφοράς

Αυτή η ανάλυση επικεντρώνεται στις δυνάμεις και τις ροπές που δρουν σε οβελιαίο επίπεδο γύρω από την Ο5 – Ι1 άρθρωση. Μοντελοποιούμε αυτές τις δυνάμεις για μία γυναίκα που ζυγίζει 100 lbs και ανυψώνει 45 lbs.

2. Δυνάμεις Βαρύτητας

Αναφερόμενοι στην αρθρ. Ο5-Ι1, η βαρύτητα επιδρά σε 2 σημαντικές μάζες:

1. τη μάζα που βρίσκεται πάνω από την Ο5-Ι1 αρθρ. Αυτή η δύναμη ίση με σχεδόν το μισό από το βάρος της γυναίκας είναι 50 lbs.
 2. το αντικείμενο που σηκώνει η γυναίκα ίσο με 45 lbs.
-

3. Βαρυτικές Ροπές

Οι ροπές που οι βαρυτικές δυνάμεις παράγουν στην Ο5-Ι1 αρθρ. εξαρτώνται από τους βραχίονες ροπής τους. Αυτοί εξαρτώνται απ:

1. το μέγεθος της μάζας που σηκώνει η γυναίκα, ή την απόσταση της μάζας από το σώμα της γυναίκας

μπορεί να ελαχιστοποιήσει τις καμπτικές ροπές στη Ο5-Ι1 εάν κρατήσει τη μάζα έτσι ώστε το ΚΒ της να είναι κοντά στο σώμα της καθώς το σηκώνει (Nordin & Frankel, 1989).

2. η στάση της γυναίκας κατά την ανύψωση

Μπορεί να ελαχιστοποιήσει τις καμπτικές ροπές στην Ο5-Ι1 εάν λυγίσει τα γόνατά της για να σηκώσει το βάρος παρά εάν τα έχει τεντωμένα (Nordin & Frankel, 1989).

4. Μυϊκές Δυνάμεις και Ροπές

οι μυς πρέπει να παράγουν μία εκτατική ροπή ίση με το γινόμενο των καμπτικών ροπών που η βαρύτητα ασκεί γύρω από τον πλάγιο άξονα της O5-II άρθρ.

$$F_M * s_M = F_G * s_G$$

$$F_M = (F_G * s_G) / s_M$$

Εάν υποθέσουμε:

1. Η μεγαλύτερη καμπτική ροπή που αναπτύσσεται κατά μία ανύψωση με κάμψη των γονάτων είναι [1575 in*lbs.](#)
2. Η μέση τιμή του βραχίονα ροπής του μυ είναι 2 ίντσες,

Τότε πρέπει να αναπτύξει 787.5 lbs. Δύναμης στους εκτεινόντες για να πραγματοποιήσει την ανύψωση

5. Επίδραση των δυνάμεων στην επιφάνεια της O5-II

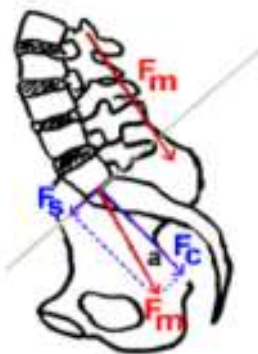


Η γραμμή αναφοράς στην εικόνα αντιπροσωπεύει την επιφάνεια της O5-II μεσοσπονδύλιας άρθρωσης

Το διάνυσμα F_m , που απεικονίζεται με κόκκινο, είναι ένας αντιπροσωπευτικός οσφυϊκός εκτεινών μυς

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την διανυσματική ανάλυση για να καταλάβουμε τις επιδράσεις αυτής της μυϊκής δύναμης στην επιφάνεια της O5-II

Αφού σχεδιάσουμε ένα αντίγραφο του διανύσματος της F_m έτσι ώστε το σημείο εφαρμογής του να βρίσκεται πάνω στη γραμμή αναφοράς το αναλύουμε στα δύο επιμέρους διανύσματα:



1. F_c , κάθετο στη γραμμή αναφοράς και αντιπροσωπεύει τη συμπίεση της άρθρωσης.
2. F_s , παράλληλο στη γραμμή αναφοράς και αντιπροσωπεύει την αρθρική ολίσθηση

$$(F_m)^2 = (F_c)^2 + (F_s)^2$$

$$\text{Συνεπάγεται: } F_s = F_m \sin a$$

$$\text{and } F_c = F_m \cos a$$

Τα σχετικά μεγέθη της ολίσθησης και της συμπίεσης που παράγονται από μία δύναμη σαν την F_m εξαρτώνται από τη γωνία που σχηματίζουν τα διανύσματα της με την επιφάνεια

της άρθρωσης. Σε αυτό το παράδειγμα η μυοσκελετική ανατομία κάνει τη γωνία μεταξύ του διανύσματος της μυϊκής δύναμης και της επιφάνειας της O5-I1 αρθρ. να είναι συνεχής. Οι βαρυτικές δυνάμεις οι οποίες είναι πάντα κάθετες, έχουν διαφορετικούς προσανατολισμούς στην επιφάνεια μιας άρθρωσης που εξαρτώνται από τη θέση ανύψωσης.

6. πως ελαχιστοποιούμε τη συμπιεστική δύναμη όταν σηκώνουμε βαριά αντικείμενα?

Γνωρίζουμε από τη διανυσματική ανάλυση ότι η συμπιεστική δύναμη F_c εξαρτάται από τη γωνία καθώς επίσης και από το μέγεθος ποικίλων δυνάμεων

$$F_c = F_m \cos a$$

$$\text{Επειτα, επειδή: } F_M = (F_G * S_G) / S_M$$

Κάνουμε μία περίληψη του τι ξέρουμε για τη συμπιεστική δύναμη:

$$F_c = [(F_G * S_G) * \cos a] / S_M$$

Ως, εκ' τούτου μπορούμε να μειώσουμε την οσφυϊκή συμπίεση (F_c) εάν:

1. μειώσουμε την F_g
2. μειώσουμε την S_G
3. μεταβάλλουμε την οσφυοιερά γωνία "α"
4. αυξήσουμε το S_M

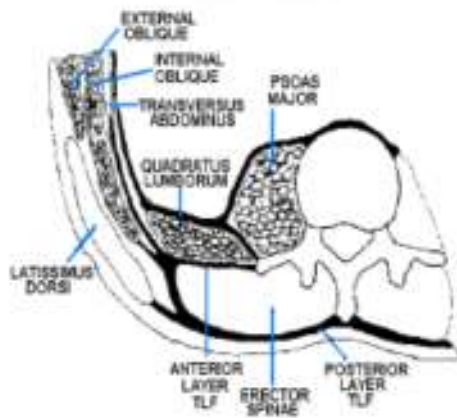
7. Ο ρόλος της ενδοκοιλιακής πίεσης

Μία δομή υπό πίεση είναι σχετικά δύσκαμπτη. Αντιστέκεται στο λύγισμα περισσότερο από μία κατασκευή που δεν είναι υπό πίεση.



Συγκρίνετε τη δυσκαμψία ενός γεμάτου τενεκεδένιου κουτιού μ' αυτή ενός άδειου

Ομοια καθιστούμε άκαμπτο τον κορμό πιέζοντας την κοιλιακή κοιλότητα !



Δύο μυς των οποίων οι γραμμές εφαρμογής κάνουν επίπεδο το χαμηλότερο κοιλιακό τοίχωμα και αυξάνουν την ενδοκοιλιακή πίεση (ΕΚΠ) (χωρίς να προκαλούν κάμψη του κορμού), είναι ο έσω πλάγιος και ο εγκάρσιος κοιλιακός.

Αυτοί οι μυς προσφύονται επίσης και στην θωρακοσφυϊκή περιτονία

Βιβλιογραφία

Bartelink, D.L. (1957). The role of abdominal pressure on the lumbar intervertebral discs. *Journal of Bone and Joint Surgery [Br]*, 39, 718-736.

Hertling, D., & Kessler, R.M. (1996). *Management of common musculoskeletal disorders: Physical therapy principles and methods*. (3rd ed.). Philadelphia: J.B. Lippincott.

Nordin, M., & Frankel, V.H. (1989). *Basic biomechanics of the musculoskeletal system* (2nd ed.). Philadelphia: Lea and Febiger.

Sullivan, M.S. (1994). Lifting and back pain. In Twomey, L.T., & Taylor, J.R. *Physical Therapy of the Low Back*. (2nd ed.). New York: Churchill Livingstone, 329-356.

Consult AHRQ's link to [clinical practice guidelines](#) for acute low back problems in adults (Guideline #14)

Εμβιομηχανική της αναπνοής

1. [Η βάση](#)
2. [Ενδοθωρακικοί όγκοι και πιέσεις](#)
3. [Θωρακική ανατομία](#)
4. [Θωρακικές κινήσεις κατά την εκπνοή και εισπνοή](#)
5. [Αναπνευστικοί μυς](#)
6. [Το διάφραγμα](#)

1. Η βάση (βασική γραμμή)

- Η ύλη ρέει από περιοχές υψηλής πίεσης σε περιοχές με χαμηλή πίεση.
- Όταν η ενδοθωρακική πίεση είναι χαμηλή, ο αέρας ρέει μέσα στους πνεύμονες.
- Όταν η ενδοθωρακική πίεση είναι υψηλή, ο αέρας ρέει έξω από τους πνεύμονες.

2. Ενδοθωρακικός όγκος και πίεση

Ο νόμος των ιδανικών αερίων:

$$PV = nRT$$

$$PV/nT = R$$

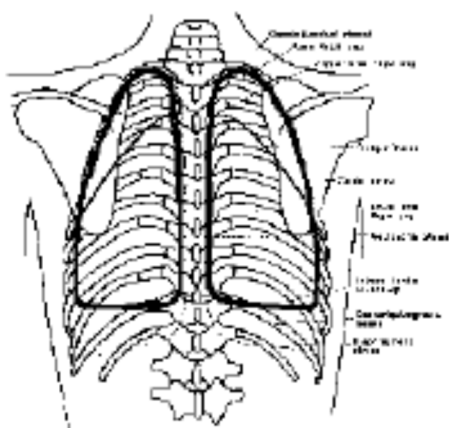
(όπου R είναι η σταθερά των αερίων)

συμπεράσματα:

- Σε μία συγκεκριμένη θερμοκρασία {πίεση X όγκος} είναι μία συνεχής ποσότητα
- Η πίεση και ο όγκος μεταβάλλονται αντίστροφα.

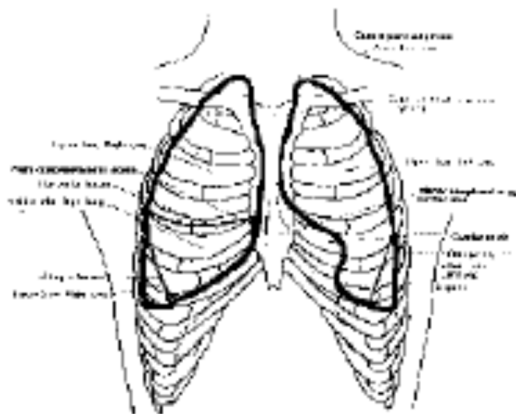
Μία αύξηση στο ένα συνδέεται με μία μείωση στο άλλο.

3. Ανατομία του Θώρακα



Η ακανθώδης απόφυση του Θ10 είναι ένα ορόσημο στην οπίσθια επιφάνεια για το κατώτερο όριο του θώρακα (Clemente, 1981).

- Βάση της ωμοπλατιαίας άκανθας στον Θ4
- Κάτω γωνία της ωμοπλάτης στον Θ8



Η ξιφοειδής απόφυση είναι ένα οδηγό σημείο στην πρόσθια επιφάνεια για το κατώτερο σημείο του πνεύμονα (Clemente, 1981).

4. Θωρακική κίνηση κατά την εισπνοή και εκπνοή

ΕΙΣΠΙΝΟΗ	ΕΚΠΙΝΟΗ
<p>ΤΟ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑ ΚΑΤΕΒΑΙΝΕΙ</p> <p>Ο ΘΩΡΑΚΙΚΟΣ ΚΛΩΒΟΣ ΑΝΥΨΩΝΕΤΑΙ ΚΑΙ/Η ΔΙΕΥΡΥΝΕΤΑΙ</p> <p>ΑΥΞΗΜΕΝΟΣ ΕΝΔΟΘΩΡΑΚΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ</p> <p>ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΕΝΔΟΘΩΡΑΚΙΚΗ ΠΙΕΣΗ</p> <p>ΥΨΗΛΗ ΠΙΕΣΜΕΝΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΑΕΡΑΣ ΕΙΣΒΑΛΕΙ ΣΤΟ ΧΑΜΗΛΑ ΠΙΕΣΜΕΝΟ ΠΝΕΥΜΟΝΑ</p>	<p>ΤΟ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑ ΑΝΕΒΑΙΝΕΙ</p> <p>Ο ΘΩΡΑΚΙΚΟΣ ΚΛΩΒΟΣ ΚΑΤΕΒΑΙΝΕΙ ΚΑΙ/Η ΣΥΣΤΕΛΕΤΑΙ</p> <p>ΕΛΑΤΤΩΜΕΝΟΣ ΕΝΔΟΘΩΡΑΚΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ</p> <p>ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΕΝΔΟΘΩΡΑΚΙΚΗ ΠΙΕΣΗ</p> <p>Ο ΥΨΗΛΑ ΠΙΕΣΜΕΝΟΣ ΑΕΡΑΣ ΣΤΟΥΣ ΠΝΕΥΜΟΝΕΣ ΕΞΕΡΧΕΤΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ</p>

5. Μυς της αναπνοής

	Εσπνοή	Εκπνοή
Ησυχoi (στοιχειώδεις μυς)	διάφραγμα έξω μεσοπλεύριοι	Ελαστική παλινδρόμηση του πνευμονικού ιστού, επιφανειακή τάση, βάρος των πλευρών, έσω μεσοπλεύριοι
Δυναμικοί (δευτερεύοντες ή συνεργοί)	στερνοκλειδομαστοειδής σκαλινοί μείζων θωρακικός ελάσσον θωρακικός πρόσθιος οδοντωτός οπίσθιος οδοντωτός άνω λαγονοπλευρικός	κοιλιακοί : έξω πλάγιος έσω πλάγιος ορθός κοιλιακός οπίσθιος κάτω οδοντωτός κάτω λαγονοπλευρικός νωτιαίος

6. Το Διάφραγμα

Η βράχυνση των ινών του διαφράγματος τραβάει

1. προς τα κάτω τον κεντρικό τένοντα
2. προς τα πάνω τις κατώτερες πλευρές

Κατά την εισπνοή ο κεντρικός τένοντας του διαφράγματος κατεβαίνει μέχρι να σταθεροποιηθεί από δυνάμεις που αναπτύσσονται σε:

1. επιμηκυμένες μεσοκοιλιακές δομές που τραβούν πάνω το διάφραγμα
2. συμπιεσμένα κοιλιακά περιεχόμενα που σπρώχνουν πάνω το διάφραγμα που κατεβαίνει

Όταν ο κεντρικός τένοντας σταθεροποιείται, είναι ακόμα υψηλότερα από τις κινητές προσφύσεις του διαφράγματος στα κατώτερα πλευρά. Έτσι, οι μυϊκές γραμμές εφαρμογής του διαφράγματος ανυψώνουν τα κατώτερα πλευρά. Εξ' αιτίας του προσανατολισμού των προσφύσεων στους σπονδύλους των κατώτερων πλευρών, η ανύψωση των πλευρών εκτείνει τις πλάγιες διαστάσεις του θώρακα.

Βιβλιογραφία:

Blaber, M. (1996). *The ideal gas equation*. Retrieved from October 31, 2001 from Florida State University, General Chemistry 1, A Virtual Textbook Web site: <http://wine1.sb.fsu.edu/chm1045/notes/Gases/IdealGas/Gases04.htm>

Clemente, C.D. (1981). *Anatomy*. (2nd ed.). Baltimore: Urban and Schwarzenberg.

Kapandji, I.A. (1974). Functional components of the vertebral column. In I.A. Kapandji, *The physiology of the joints: Vol. 3. The trunk and the vertebral column*. New York: Churchill Livingstone.

Poole, D.C., Sexton, W.L., Farkas, G.A., Powers, S.K., Reid, M.B. (1997). Diaphragm structure and function in health and disease. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29, 738-54. (full text version is available on Medline; Unique Identifier: 97362737).

Rasch, P.J., & Burke, R.K. (1978). *Kinesiology and applied anatomy* (6th ed.). Philadelphia: Lea and Febiger.
