Biomeccanica II

Lez. BM1

Lunedì 6 Aprile 2009 14÷15:30

Luca P. Ardigò

Anno Accademico 2008/2009

1° Anno comune: Biomeccanica (Prof. Paola Zamparo), le basi della biomeccanica.

Anno Accademico 2008/2009

2° Anno curriculum scientifico: Biomeccanica II, le 'biomeccaniche specifiche'.

Natura dell'intervento didattico

Completamento Biomeccanica (cinematica angolare & dinamica angolare).

Introduzione e Marcia (o cammino).

Corsa.

Salti.

Natura dell'intervento didattico (segue)

Lanci.

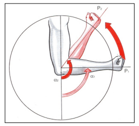
Natura dell'intervento didattico (segue)

\+ esercitazz. (frequenza obbligatoria, non controllo le presenze, portarsi computer portatile, completamento lezz. frontali)

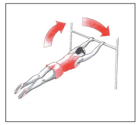
\+ 3 verifiche a sorpresa (domande a risp. aperta/multipla/conti, non si copia, controllo).

CINEMATICA ANGOLARE

- Un moto si dice circolare quando tutti i punti del corpo si muovono attorno a un asse di rotazione descrivendo una traiettoria o un arco di circonferenza
- I movimenti dei segmenti corporei umani avvengono, nella loro quasi totalità, con traiettorie angolari descriventi archi di circonferenza; non sono mai rotazioni complete (anche la rotazione della spalla non è una traiettoria circolare)



L'asse attorno al quale avvengono le rotazioni nei movimenti corporei può anche collocarsi all'esterno del corpo (capriole a terra, rotazioni attorno alla sbarra o agli anelli)



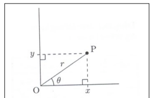


Figure 13.1 *Rectangular and polar coordinates of point P.*

Il moto circolare (bidimensionale) viene generalmente descritto in termini di coordinate polari (r e θ)

$x = r \cos \theta$

$y = r \sin \theta$

$r^2 = x^2 + y^2$

$\theta = \arctan(y/x)$

Il moto circolare, come già il moto rettilineo, può essere diviso in :

Circolare uniforme

Circolare non uniforme

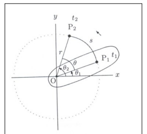


Figure 13.2 $\theta = \theta_2 - \theta_1$ *is the angular displacement in the time interval between* t_1 *and* t_2.

Table 13.1 *Selected angles in degrees and radians.*

Degrees (°)	Radians (rad)
30	$\pi/6 = 0.524$
45	$\pi/4 = 0.785$
60	$\pi/3 = 1.047$
90	$\pi/2 = 1.571$
180	$\pi = 3.142$
270	$3\pi/2 = 4.712$
360	$2\pi = 6.283$

Posizione angolare e spostamento angolare

Se il punto P si sposta dalla posizione 1 alla 2 si può descrivere questo spostamento in termini di cambiamento della sua posizione angolare (θ):

Si è spostato da θ_1 a θ_2

Spostamento angolare : $\theta = \theta_2 - \theta_1$

E ha percorso un arco di circonferenza s (tanto maggiore tanto più grande è il raggio)

$$s = r\,\theta \qquad \theta = \frac{s}{r}$$

Gli angoli si misurano in radianti

$$\theta\ (\text{radians}) = \frac{\pi}{180}\,\theta\ (\text{degrees})$$

velocità angolare | **accelerazione angolare**

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} = \dot{\theta} \quad \textbf{Istantanea} \quad \alpha = \frac{d\omega}{dt}$$

$$\bar{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_2 - t_1} \quad \textbf{media} \quad \bar{\alpha} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{\omega_2 - \omega_1}{t_2 - t_1}$$

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{d\theta}{dt}\right) = \frac{d^2\theta}{dt^2} = \ddot{\theta}$$

Spostamento, velocità e accelerazione angolare sono VETTORI
La loro direzione (in 2D) può essere cw o ccw

---

	dimensioni	units
$\theta = \frac{s}{r}$	$[\text{ANGULAR DISPLACEMENT}] = \frac{L}{L} = 1$	radianti
$\omega = \frac{d\theta}{dt} = \dot{\theta}$	Angular speed: 1/T	rad / s
$\alpha = \frac{d\omega}{dt}$	Angular acceleration: 1 / T^2	rad / s^2

1 radiante = arco di circonferenza di lunghezza pari al raggio

---

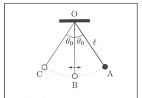


Figure 13.3 *Pendulum.*

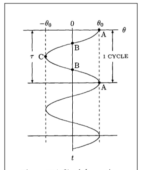


Figure 13.4 *Simple harmonic motion.*

Il moto armonico (ANGOLARE, NON CIRCOLARE come i movimenti articolari)

$$\theta = \theta_0 \cos(\phi\, t)$$

La posizione angolare varia in funzione del tempo

θ_0 = ampiezza: metà del range of motion

$$\phi = \frac{2\pi}{\tau}$$

Φ = frequenza angolare (rad / s)
τ = periodo: il tempo necessario per completare un ciclo

$$f = \frac{1}{\tau} = \frac{\phi}{2\pi}$$

La frequenza (Hz) è l'inverso del periodo τ

Tracciato su di un rullo che scorre a v costante

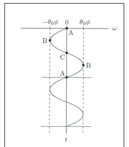


Figure 13.5 *Angular velocity ω versus time t.*

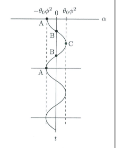


Figure 13.6 *Angular acceleration α versus time t.*

$$\theta = \theta_0 \cos(\phi\, t)$$

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} = -\theta_0\, \phi\, \sin(\phi\, t)$$

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} = -\theta_0\, \phi^2\, \cos(\phi\, t)$$

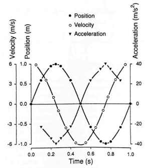


Figure 1.4 Graph of the kinematic data derived in Table 1.1.

Velocità e accelerazione angolare dipendono dal seno e dal coseno del prodotto ϕt

Quando una è massima l'altra è minima

Oscillazioni smorzate

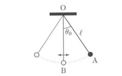


Figure 13.7 *Pendulum under the effect of air resistance.*

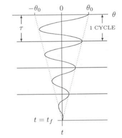


Figure 13.8 *Damped oscillations.*

Attrito dell'aria, frizioni interne
Affaticamento muscolare

Il pendolo completa un certo numero di cicli nel tempo = t_f: cambia solo l'ampiezza, non il periodo (τ).
L'ampiezza è = 0 a t_f

$$\theta = \theta_0 \left(1 - \frac{t}{t_f}\right) \cos(\phi\, t)$$

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} = -\frac{\theta_0}{t_f} \cos(\phi\, t) - \theta_0\, \phi \left(1 - \frac{t}{t_f}\right) \sin(\phi\, t)$$

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{2\, \theta_0\, \phi}{t_f} \sin(\phi\, t) - \theta_0\, \phi^2 \left(1 - \frac{t}{t_f}\right) \cos(\phi\, t)$$

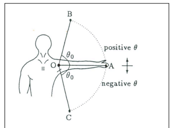


Figure 13.10 *Shoulder abduction.*

Lo spostamento angolare massimo di una articolazione serve a calcolare il ROM = RANGE OF MOTION = $2\theta_0$ (Amplitude = θ_0) è ridotto in certe patologie e nelle infiammazioni

Uno stride in un corridore: angolo della gamba con l'orizzontale

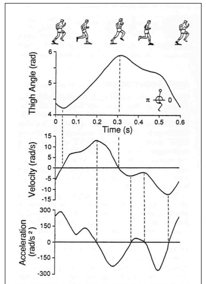


Figure 1.5 The angular velocity-time profile can be graphically derived from the angular position-time graph, and the angular acceleration-time profile can be derived from the angular velocity-time graph.

Diagrammi angolo/angolo: i segmenti corporei ruotano gli uni rispetto agli altri. Di solito è l'angolo compreso tra due segmenti (e. g. angolo del ginocchio o della caviglia) in funzione di un angolo di riferimento (del tronco rispetto all'orizzontale/verticale)

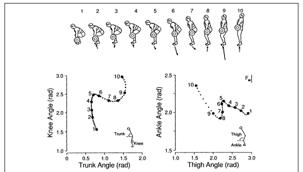


Figure 1.7 Angle-angle relationships during the first part of a weight-lifting event. The numbers in the diagrams correspond to the positions of the lifter shown at the top of the figure. The arrows beneath the figures indicate the net force acting on the lifter (F_w = body weight).
Note. From "Load- and Skill-Related Changes in Segmental Contributions to a Weightlifting Movement" by R.M. Enoka, 1988, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **20**, pp. 178-187. Copyright 1988 by Williams and Wilkins. Reprinted by permission.

Da 1 a 5 estendo il ginocchio e il tronco si flette un pò
Da 5 a 8 estendo il tronco e fletto un po' le ginocchia
Da 8 a 10 estendo il ginocchio e il tronco oscilla avanti e dietro

Disponibili tirocini, tesi triennale e specialistica

- Bioenergetica & biomeccanica del nordic walking;
- bioenergetica & biomeccanica della locomozione acquatica;
- bioenergetica & biomeccanica dell'inline skating;
- bioenergetica & biomeccanica dell'hand-cycling;
- bioenergetica & biomeccanicadel del long bed rest;
- bioenergetica & biomeccanica del trekking delle alpi;

Disponibili tirocini, tesi triennale e specialistica (2)

- costo emg della locomozione;

- review dei sistemi misura portatili dell'attività fisica e del dispendio metabolico; e

- salto in lungo da fermo con masse aggiunte ed allenamento.