



RELACIONES DE
ESCALA

RELACIONES ALOMÉTRICAS

$$f(\text{in a given set of units}) = am_b^\alpha$$

$$\alpha \neq 1$$

Table 1.13. Allometric parameters (1.1) for mammals. (Using data from [31, 55])

parameter	a	α
basal metabolic rate (BMR), in W	4.1	0.75
body surface area, in m^2	0.11	0.65
brain mass in man, in kg	0.085	0.66
brain mass in nonprimates, in kg	0.01	0.7
breathing rate, in Hz	0.892	-0.26
energy cost of running, in J/m-kg	7	-0.33
energy cost of swimming, in J/m-kg	0.6	-0.33
effective lung volume, in m^2	5.67×10^{-5}	1.03
heart beat rate, in Hz	4.02	-0.25
heart mass, in kg	5.8×10^{-3}	0.97
lifetime, in y	11.89	0.20
muscle mass, in kg	0.45	1.0
skeletal mass (terrestrial), in kg	0.068	1.08
speed of flying, in m/s	15	0.167
speed of walking, in m/s	0.5	0.167

ALGUNAS RELACIONES

$$S = H/m_b^{1/3}$$

La *ley de Kleiber* lleva el nombre de Max Kleiber por su trabajo en biología a principios de la década de 1930. La estatura específica, versión de Harris–Benedict de la ley anterior.

$$Q = m_b/H^2$$

El índice de Quetelet, también conocido como índice de masa corporal (IMC), es una fórmula que calcula la relación entre el peso y la altura de una persona. Se utiliza para estimar el peso ideal y determinar si hay sobrepeso u obesidad.

Men: fat (% of body weight) = $1.28Q - 10.1$

14–20%

Women: fat (% of body weight) = $1.48Q - 7.0$.

21–27%

LEYES PSICOFISICAS

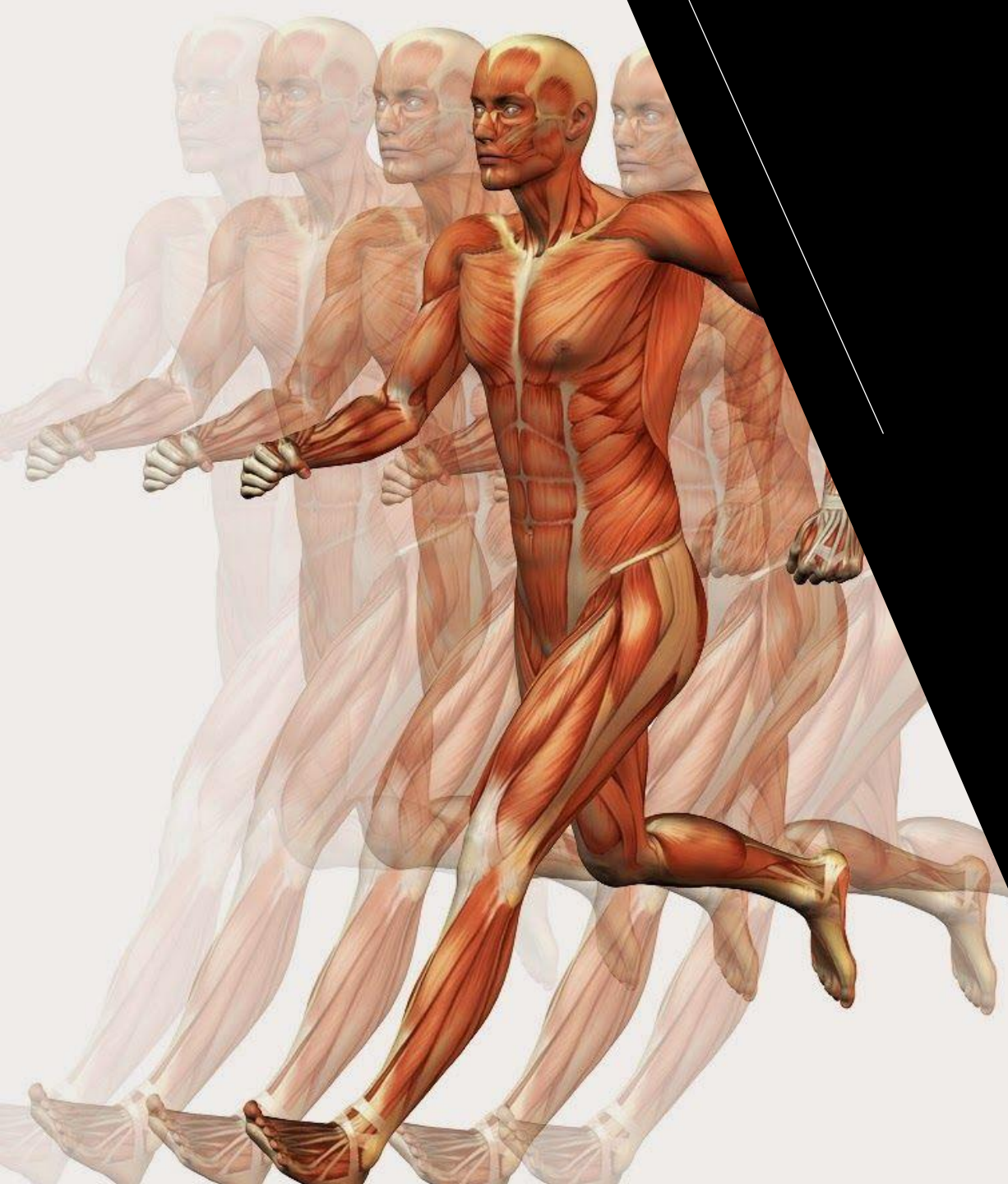
$$P = K(S - S_0)^n$$

La **función potencial de Stevens** o **ley de la energía de Stevens** es una relación propuesta entre la magnitud de un estímulo físico y su intensidad o fuerza percibida.

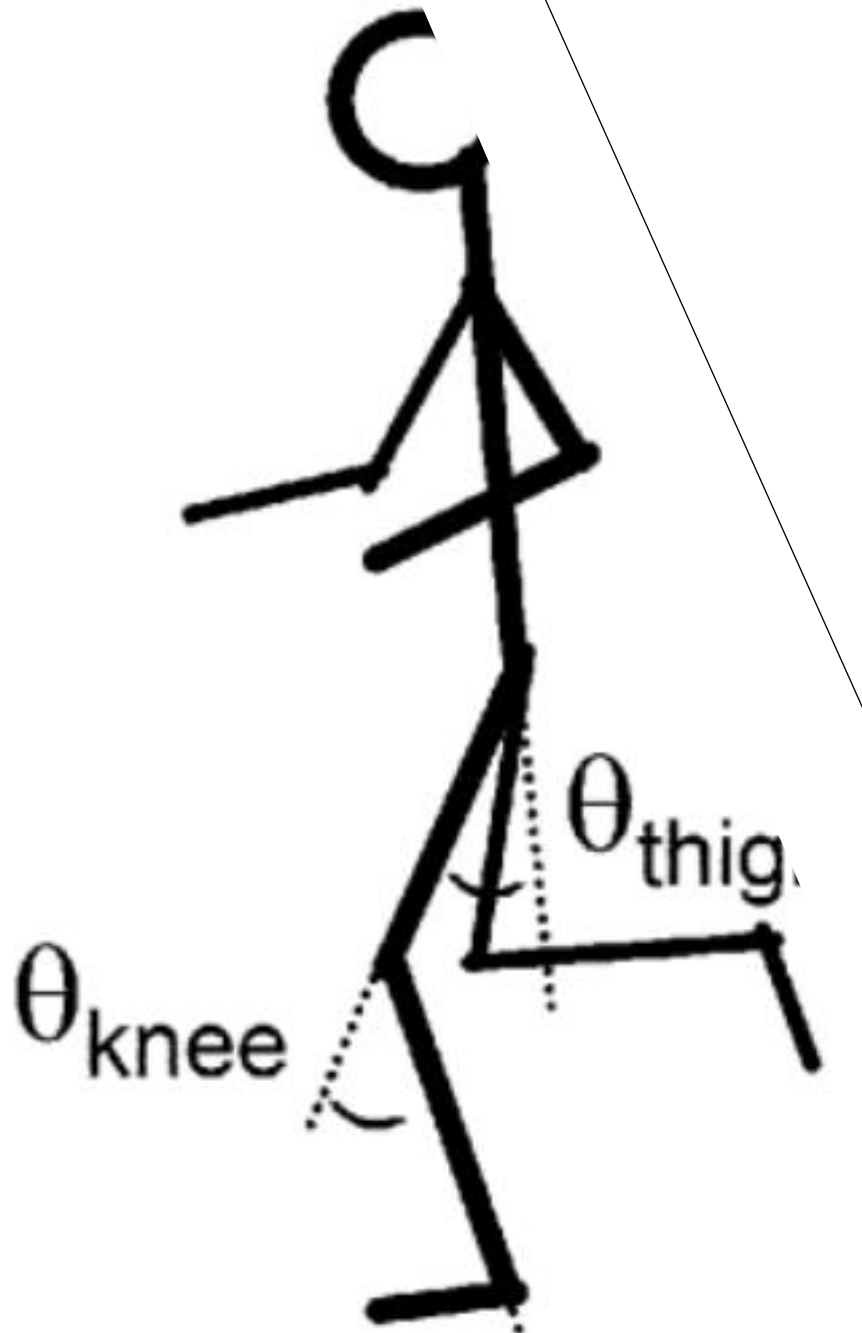
Table 1.15. Exponent n for perceived strength (P) of a stimulus (S) above a threshold S_0 , with $P = K(S - S_0)^n$ in Steven’s Law. (Using data from [57, 58])

psychoperception	n	stimulus
brightness	0.33, 0.5	5° target, point source – dark adapted eye
loudness	0.54, 0.60	monaural, binaural
smell	0.55, 0.60	coffee odor, heptane
vibration	0.6, 0.95	250 Hz, 60 Hz – on finger
taste	0.8, 1.3, 1.3	saccharine, sucrose, salt
temperature	1.0, 1.6	cold, warm – on arm
pressure on palm	1.1	static force on skin
heaviness	1.45	lifted weights
electric shock	3.5	60 Hz through fingers

La teoría recibe su nombre en honor del psicofísico estadounidense Stanley Smith Stevens (1906-1973).



MOVIMIENTO



LOCOMOCIÓN HUMANA

- Cinemática del movimiento
- Fuerzas que causan el movimiento y el movimiento resultante (dinámica)
- Que músculos proporcionan esas fuerzas
- La energía del movimiento

CAMINAR

El centro de gravedad cambia a medida que la persona se mueve o se inclina

El andar no es más que una sucesión de caídas hacia adelante, las cuales se evitan a su debido tiempo trasladando la pierna que se había quedado atrás y apoyándose en ella.

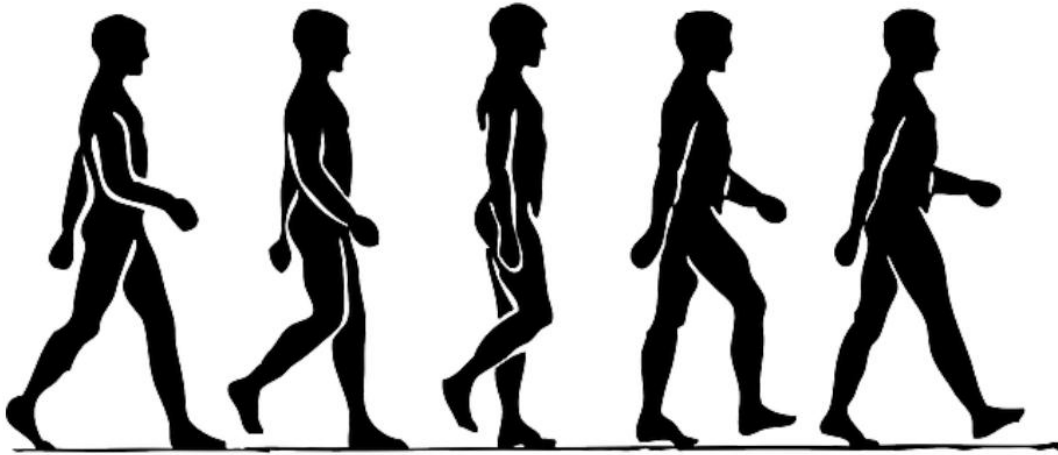


Figura 1. Posiciones sucesivas del cuerpo al caminar.

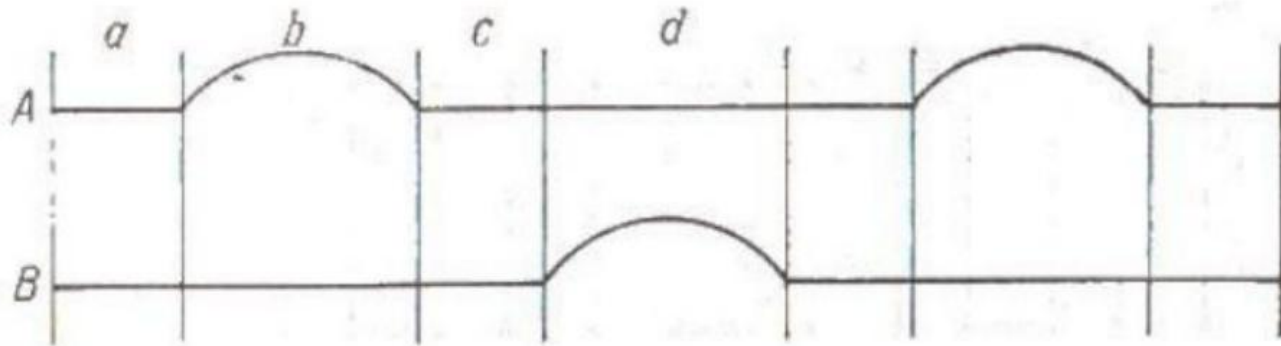


Figura 2. Representación gráfica del movimiento de los pies al andar

Cuanto más rápido se camine los intervalos a y c serán más pequeños.

CORRER



Figura 3. Posiciones sucesivas del cuerpo al correr (Observar que en algunos momentos ambos pies están en el aire).

El correr se diferencia del caminar, en que la pierna que se apoya en el suelo, mediante una contracción instantánea de sus músculos, se extiende y lanza todo el cuerpo hacia adelante, de forma, que este último queda durante un momento totalmente separado de la tierra.

Después, vuelve a caer sobre la otra pierna, la cual, mientras el cuerpo se encontraba en el aire, se trasladó rápidamente hacia adelante. Es decir, la carrera consta de una serie de saltos de una pierna a otra».

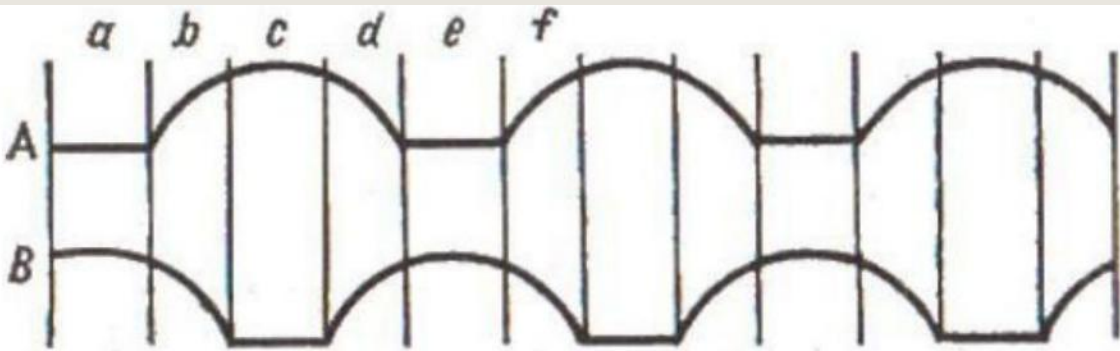


Figura 4. Representación gráfica del movimiento de los pies al correr. (Comparar con la figura 2). En los momentos b, d y f la persona tiene ambos pies en el aire.

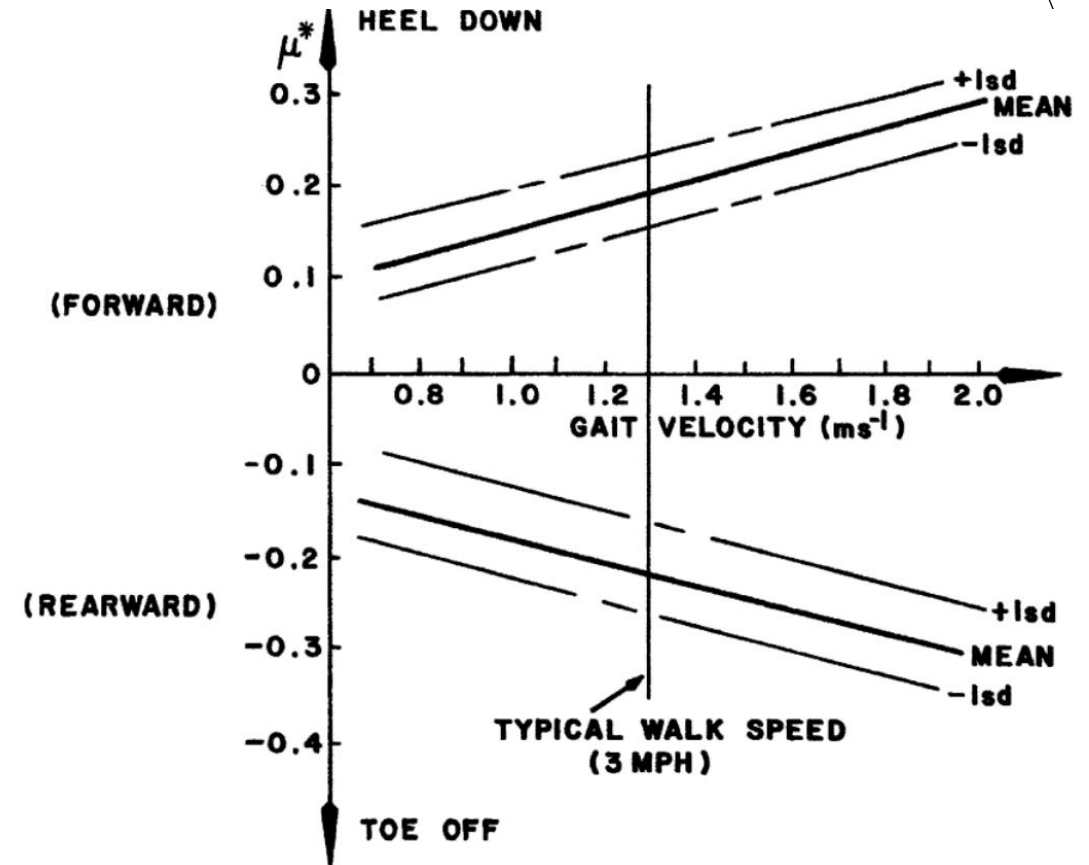
La energía que emplea el hombre al ir andando por un camino horizontal, no es igual a cero ya que el centro de gravedad del cuerpo del peatón se desplaza hacia arriba en varios centímetros cada vez que éste da un paso.

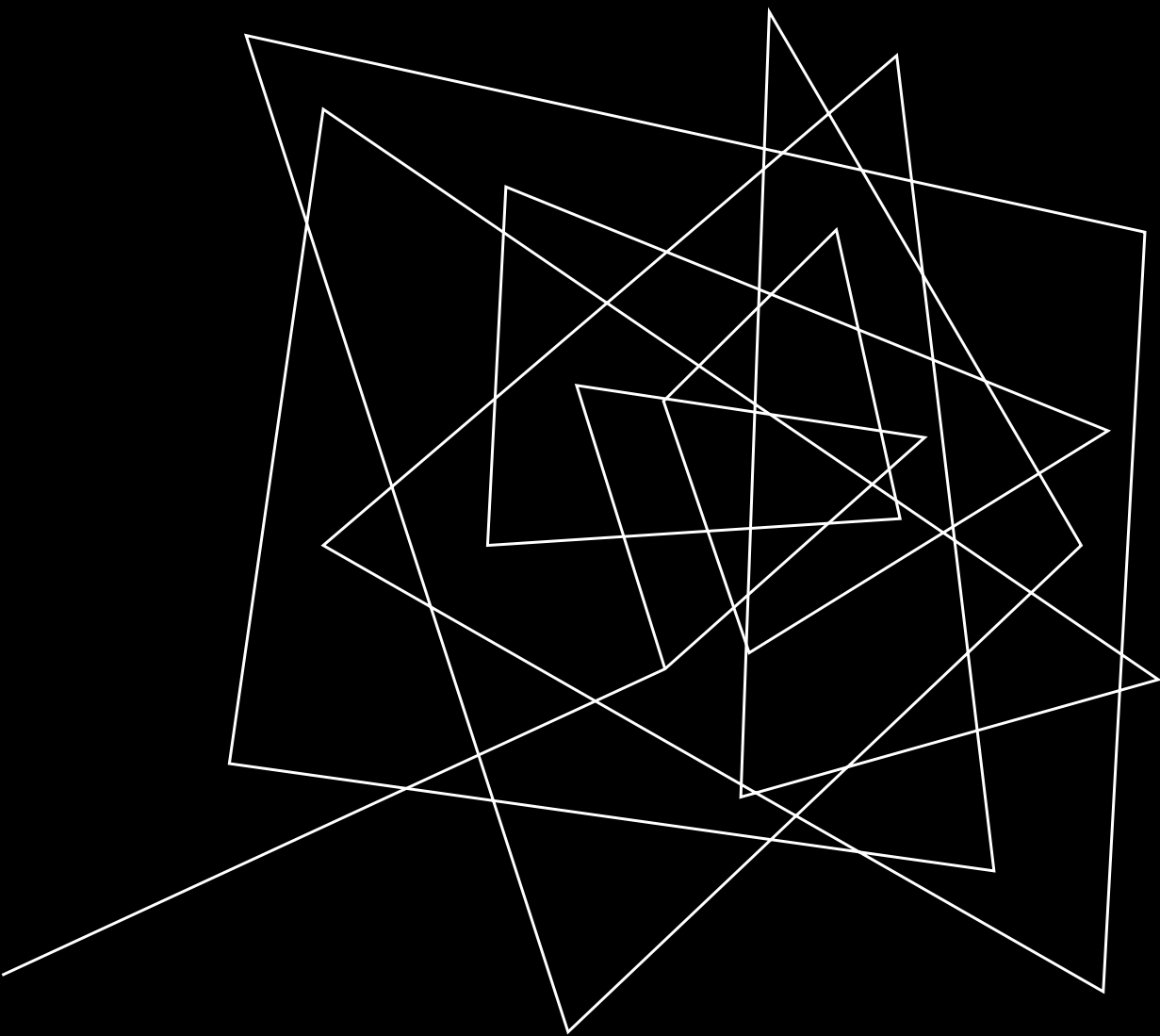
FRICCIÓN

Para caminar se requieren fuerzas típicas de 0.15 mg y un coeficiente de roce estático $\mu_s > 0.15$.

El coeficiente de roce cinético en el cartílago articular en la rodilla es 0.005–0.02

El coeficiente de roce cinético en el cartílago articular en la cadera 0.01–0.04





CONSIDERACIONES ENERGETICAS

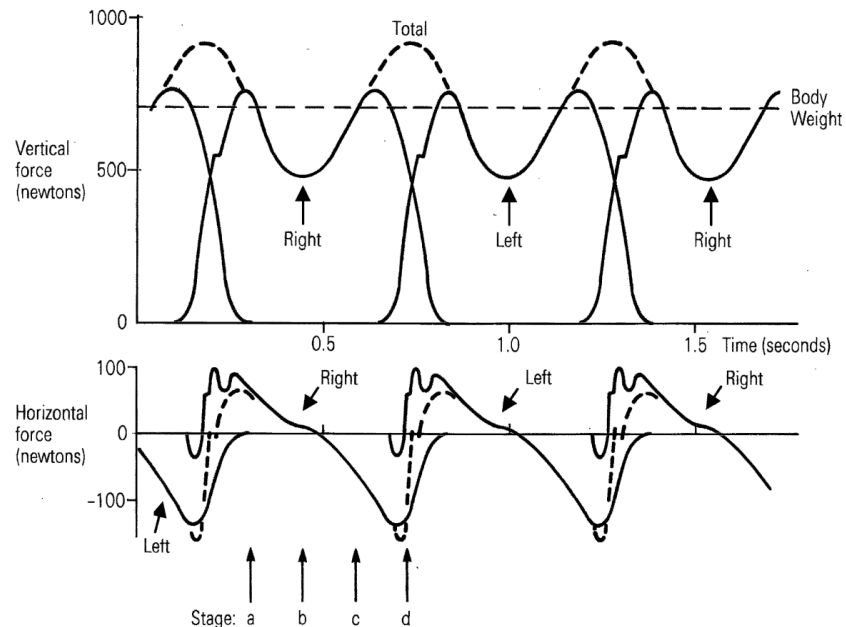
ENERGIA DEL CENTRO DE MASA

Energía cinética, KE

$$KE = KE_H + KE_V,$$

$$KE_H = \frac{1}{2}m_b v_x^2 = \frac{1}{2}m_b \left(\frac{dx}{dt}\right)^2,$$

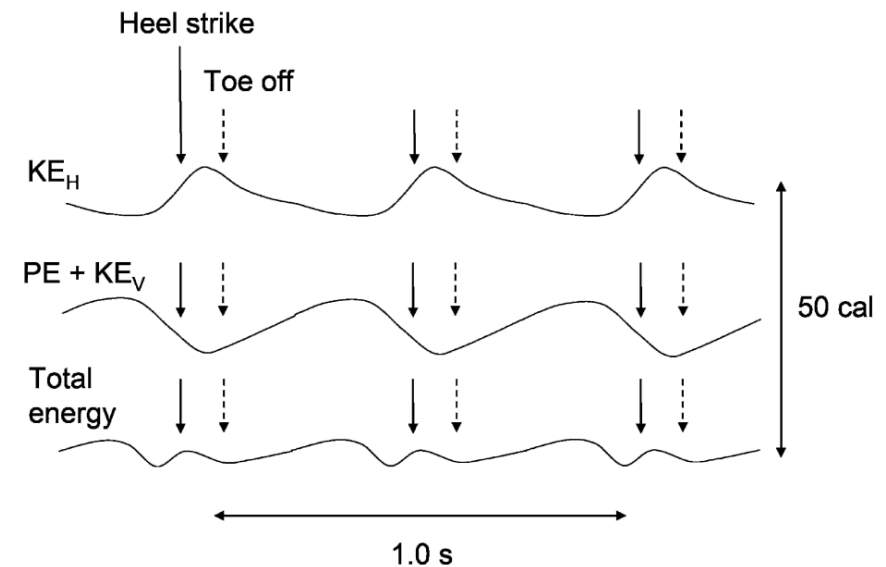
$$KE_V = \frac{1}{2}m_b v_z^2 = \frac{1}{2}m_b \left(\frac{dz}{dt}\right)^2.$$



Energía potencial,

$$PE = m_b g z_{CM},$$

$$E = KE + PE \longrightarrow \text{aprox cte.}$$



CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

$$E = KE + PE$$

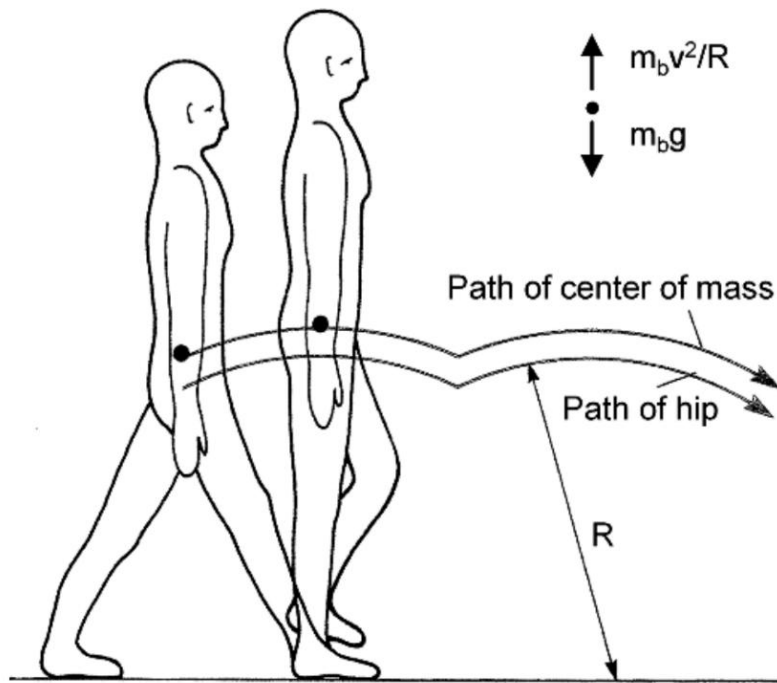


Fig. 3.26. Takeoff during fast walking, in the inverted pendulum model. (From [99]. Copyright 1992 Columbia University Press. Reprinted with the permission of the press)

PE y KE_H están desfasados, uno está decreciendo, mientras que el otro está aumentando, y viceversa

El cambio en la KE_V es relativamente menor

El movimiento de la pierna al caminar se asemeja a un movimiento armónico simple.

CORRER

Table 3.5. Maximum thigh, knee, and ankles angles (in degrees) for running at different speeds and grades on a treadmill. (Using data from [150])

speed (m/s) grade	level			ramp		
	3.4 0%	4.2 0%	5.0 0%	3.4 −20%	3.4 0%	3.4 20%
<i>thigh</i>						
flexion	39.0	41.0	46.6	25.8	39.0	54.5
extension	−20.6	−23.1	−28.0	−18.4	−20.6	−18.7
<i>knee</i>						
extension before footstrike	13.4	16.7	15.5	4.0	13.4	37.7
cushioning flexion	40.6	39.4	42.9	41.2	40.6	46.3
propulsion phase extension	15.1	16.8	14.2	32.1	15.1	13.0
swing phase flexion	103.9	108.1	117.3	99.6	103.9	113.2
<i>ankle</i>						
dorsiflexion before footstrike	91.3	91.8	92.5	—	91.3	97.6
stance phase dorsiflexion	112.4	108.7	110.8	103.5	112.4	116.4
plantar flexion	64.2	58.7	57.1	76.4	64.2	59.4

Variación de los ángulos

Una diferencia entre caminar y correr es que la pierna se vuelve casi recta al caminar en la mitad del apoyo, pero nunca se estira al correr.

Estos valores cambian con la velocidad de carrera y la pendiente, tanto en subidas como en bajadas. La Tabla 3.5 muestra la ubicación típica de los ángulos del muslo y el tobillo en comparación con el ángulo de la rodilla durante una zancada.

MOMENTO ANGULAR

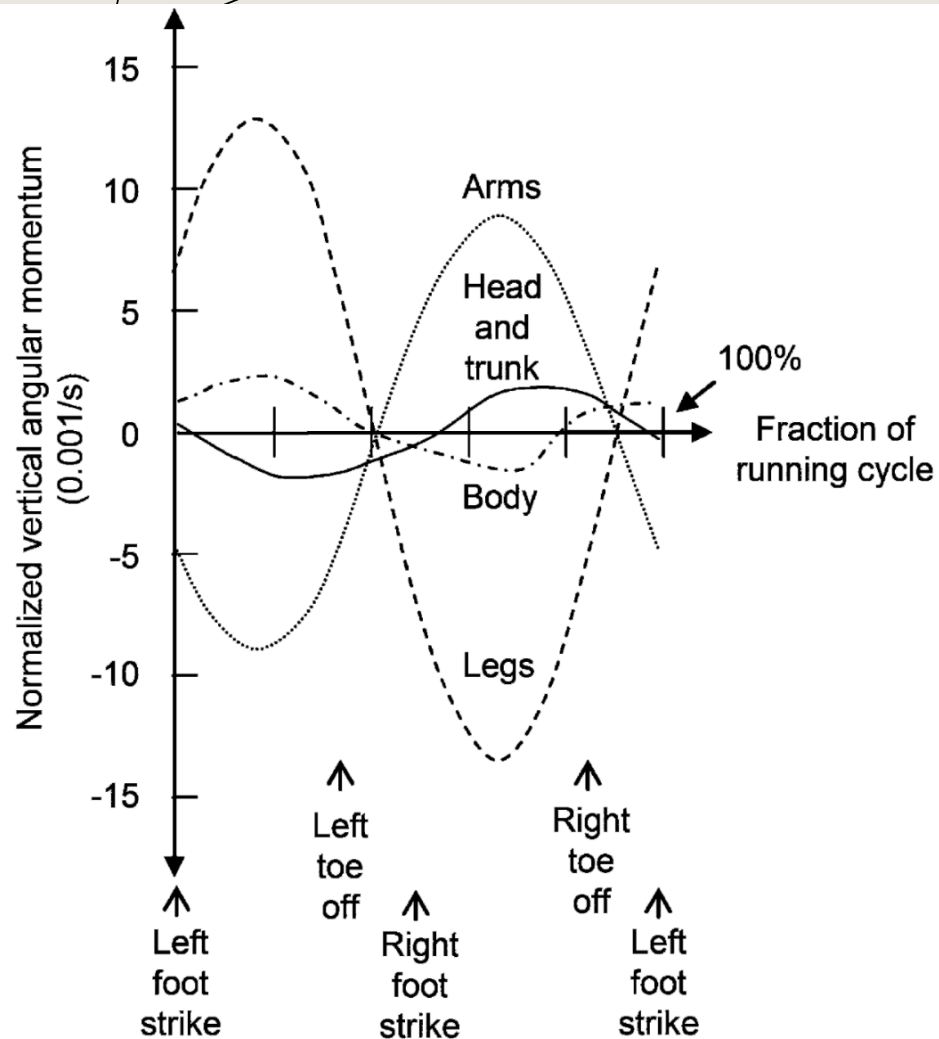


Fig. 3.29. Normalized mean vertical angular momenta of the arms, head-plus-trunk, legs, and whole body during a running cycle, at 4.5 m/s. The normalized vertical angular momentum is obtained by dividing the vertical angular momentum (in $\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$) by body mass (in kg) and the square of the runner's standing height (height in m). (Based on [128] and [129])

Al correr y caminar rápido, las piernas no son lo único que se mueve (aparte del centro de masa). Los brazos se balancean hacia adelante y hacia atrás y el torso gira, ambos desfasados 180° con respecto a las piernas.

El movimiento de los brazos y el torso cancela aproximadamente el 90% de estos cambios, como se ve en esta figura.



BIBLIOGRAFÍA

- Physics of the Human Body, Irving P. Herman, Springer, 2006.

https://drive.google.com/file/d/1NNnwxGHLHNxwR4z5pz2CfNZNfbakeHxA/view?usp=drive_link

- Physics in Biology and Medicine, 3rd Edition. Paul Davidovits, Academic Press, 2007.

https://drive.google.com/file/d/1j9DDKX32acROmUPWAlj7VteWLkC_WIkB/view?usp=drive_link