

Ισορροπία & Σταθερότητα στην Ανθρώπινη Κίνηση

Ενότητα 8^η

Ιωάννης Γιαννακόπουλος M.Sc.

Βιομηχανική

Γενική Γραμματεία Αθλητισμού

Σχολή προπονητών Αγωνιστικής
Αναρρίχησης & Ορειβατικού Σκι



Τρίκαλα 2019



Θέματα προς ανάλυση

- Ροπή δύναμης
- Συνισταμένη ροπή άρθρωσης
- Μοχλοί
- Ανατομικοί μοχλοί
- Κέντρο βάρους
- Σταθερότητα και ισορροπία

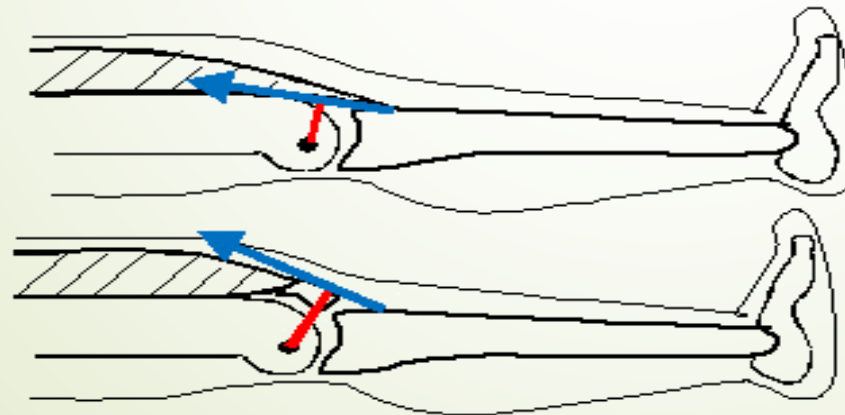
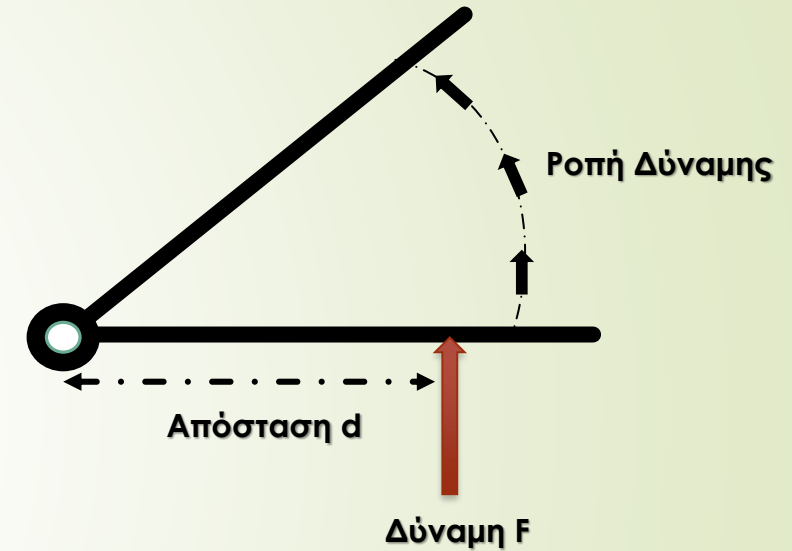


Μετά την ολοκλήρωση της ενότητας ο σπουδαστής θα είναι σε θέση να:

- Ορίζει τη ροπή, να γνωρίζει πως υπολογίζονται οι συνισταμένες ροπές των αρθρώσεων του ανθρώπινου σώματος και τους παράγοντες που μπορούν να τις επηρεάσουν
- Διακρίνει τα τρία είδη μοχλών, να εξηγήσει την εφαρμογή και σημαντικότητα τους στο ανθρώπινο σώμα αλλά και να μπορεί να εξηγήσει πως σχετίζεται το μηχανικό πλεονέκτημα με αυτούς
- Μπορεί να προσδιορίσει το κέντρο βάρους ενός σώματος και να εξηγήσει τη σημασία του στην σταθερότητα του ανθρώπινου σώματος κατά τη διάρκεια της κίνησης
- Εξηγεί πως οι διάφοροι μηχανικοί παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν άμεσα τη σταθερότητα και την ισορροπία ενός σώματος

Ροπή Δύναμης

- Το αποτέλεσμα (περιστροφή) ενός σώματος λόγω μη κεντρικής δύναμης
- Γωνιακό αντίστοιχο της γραμμικής δύναμης
- $M = F \cdot d$, όπου d = κάθετη απόσταση δύναμης από άξονα περιστροφής
- Μονάδα μέτρησης $N \cdot m$



Ροπή Δύναμης

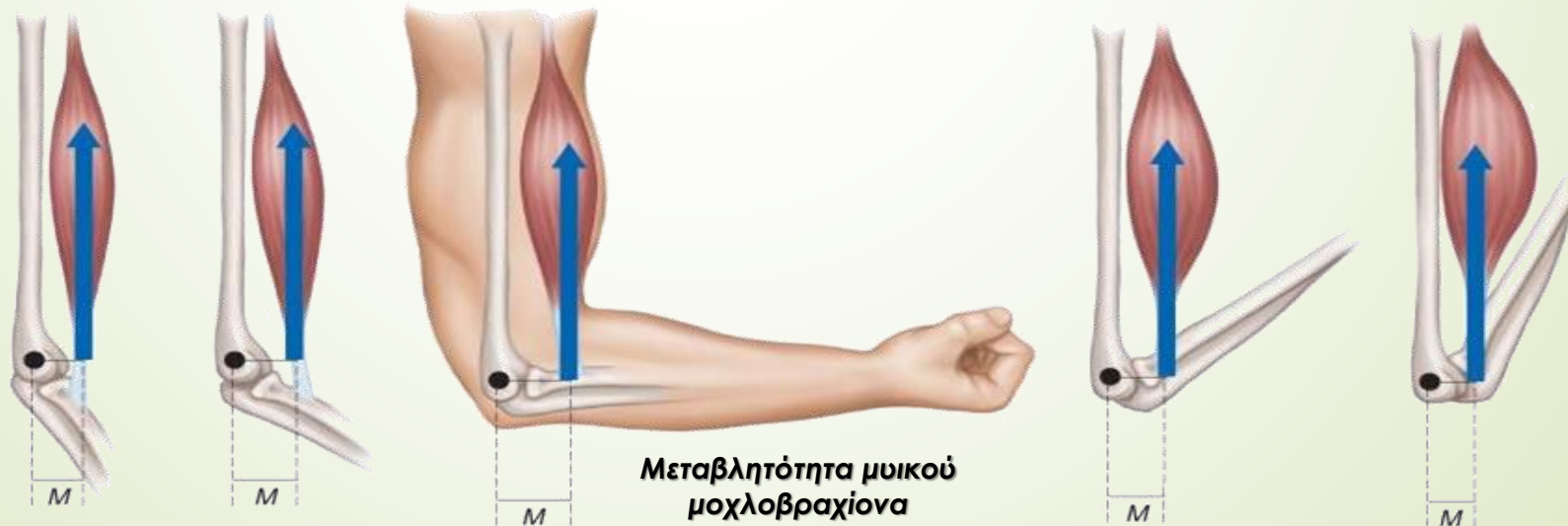
Ανθρώπινο σώμα

- Ροπή μυϊκής δύναμης
- Γινόμενο μυϊκής δύναμης & μοχλοβραχίονα αυτής

Κάθετη απόσταση γραμμής δράσης δύναμης από κέντρο άρθρωσης

❖ Μυϊκός μοχλοβραχίονας → Μεταβλητός!

- Εξαρτάται από γωνία έλξης μύος - οστού
- Μεταβλητός μοχλοβραχίονας = Μεταβλητή ροπή! $M = F * d$
- Παραγωγή σταθερής ροπής → Παραγωγή μεταβαλλόμενης μυϊκής δύναμης για αντιστάθμιση των αλλαγών του μοχλοβραχίονα στο εύρος κίνησης $M = \uparrow F * \downarrow d$



Συνισταμένη Ροπή Άρθρωσης

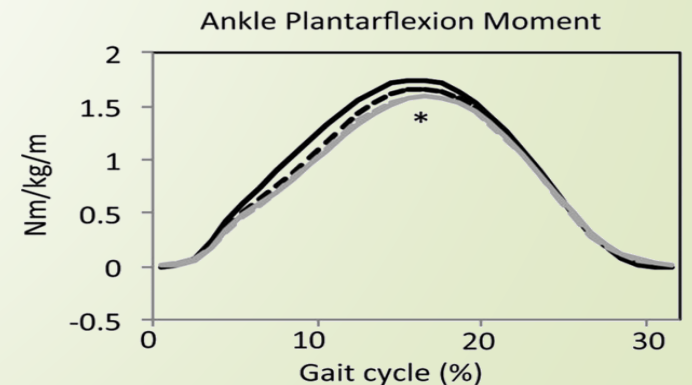
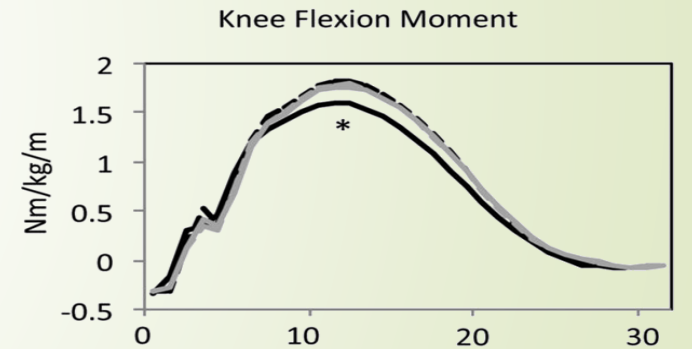
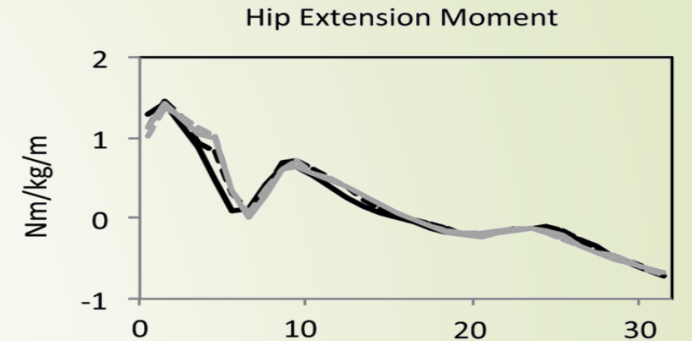
Αποτέλεσμα επιμέρους ροπών
αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών

- Συνισταμένη ροπή & κίνηση ίδια κατεύθυνση → Σύγκεντρη ροπή
- Συνισταμένη ροπή & κίνηση αντίθετη κατεύθυνση → Έκκεντρη ροπή

Σχετίζονται με μειομετρική και πλειομετρική συστολή αλλά δεν πρέπει να αναφέρονται για μυική λειτουργία !

Συνισταμένη ροπή → Μεγάλη πρακτική
σημαντικότητα !

Συνισταμένες ροπές ισχίου,
γόνατος και ποδοκνημικής
καθόλη τη διάρκεια ενός
κύκλου βαδίσματος



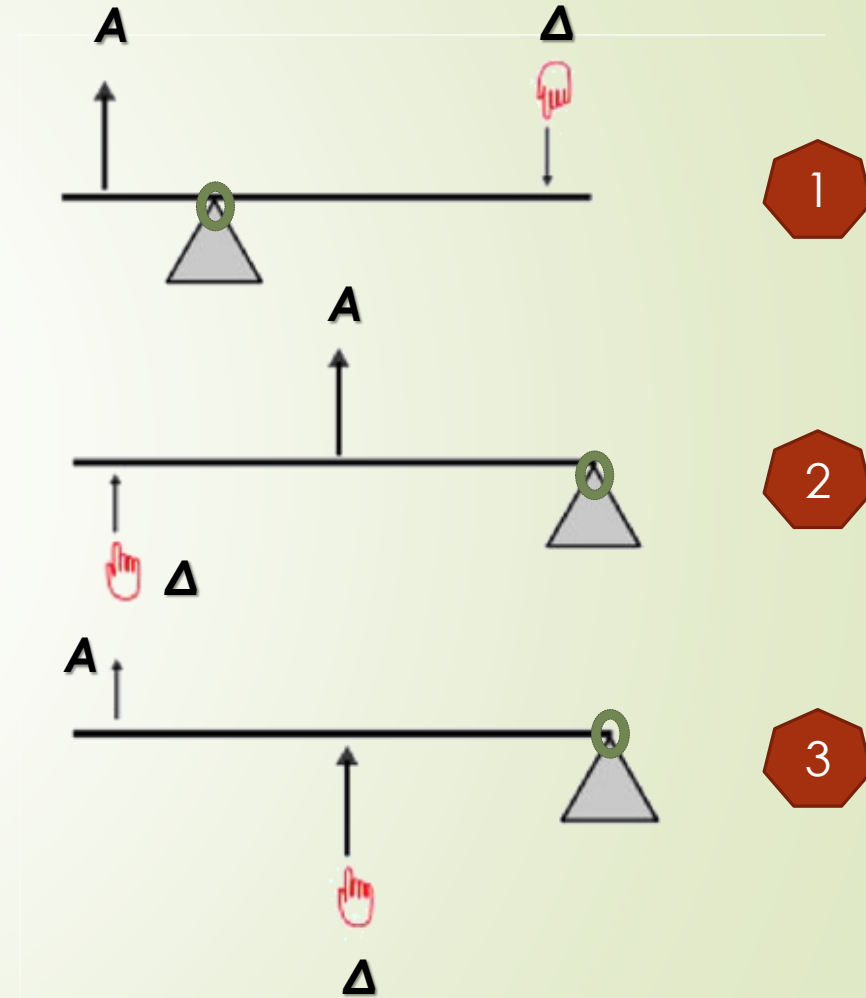
Μοχλοί

➤ Απλές κατασκευές που αποτελούνται από ράβδο που περιστρέφεται γύρω από άξονα (υπομόχλιο) λόγω εφαρμοζόμενης δύναμης

➤ Τριών ειδών:

1. Δύναμη & αντίσταση → αντίθετες πλευρές του άξονα
2. Δύναμη & αντίσταση → ίδιες πλευρές του άξονα (αντίσταση κοντύτερα)
3. Δύναμη & αντίσταση → ίδιες πλευρές του άξονα (δύναμη κοντύτερα)

↖
Περισσότεροι μοχλοί ανθρώπινου σώματος → 3^{ου} είδους



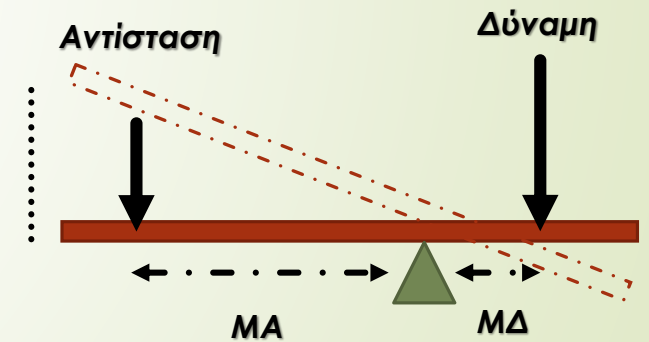
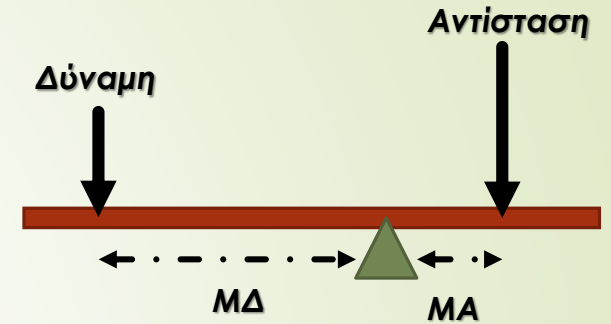
Μοχλοί

Μηχανικό Πλεονέκτημα (ΜΠ) → Λόγος που εκφράζει την αποτελεσματικότητα μοχλού

Μοχλ/νας Δύναμης (ΜΔ) / Μοχλ/νας Αντίστασης (ΜΑ)

2 Περιπτώσεις

- $M\Delta > M\Lambda \rightarrow M\Pi > 1 \rightarrow$ Μέγεθος δύναμης < Μέγεθος αντίστασης
- $M\Delta < M\Lambda \rightarrow M\Pi < 1 \rightarrow$ Μέγεθος δύναμης > Μέγεθος αντίστασης, μεγαλύτερη κίνηση μοχλού

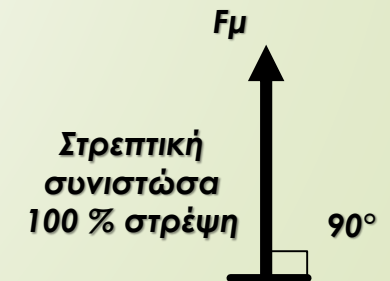
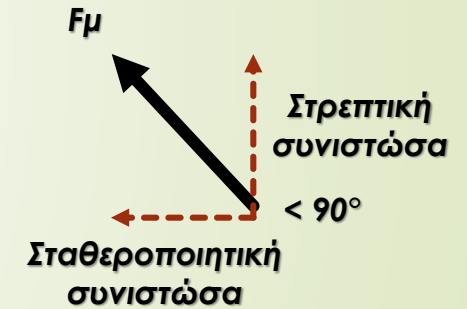
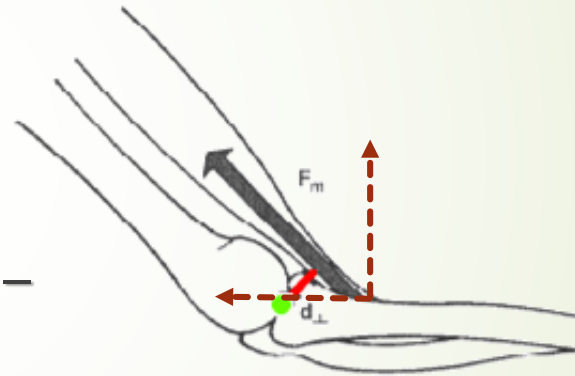
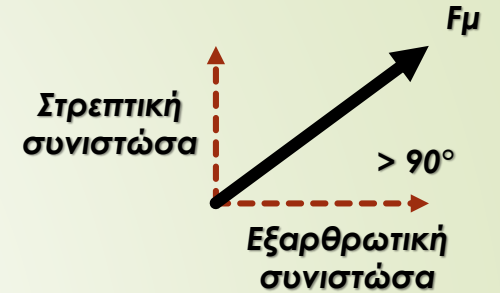
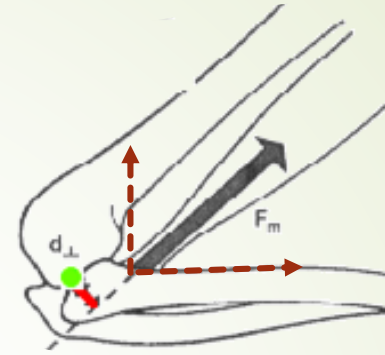


Ανατομικοί Μοχλοί

Γωνία πρόσφυσης μυός →
Επηρεάζει την αποτελεσματικότητα
μοχλού μυός – οστού !

➤ Ανάλυση μυικής δύναμης

- Κάθετη συνιστώσα (Στρεπτική) –
παράγει την περιστροφή
- Παράλληλη συνιστώσα
(Εξαρθρωτική – Σταθεροποιητική)



Κέντρο Βάρους

Κέντρο μάζας σώματος

Σημείο όπου η μάζα είναι ίσα κατανεμημένη προς όλες τις κατευθύνσεις

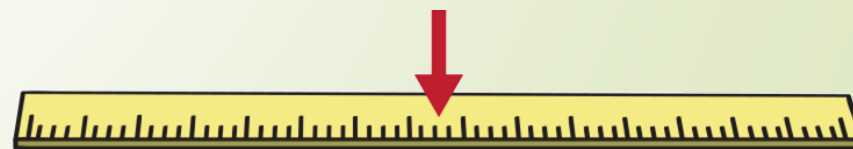
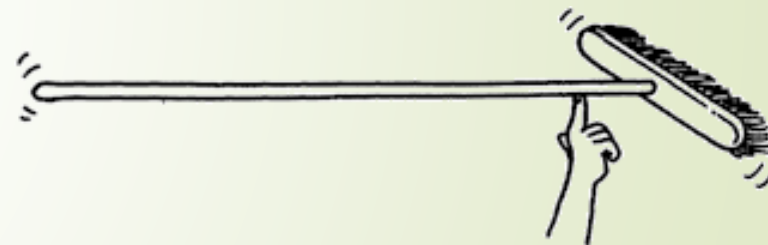
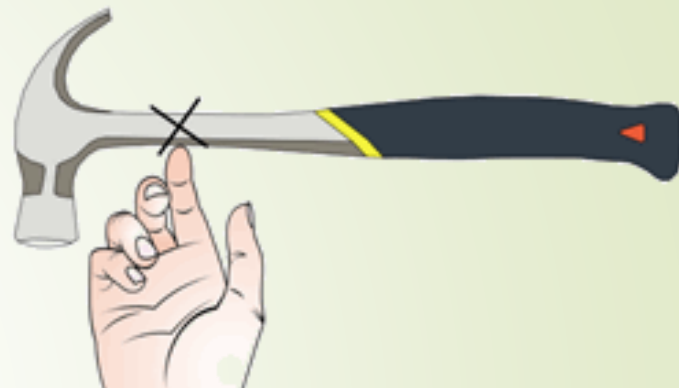
Κέντρο βάρους σώματος

Σημείο όπου το βάρος είναι ισορροπημένο προς όλες τις κατευθύνσεις ή σημείο όπου το άρθροισμα των ροπών από τα βάρη των μελών του είναι μηδέν

Προσοχή!

Ο τελευταίος ορισμός δεν υπονοεί ότι τα βάρη που βρίσκονται στην αντίθετη πλευρά του σώματος είναι ίσα, αλλά ότι οι ροπές που παράγουν αυτά είναι ίσες! Υπάρχει και ο μοχλοβραχίονας στην εξίσωση που μπορεί να είναι διαφορετικός! ($M=F*d$)

Συνήθως αναφέρονται στο ίδιο σημείο



Κέντρο Βάρους

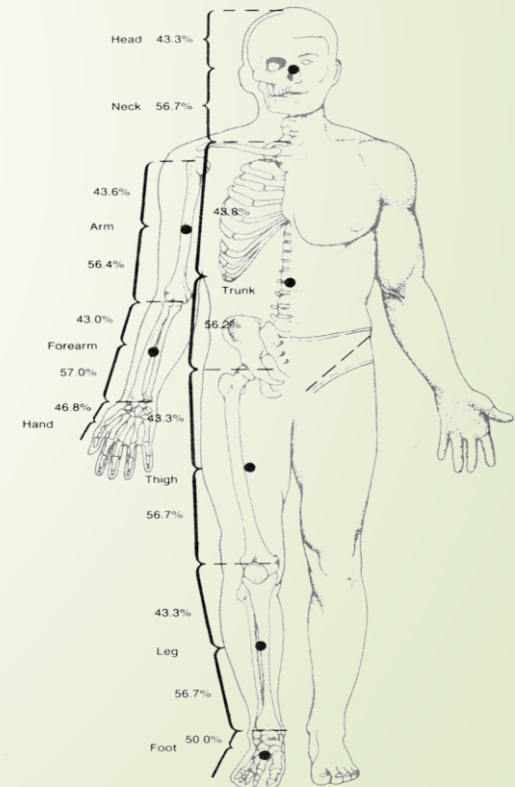
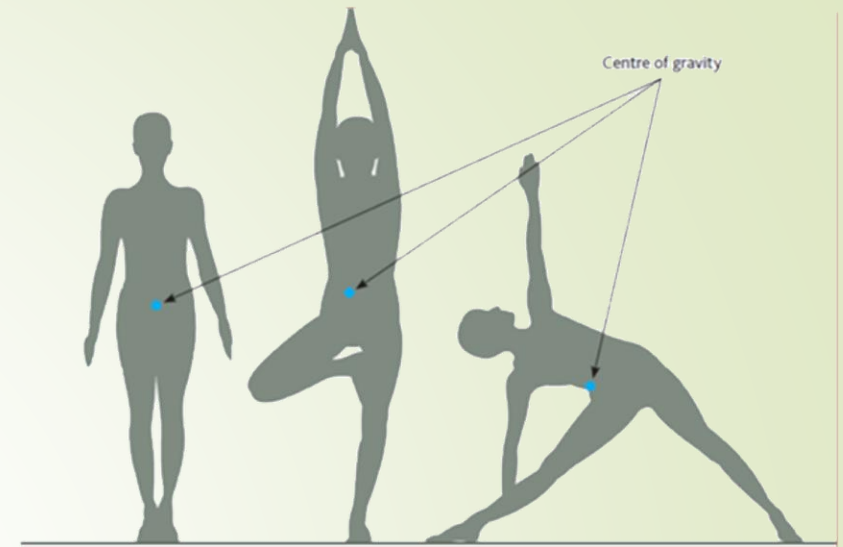
Κέντρο βάρους ανθρώπινου σώματος

- Πολύπλοκη διαδικασία
- Το σώμα μας αποτελείται από διαφορετικού μεγέθους και μάζας μέλη
- Κάθε κίνηση μέλους, αλλάζει το συνολικό κέντρο βάρους

Τμηματική Μέθοδος Υπολογισμού

Στηρίζεται στο ότι αφού το σώμα αποτελείται από διαφορετικά μέλη, η θέση του κέντρου βάρους εξαρτάται από τα επιμέρους κέντρα βάρους των μελών του

Εξίσωση υπολογισμού: $KB = \Sigma (X\mu) * (m\mu) / \Sigma m$



Σταθερότητα & Ισορροπία

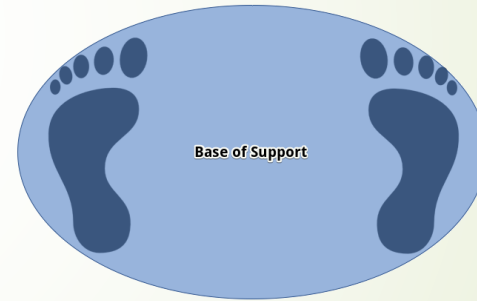
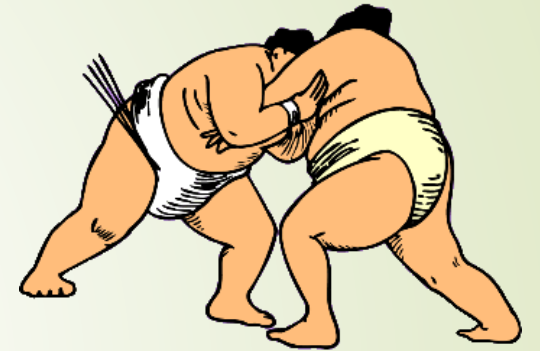
Η μεγιστοποίηση της σταθερότητας είναι ο κύριος σκοπός τις περισσότερες φορές, αλλά υπάρχουν και περιπτώσεις που η μείωση της είναι επιθυμητή και γίνεται εκούσια!

Σταθερότητα : αντίσταση σε επιτάχυνση ή διατάραξη ισορροπίας

Ισορροπία : Ικανότητα ατόμου να ελέγξει την ισορρόπηση του

Παράγοντες που επηρεάζουν την σταθερότητα

- Μάζα
- Τριβή
- Εμβαδόν βάσης στήριξης
- Οριζόντια θέση ΚΒ σε σχέση με βάση
- Ύψος ΚΒ σε σχέση με βάση



Ανακεφαλαίωση

- ▶ Η ροπή δύναμης είναι το στροφικό αποτέλεσμα μιας μη κεντρικής δύναμης που δρα σε ένα σώμα και είναι η αντίστοιχη δύναμη σε γωνιακές συνθήκες (περιστροφικές)
- ▶ Στο ανθρώπινο σώμα η ροπή ορίζεται ως το γινόμενο της μυικής δύναμης και του μοχλοβραχίονα της από το κέντρο της άρθρωσης. Αυτός ο μοχλοβραχίονας είναι μεταβλητός στο εύρος της άρθρωσης
- ▶ Η συνισταμένη ροπή άρθρωσης είναι η ροπή αγωνιστών και ανταγωνιστών και έχει μεγάλη πρακτική σημασία
- ▶ Ο μοχλός είναι μία απλή κατασκευή που αποτελείται από ράβδο που περιστρέφεται γύρω από άξονα (υπομόχλιο) λόγω εφαρμοζόμενης δύναμης και διακρίνονται τρία είδη
- ▶ Το μηχανικό πλεονέκτημα εκφράζει την αποτελεσματικότητα ενός συστήματος μοχλού
- ▶ Η αποτελεσματικότητα ενός ανατομικού μοχλού επηρεάζεται από τη γωνία πρόσφυσης του μυός και το διάνυσμα δύναμης που παράγει αναλύεται σε δύο συνιστώσες
- ▶ Το κέντρο βάρους είναι το σημείο που ισορροπεί ένα σώμα και είναι το ίδιο σημείο με το κέντρο μάζας του
- ▶ Η σταθερότητα ενός σώματος επηρεάζεται από τη μάζα του, την τριβή με την επιφάνεια επαφής, το εμβαδόν της βάσης στήριξης του και την οριζόντια θέση και ύψος του ΚΒ σε σχέση με τη βάση στήριξης



Βιβλιογραφία

- ▶ Hall S.J. (2002). **Basic Biomechanics**. McGraw-Hill Companies, USA.