

# Μέθοδοι Βιοκινητικών Μετρήσεων

## Διάλλεξη 5

### Δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους

Γιάννης Γιάκας PhD

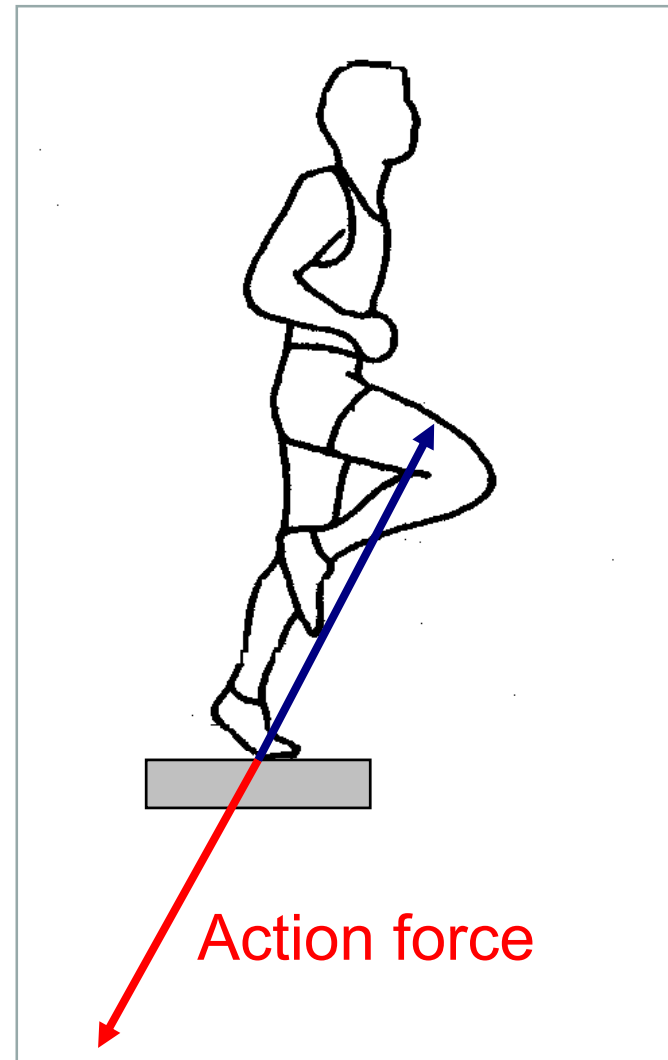
# Σκοπός

- Εισαγωγή στην χρήση δυναμοδαπέδων για μετρήσεις στην εμβιομηχανική. Πιο συγκεκριμένα:
  - Εφαρμογές και περιορισμοί
  - Κατανόηση των τριών δυνάμεων
  - Πως γίνεται η μέτρηση
  - Τυπικές δυνάμεις κατά την βάρδιση και το τρέξιμο

## Τι μετράει ?

“A force platform is a device designed to measure the forces exerted by a body on an external surface, namely the force platform”.

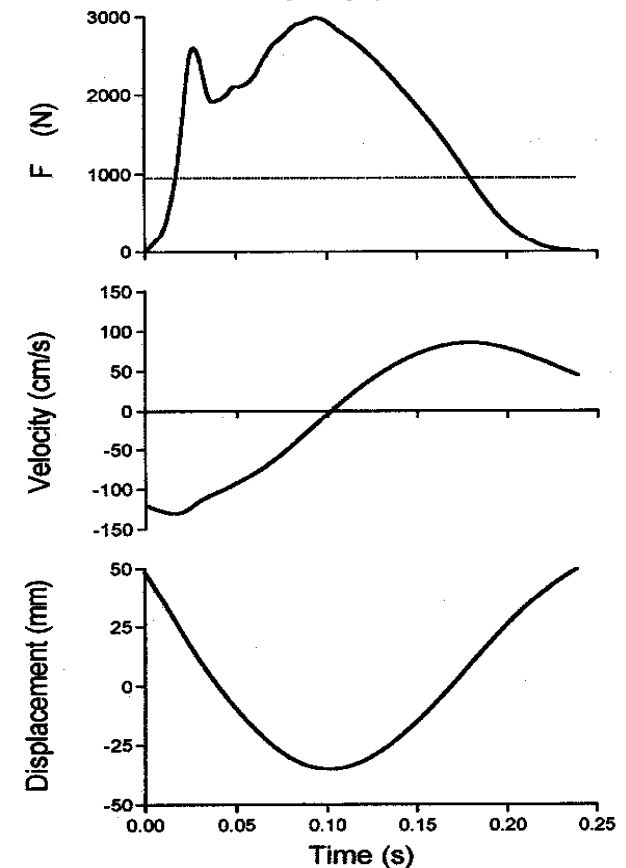
Dainty and Norman (1987)



# Χρήση δυναμοδαπέδων

- Κατανόηση της κίνησης όλου του σώματος
  - Νόμοι Newton
    - Kinetics  $\Rightarrow$  Kinematics
- Κατανόηση πως επιβαρύνεται όλο το σώμα σε κινήσεις που περιλαμβάνουν κρούσεις
- Αξιολόγηση των χαρακτηριστικών σε διάφορα πατώματα, παπούτσια και άλλα προστατευτικά προϊόντα

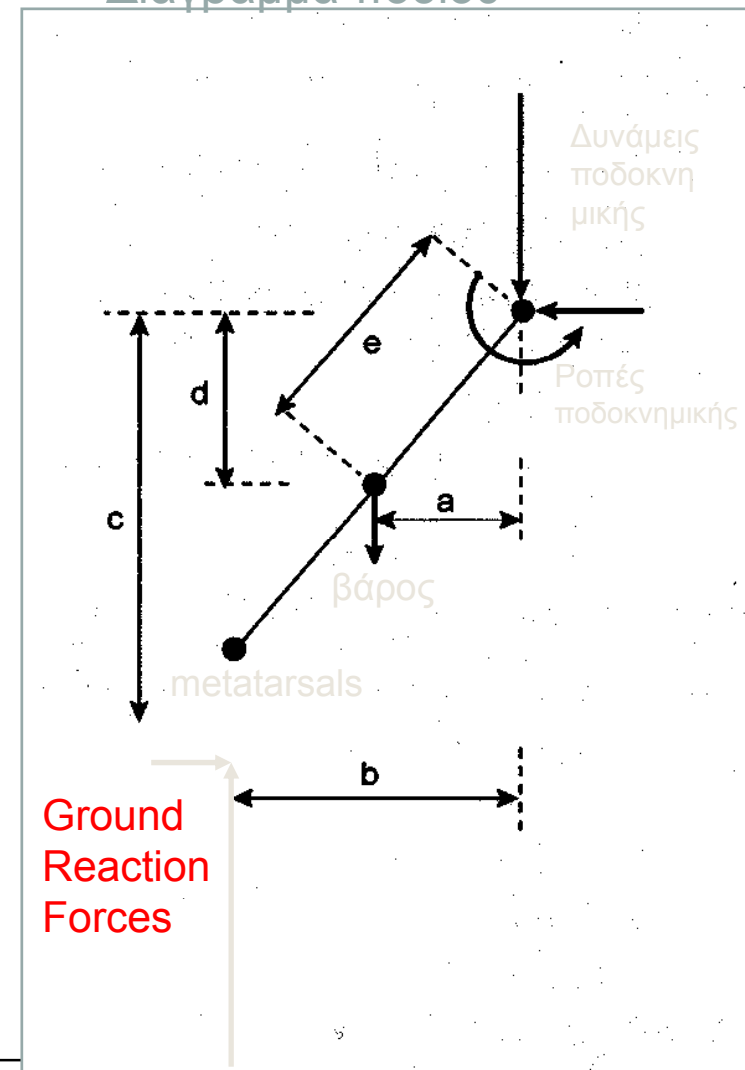
Κατακόρυφα κινητικά και  
κινηματικά χαρακτηριστικά  
στο τρέξιμο



# Χρήση δυναμοδαπέδων

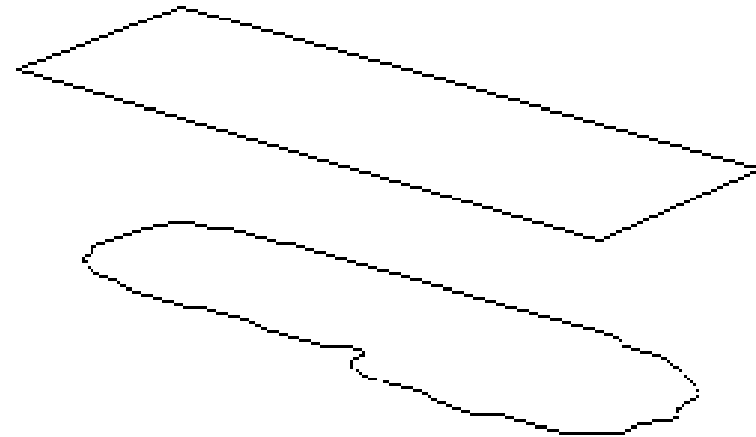
- Μέτρηση μεταφοράς βάρους σε διάφορες κινήσεις
  - Π.χ. Γκολφ, τοξοβολία
- Παράμετρος σε βιομηχανικά μοντέλα για τον υπολογισμό αρθρικών δυνάμεων και ροπών
  - Εξήγηση κίνησης
  - Υπολογισμός επιβαρύνσεων

Διάγραμμα ποδιού

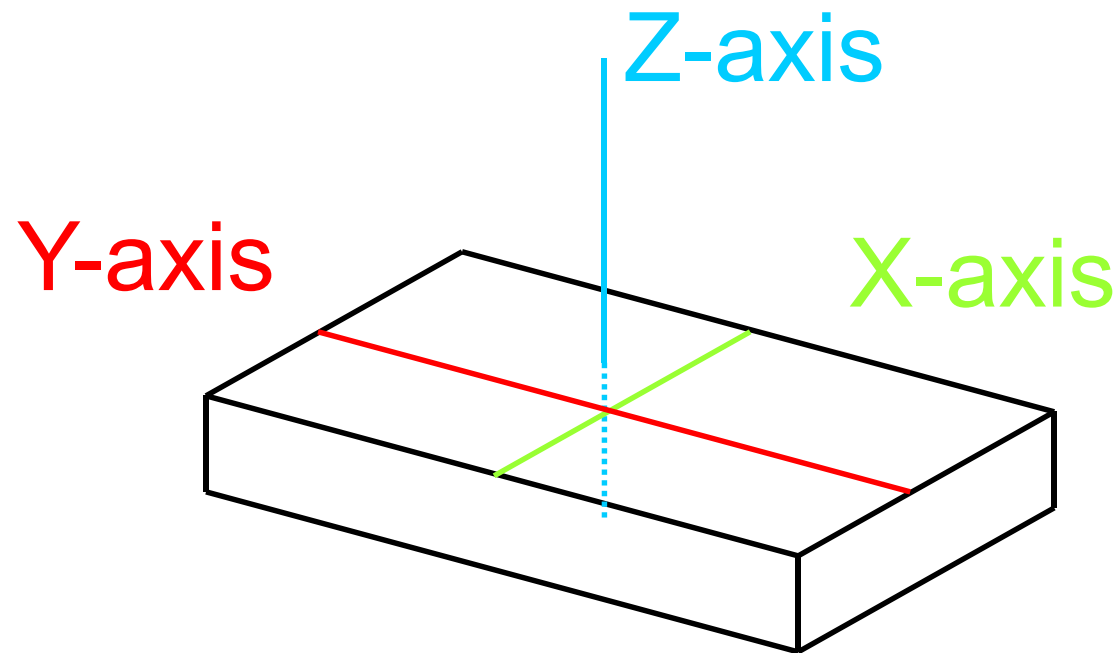


# Περιορισμοί

- Δεν μετράει την κατανομή της επιβάρυνσης (e.g. foot)
  - pressure platform or insoles
- Παραγόμενη πληροφορία κίνησης είναι για όλο το σώμα (KM)
  - Χρειάζεται ανάλυση κίνησης για τα κινηματικά των μελών



Τα δυναμοδάπεδα μετρούν τους τρεις κάθετους άξονες της δύναμης αντίδρασης του εδάφους

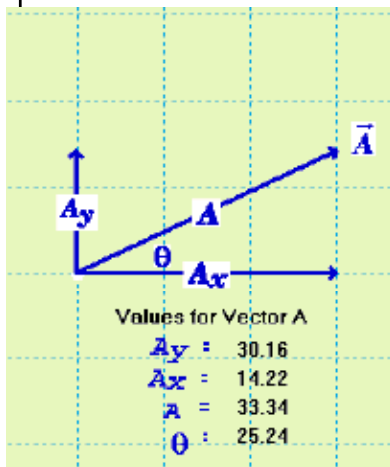
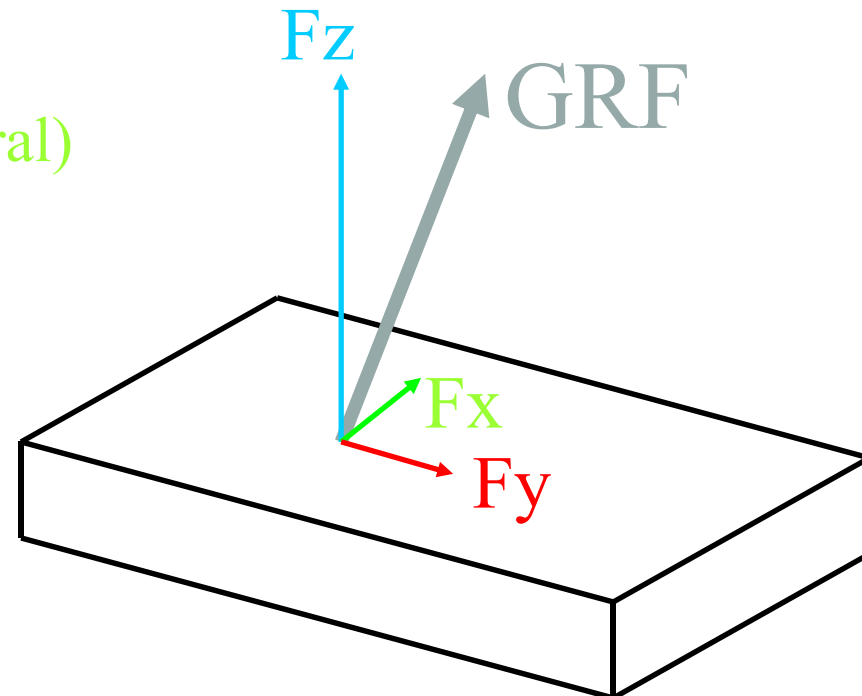


# Orthogonal components of GRF

$F_z =$  vertical component of GRF

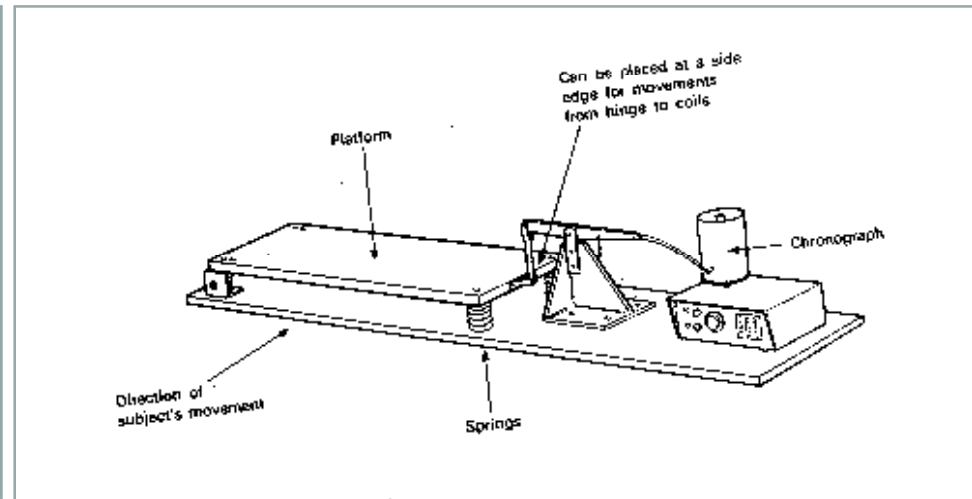
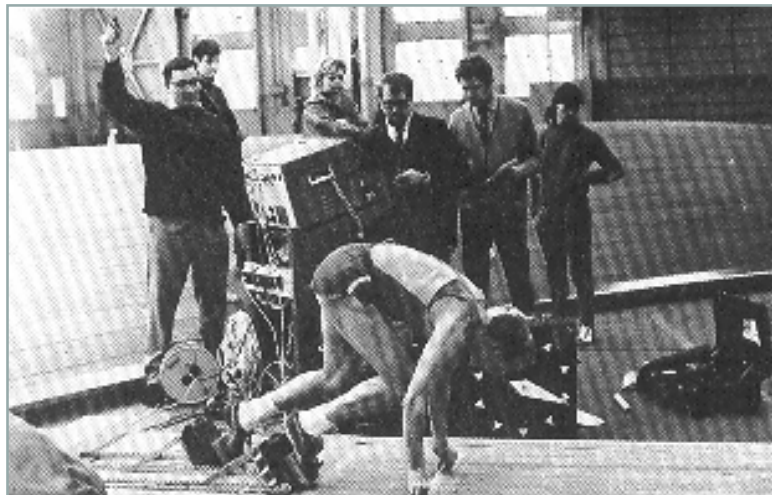
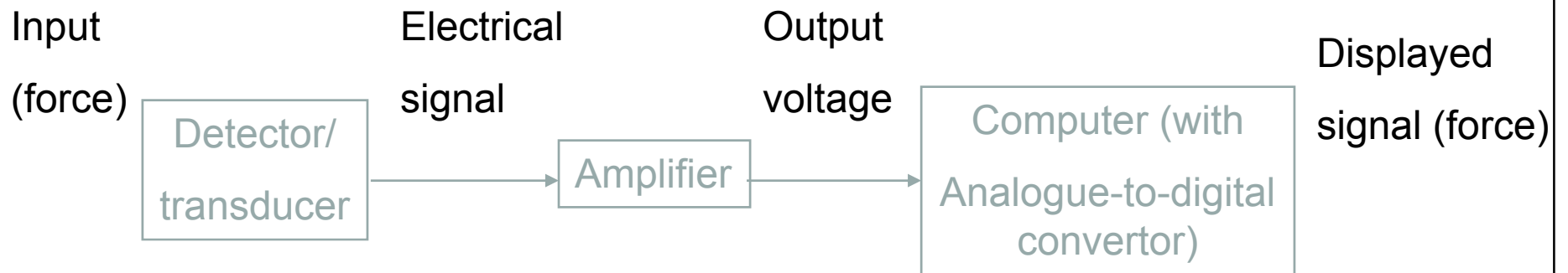
$F_y =$  horizontal (anterior-posterior)  
component of GRF

$F_x =$  horizontal (medial-lateral)  
component of GRF





# Πως μετράται η δύναμη

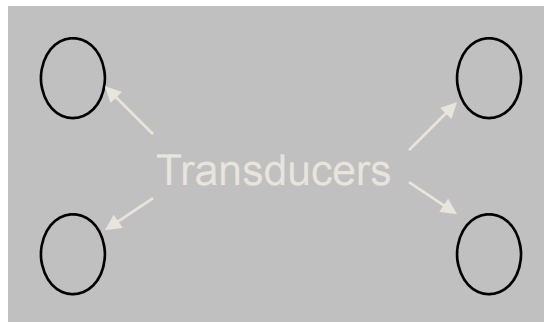


# Σύγχρονα δυναμοδάπεδα

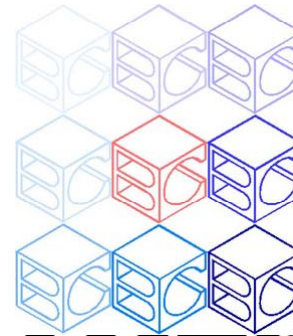
**KISTLER**

measure. analyze. innovate.

- Piezoelectric
  - Quartz crystal generates electrical charge when subjected to mechanical strain



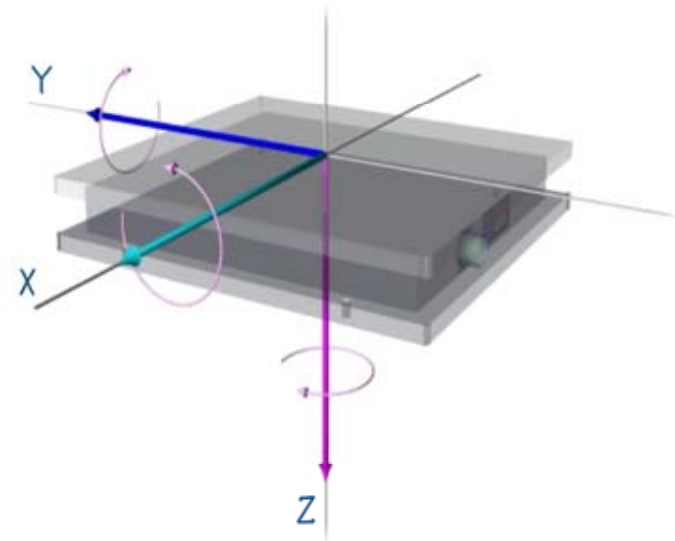
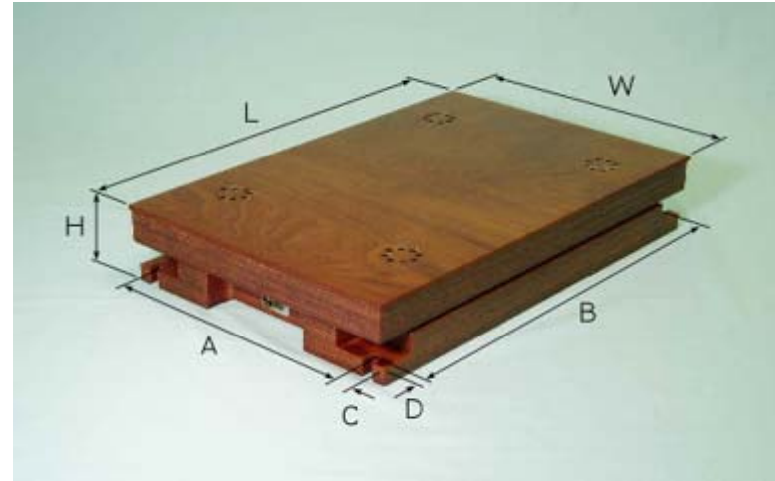
- Ideal for measuring rapidly changing forces of short duration



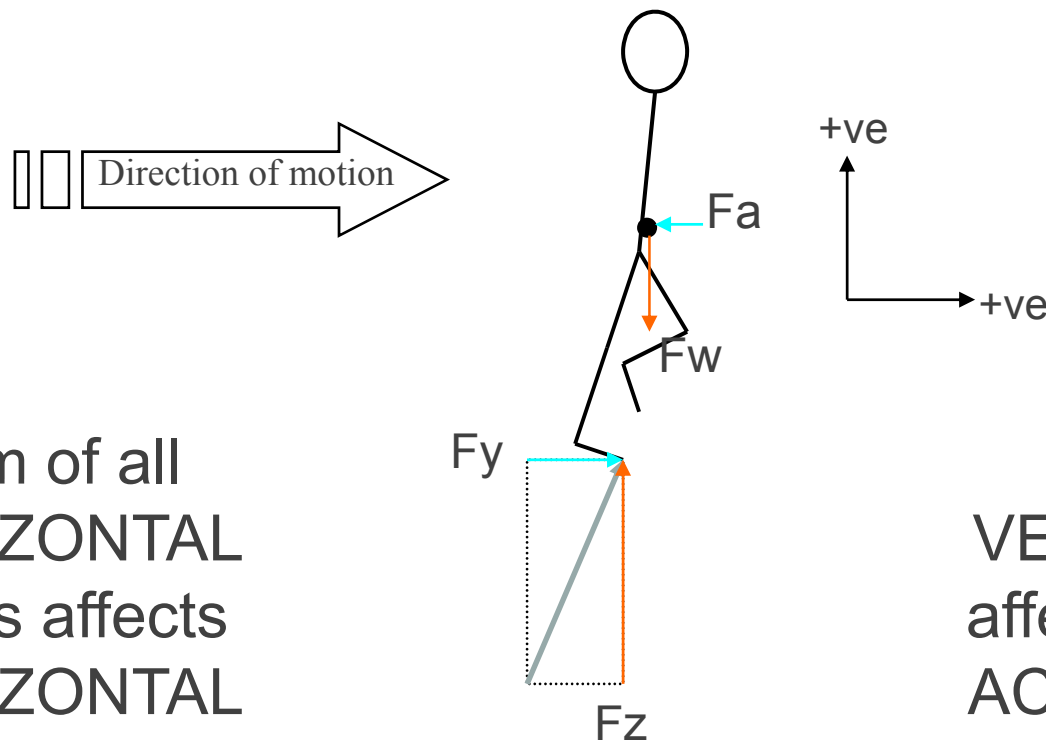
**BERTEC**

**AMTI** 

- Strain Gauge
  - Deformation of strain gauge attached to plate is proportional to change in electrical resistance
  - Ideal for measuring fairly constant forces over long duration
    - e.g. measurements of stability



Ελεύθερο διάγραμμα σώματος (Free Body Diagram) δείχνει τις δυνάμεις που ασκούνται σε ένα σώμα



Sum of all  
HORIZONTAL  
forces affects  
HORIZONTAL  
ACCELERATION:

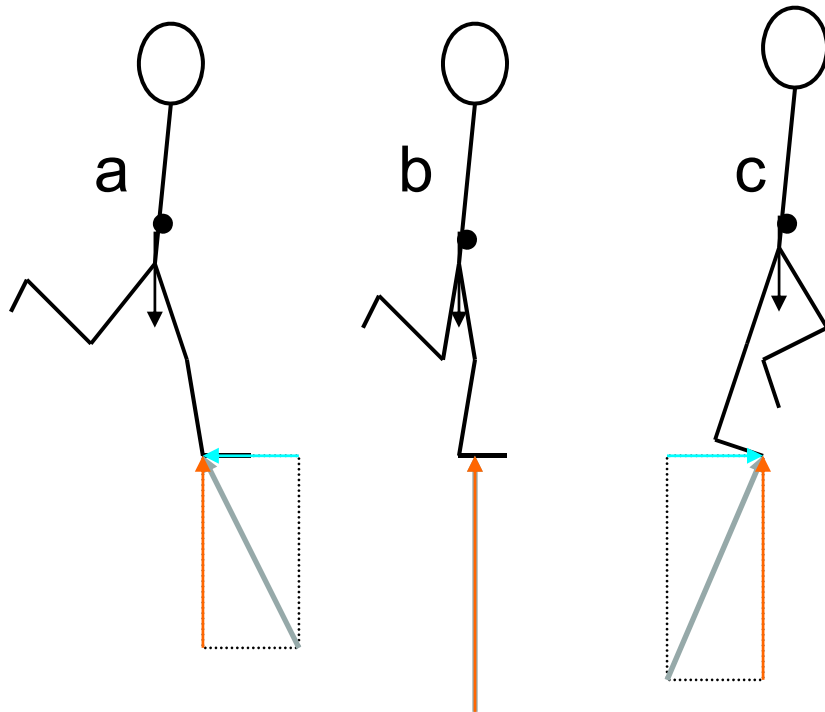
$$F_y - F_a = m \cdot a_y$$

Sum of all  
VERTICAL forces  
affects VERTICAL  
ACCELERATION:

$$F_z - F_w = m \cdot a_z$$

Εγκατάσταση

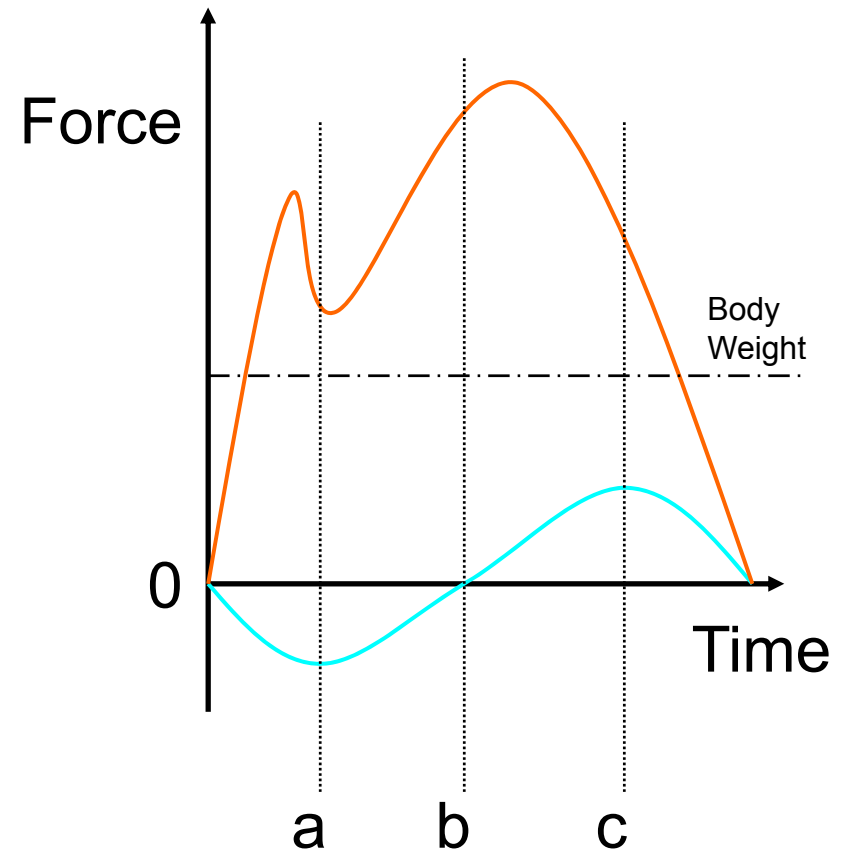
# Ground Reaction Force (GRF) κατά το τρέξιμο



Resultant GRF

$F_z$  – vertical component of GRF

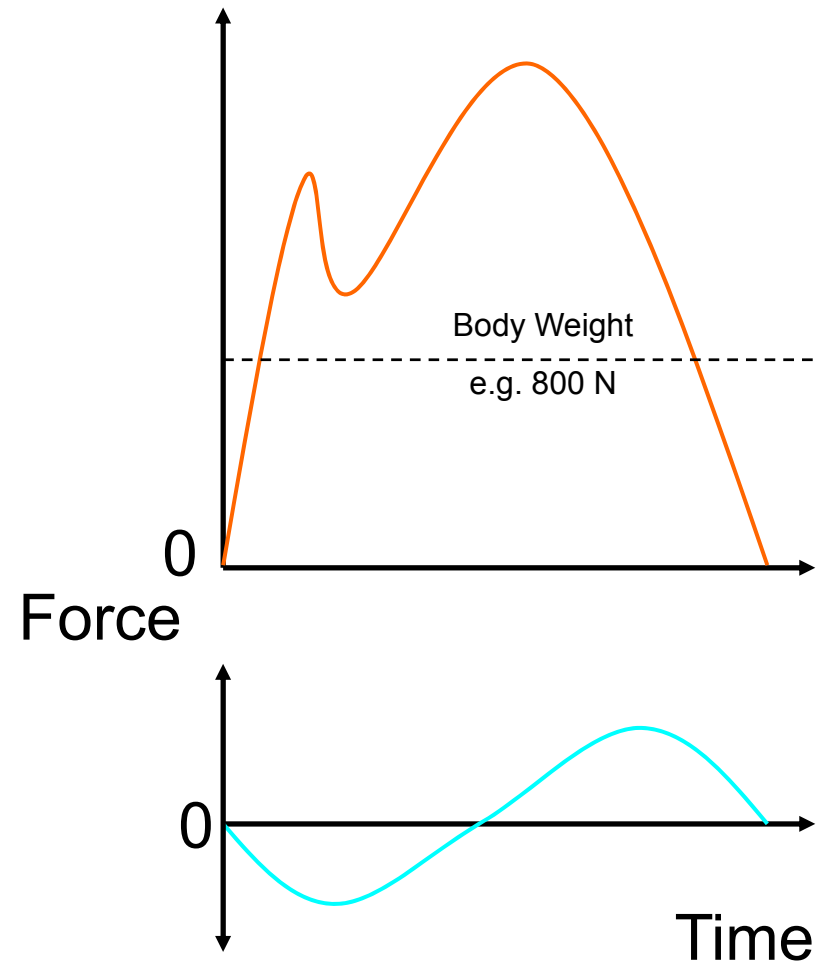
$F_y$  – anterior-posterior component of GRF



# Τυπικές παράμετροι / τιμές: Μέγιστες δυνάμεις

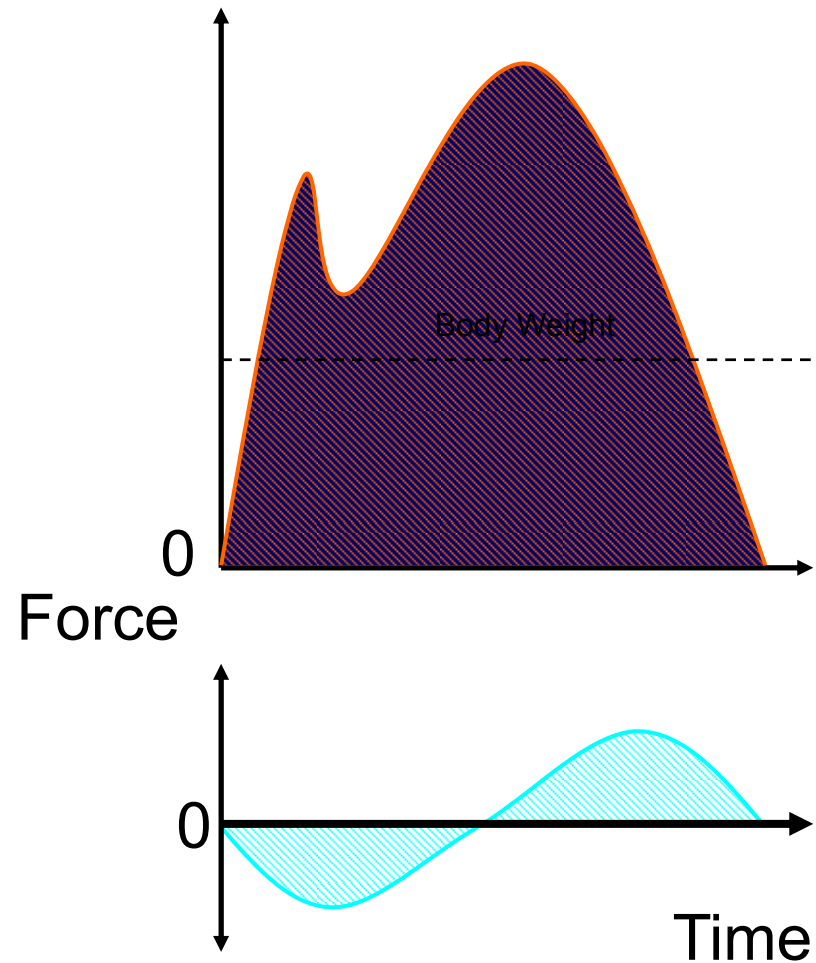
- $F_z$  (vertical)
  - Impact Peak
  - Active Peak
- $F_y$  (horizontal, anterior-posterior)
  - Braking Peak
  - Propulsive Peak

Peak Forces are often normalised by converting them to a proportion of the subject's body weight (e.g. 1600 N would be 2 x BW or 2 BW)



# Τυπικές παράμετροι / τιμές: Ωθηση (Impulse)

- Impulse = περιοχή κάτω από την καμπύλη δύναμης (F) - χρόνου (t)
  - Impulse =  $F \cdot t$
  - Ολοκλήρωμα
- Impulse = μεταβολή της ορμής (Momentum)
  - $F \cdot t = \Delta M$
- Momentum = mass (m) \* velocity (v)
  - $M = m \cdot v$
  - $\therefore F \cdot t = m \cdot \Delta v$
  - $\therefore \Delta v = \frac{F \cdot t}{m}$





# Βιβλιογραφία

- Bartlett, R.M. (1997). Introduction to Sports Biomechanics. London: E&FN Spon (Chapter 6).
- Cavanagh, P.R. (ed) (1990). Biomechanics of Distance Running. Champaign, IL.: Human Kinetics (Chapter 8).
- Enoka, R.M. (2002). Neuromechanics of Human Movement. Champaign, IL.: Human Kinetics (pages 57-62 & 76-85).
- Nigg, B.M. and Herzog, W. (eds) (1999). Biomechanics of the Musculoskeletal System. Chichester: Wiley (pages 261-280).