

Unità di Misura & Analisi Dimensionale

Unità per esprimere le quantità misurate

‘Systeme International d’Unites’ (sistema SI) rappresenta un sistema razionale e coerente per misurare e dichiarare quantità fisiche.

Tabella 1. Alcune quantità fisiche di base

Quantità fisiche di base	Simbolo	Nome	SI Unità
Lunghezza	L	metri	m
Massa	M	chilogrammi	kg
Tempo	T	secondi	s
Angolo	α, β, φ	radianti	rad

Sistema Internazionale

Le Formule

- Da queste unità di base se ne possono derivare altre. Sono rappresentate da un insieme di unità di base accoppiate fra loro attraverso moltiplicazioni e/o divisioni.
- Queste relazioni sono separate da punti kg.m.s^{-2} e possono essere scritte in modi diversi.
- Per esempio, l'accelerazione di gravità è approssimativamente 9.81 metri al secondo al secondo e può essere scritta in questi modi:
- 9.81m/s^2 9.81m.s^{-2}

Tabella 2. I prefissi usati più' comunemente sono:

Prefisso	Moltiplicatore	Simbolo	Esempio
mega	10^6	M	megawatt (MW)
kilo	10^3	k	kilojoule (kJ)
centi	10^{-2}	c	centimetri (cm)
milli	10^{-3}	m	Milligrammi (mg)
micro	10^{-6}	μ	Microsecondi (μ s)

Table 3. Unità usate comunemente in scienze motorie.

Quantità Fisiche	Simbolo	Unità	Dimensioni
Velocità	v	$m.s^{-1}$	Distanza/tempo
Accelerazione	a	$m.s^{-2}$	Velocità/tempo
Accelerazione di gravità	g	$m.s^{-2}$	Velocità/tempo
Velocità' angolare	α	$rad.s^{-1}$	Angolo/tempo
Accelerazione angolare	$\dot{\alpha}$	$rad.s^{-2}$	Velocità angolare/tempo
Periodo	T	s (Tempo per 1 ciclo)	tempo
Frequenza	f	Hz (Hertz)	Ripetizioni/tempo
Densità'	ρ	$kg.m^{-3}$	Massa/volume
Forza	F	$kg.m.s^{-2}$ o N (Newton)	Massa * accelerazione (a)
Peso	W	N (massa x gravità)	Mass * accelerazione (g)
Momento di una forza	M	N.m	Forza * distanza
Lavoro	W	J (Joule = 1 N.m)	Forza * distanza
Energia	<i>diverse</i>	J	
Potenza	P	W (Watt = 1 J.s ⁻¹)	(Forza * distanza)/tempo

*Unità che si riferiscono a nomi di scienziati sono scritti in lettere capitali (N= Isaac Newton, W= James Watt) tutti gli altri in lettere minuscole.

Gradi e radianti

- Radianti: Gradi * $\pi / 180$
- Gradi: Radianti * $180 / \pi$

Il concetto di scala





Il concetto di scala è applicabile ogni qualvolta un sistema è rappresentato proporzionalmente da un altro sistema

Ad esempio la scala di una mappa è aumentata o ridotta da un modello ed indica il rapporto tra le distanze della mappa (o del modello) e la distanza reale.

- Una mappa in scala 1:50,000 mostra una distanza di 50,000 cm (=500 m) come 1 cm sulla mappa

Fattore scalare

E' un numero che scala o moltiplica una quantità:
 $y=Cx$ C è il fattore scalare per x ed è chiamato costante di proporzionalità. Ad esempio raddoppiare una distanza significa scalare la distanza per un fattore di 2

$$L_1 = L_0 \cdot c$$

Lineare Lunghezza

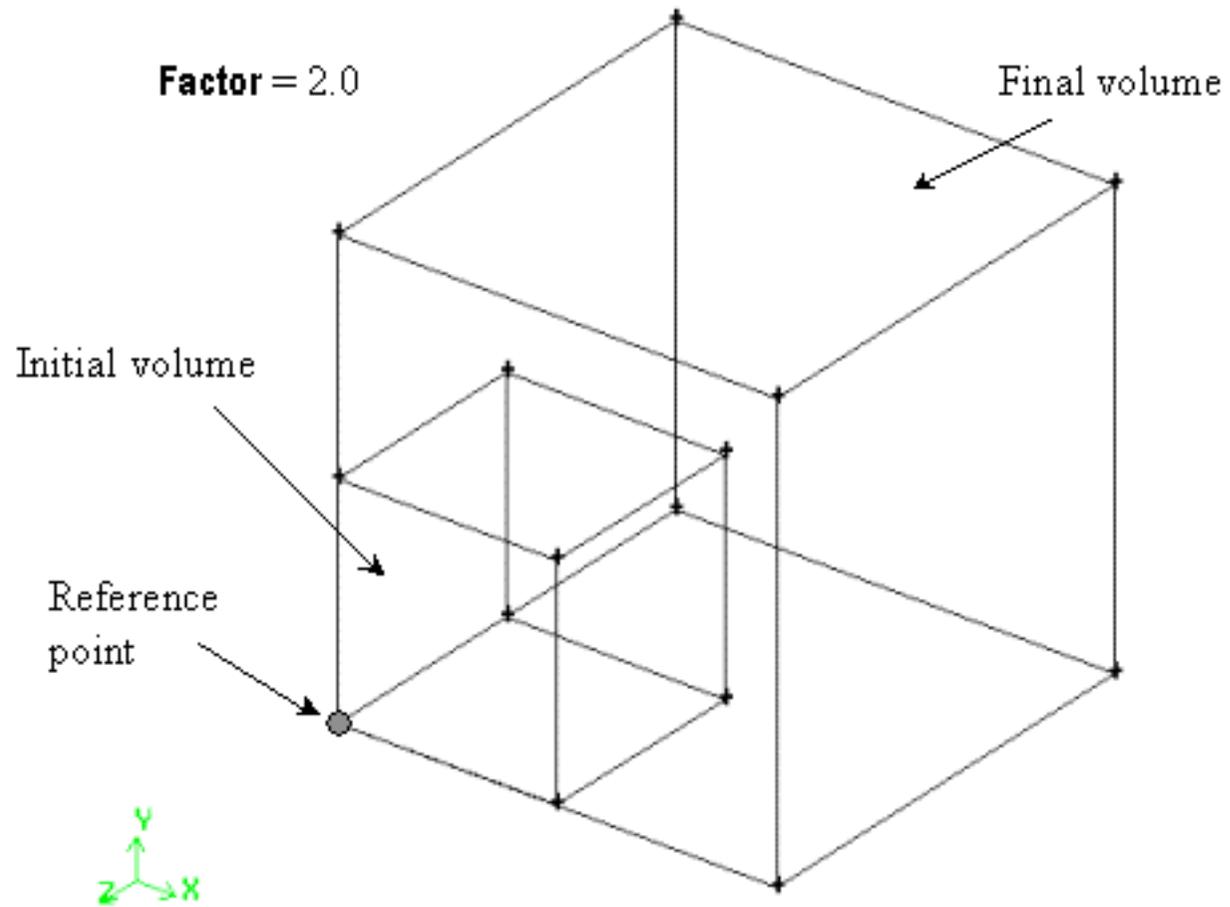
$$V_1 = V_0 \cdot c^3$$

Cubo Volume

$$A_1 = A_0 \cdot c^2$$

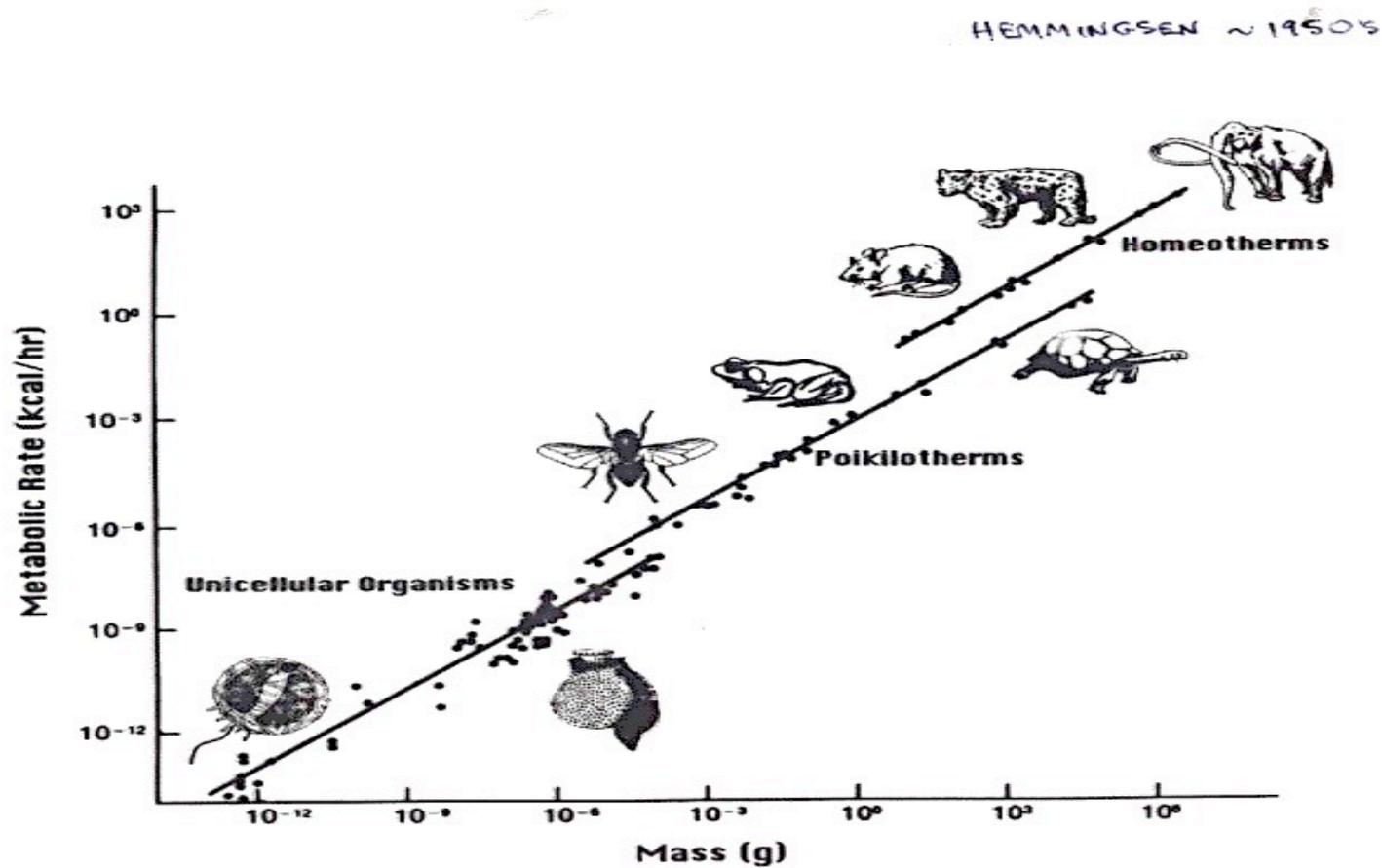
Quadrato Area

Volume



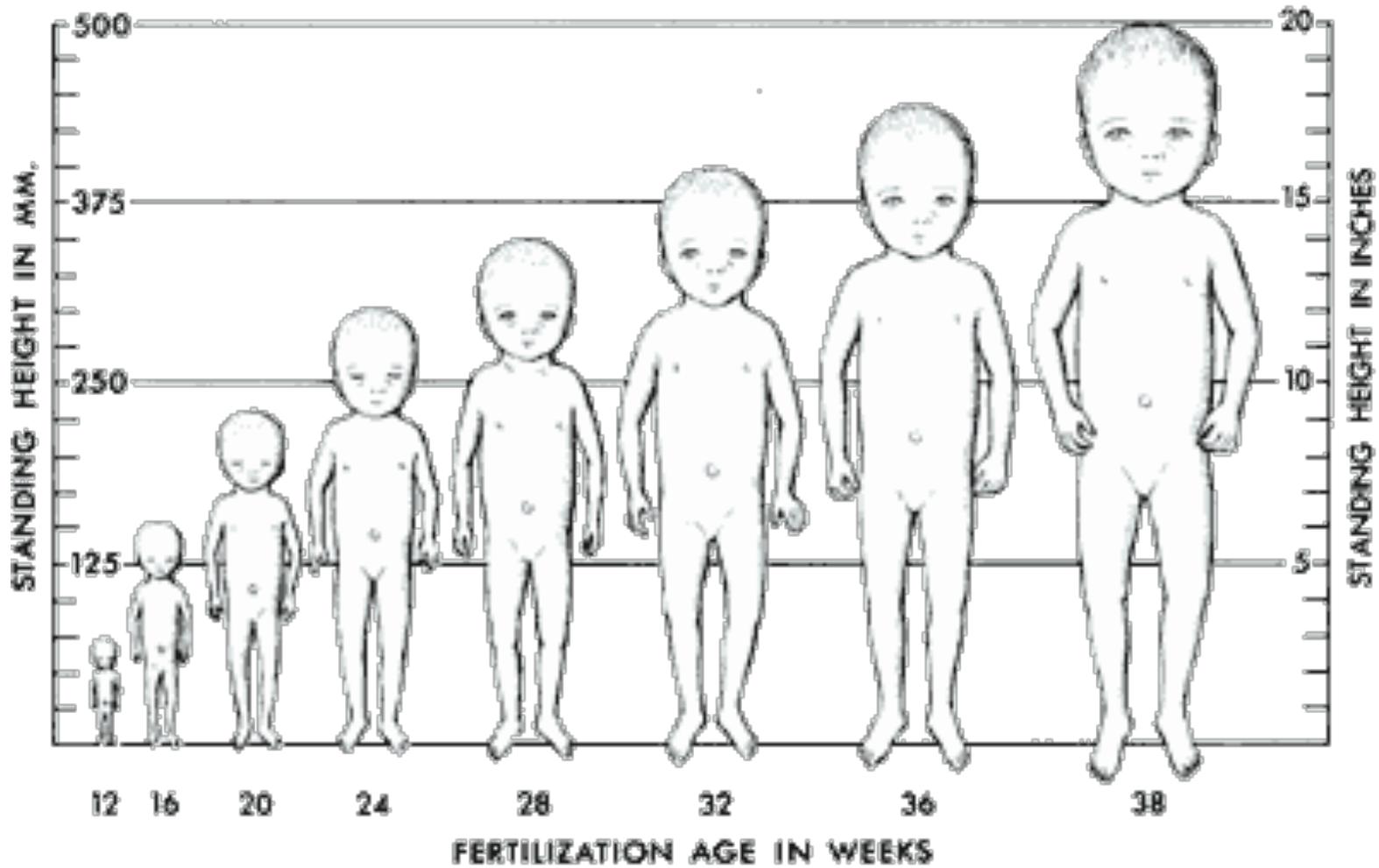
- Le dimensioni di una quantità fisica sono associate alla combinazione di Massa Lunghezza Tempo rappresentate dai simboli M, L, T rispettivamente
- Ad esempio le dimensioni della velocità sono: "distanza/tempo" (L/T or LT^{-1}), e della forza "massa \times accelerazione" o "massa \times (distanza/tempo)/tempo" (ML/T^2 or MLT^{-2}).
- Unità di quantità fisiche e le loro dimensioni sono collegate ma non sono lo stesso concetto: la lunghezza può avere come unità i metri i piedi, le miglia i chilometri ma ogni lunghezza ha dimensione L
- Due diverse unità della stessa quantità fisica hanno un fattore di conversione tra loro: $1 \text{ in} = 2.54 \text{ cm}$; quindi (2.54 cm/in) è detto fattore di conversione, **ed è senza dimensioni!!!!**
- Non esistono fattori di conversione fra dimensioni

Metabolismo Massa Fattore Scalare

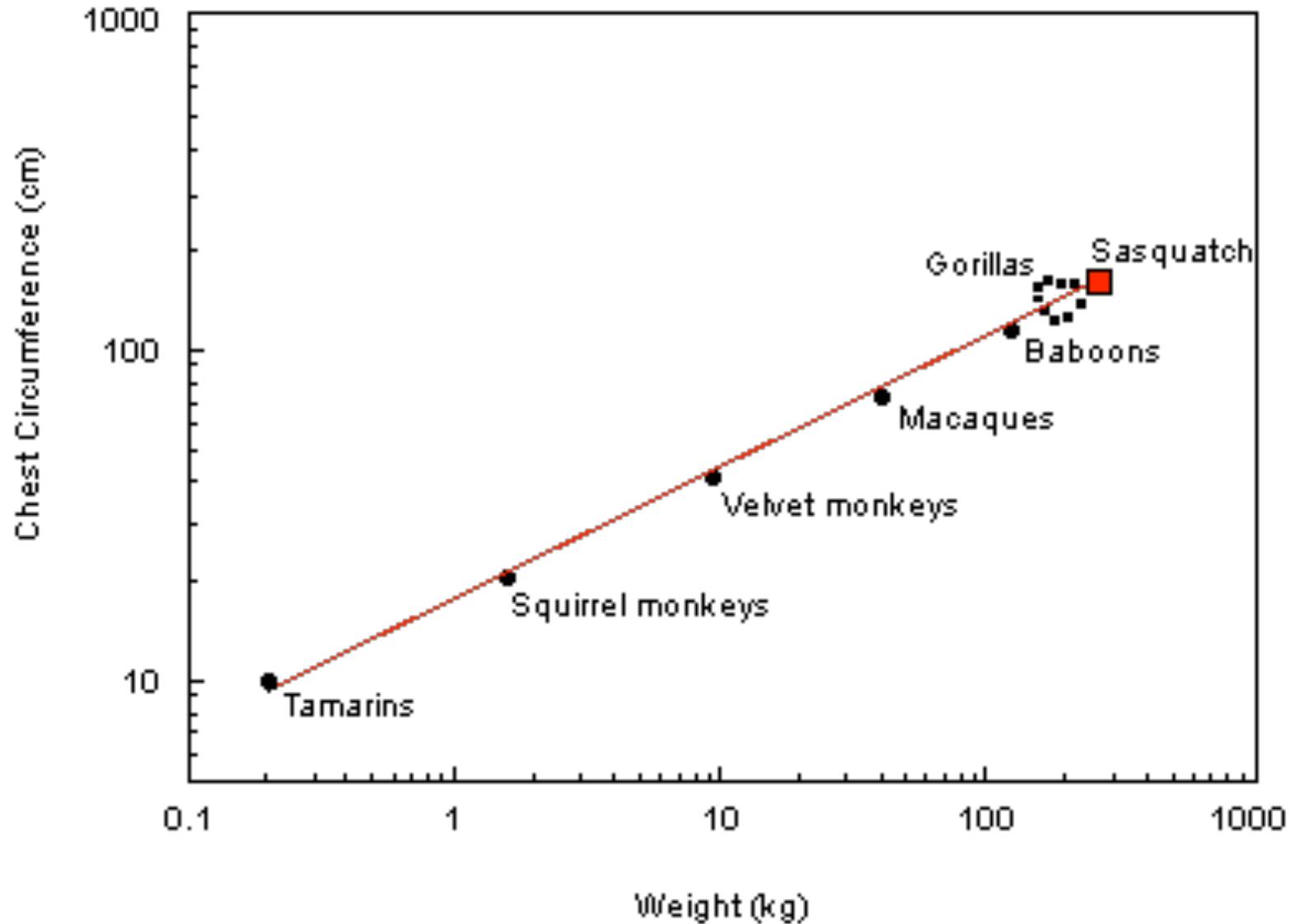


Allometric scaling of metabolic rate for a selection of homeotherms (birds and mammals), poikilotherms (fish, reptiles, amphibians, and invertebrates), and unicellular organisms. The solid lines all have a slope of .75. Modified from Hemmingsen, 1960.

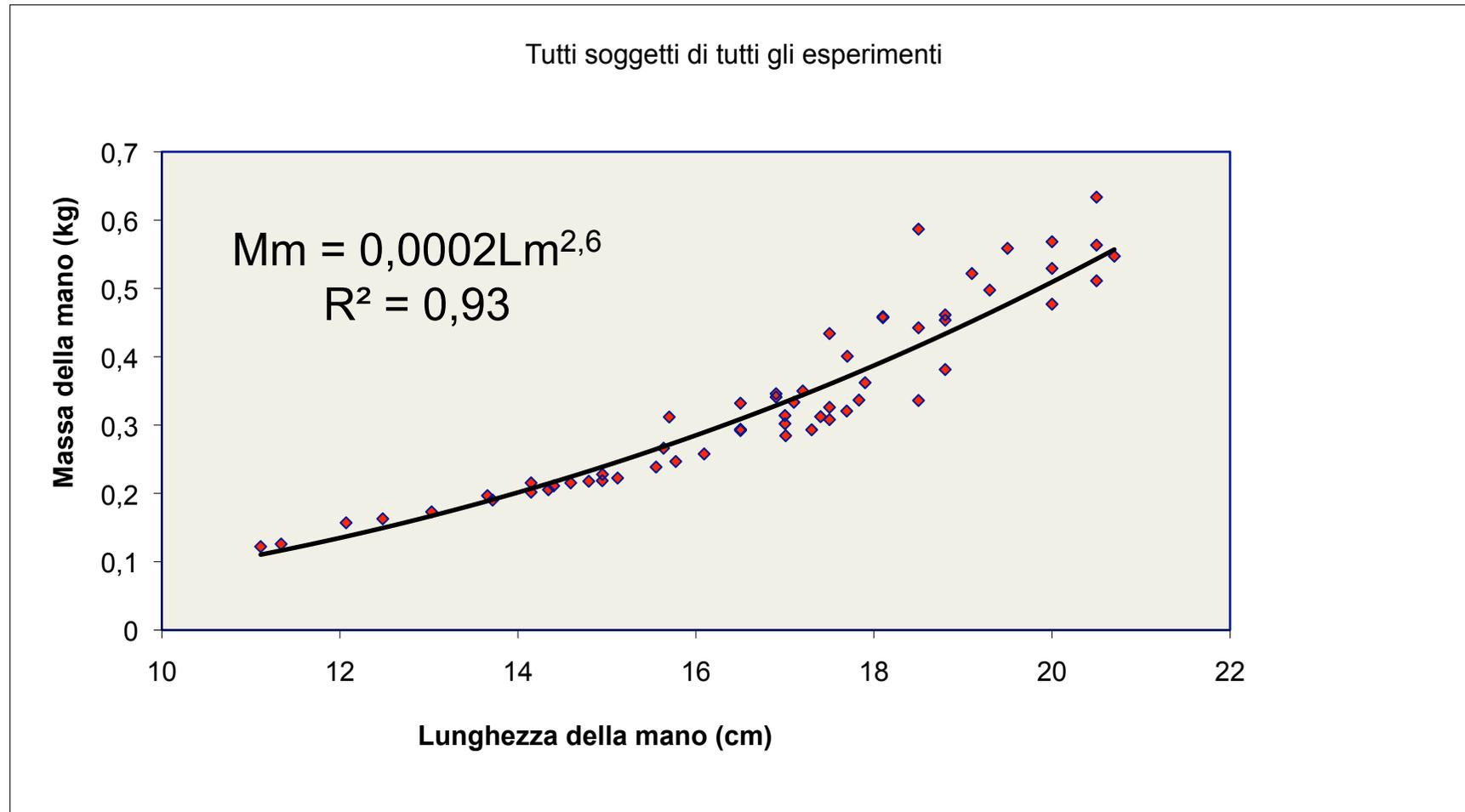
Feto fattore scalare



Primate fattore scalare



Massa Lunghezza Mano



Analisi dimensionale

- Le quantità fisiche e le dimensioni possono essere messe in relazione fra loro attraverso
 - Le formule
- Una formula è una relazione fra dimensioni

L'analisi dimensionale è uno strumento concettuale applicato in fisica chimica ingegneria matematica e statistica per comprendere processi fisici attraverso le quantità fisiche.

- E' usato dagli scienziati per:
 - Verificare la consistenza di una equazione
 - Formulare ipotesi su problemi complessi
 - Sviluppare nuove teorie

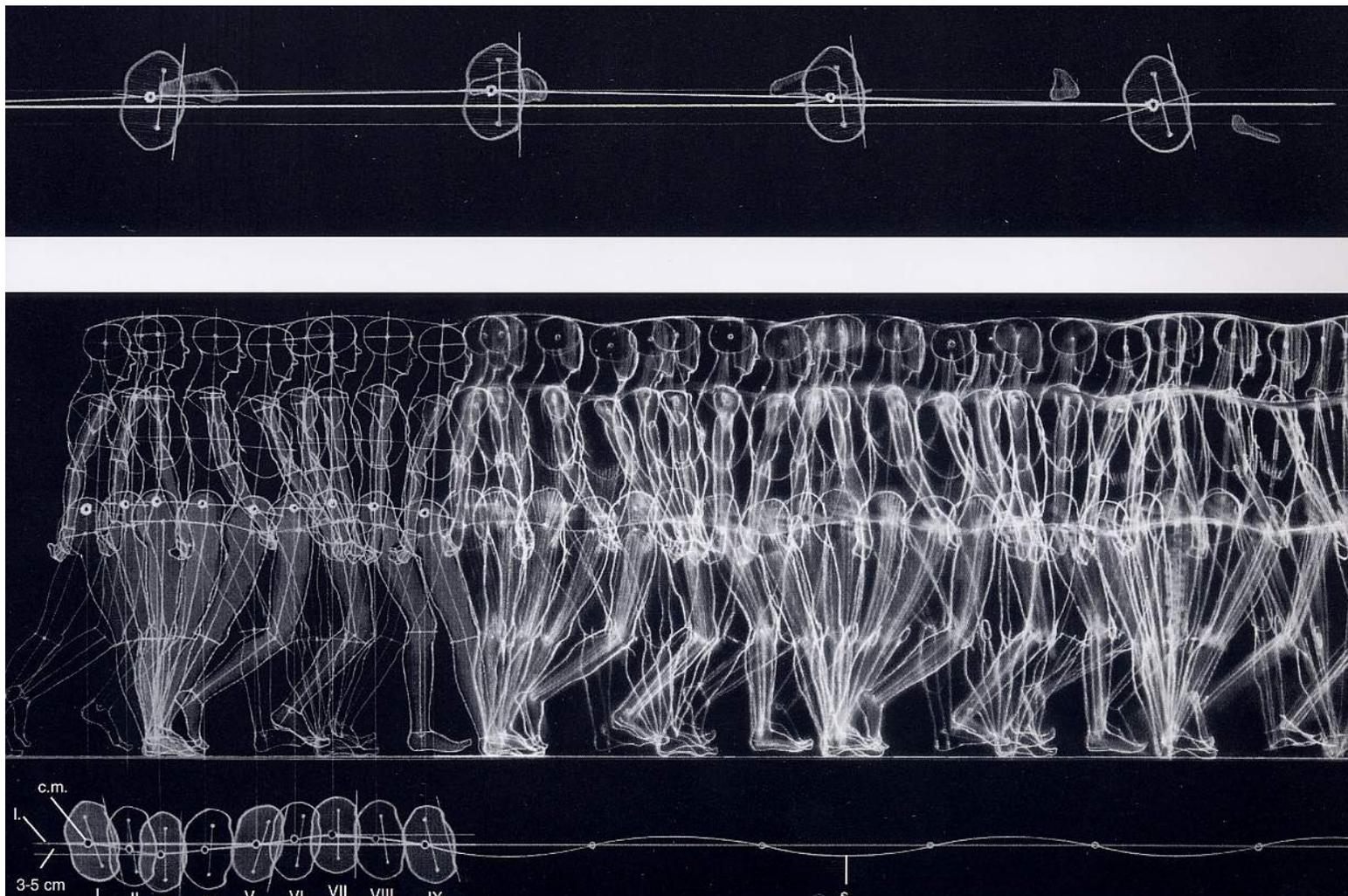
Formule consistenti

- L'analisi dimensionale di ogni equazione deve essere da un punto di vista delle dimensioni **consistente**:
- I termini nelle due parti dell'equazione devono avere le stesse dimensioni
- Ad esempio: la distanza x percorsa nel tempo t da un oggetto che parte da fermo e si muove a costante accelerazione è:
- $x = at^2 / 2$.
- Verifichiamo la consistenza dimensionale:
- Accelerazione è misurata in unità di m/s^2 . Quindi ha dimensioni $[a] = L / T^2$, e quindi i termini dell'equazione sono:
- $L = (L / T^2) * T^2 = L$

Problema: Perché ad una certa velocità anziché camminare corriamo?

- Variabili importanti:
- Velocità (v)
- g (gravità)
- EP (energia potenziale),
- EC (energia cinetica)

La testa si alza si abbassa le anche ruotano



Camminata descrizione

- Alziamo ed abbassiamo la testa di 40 mm
- Questo pattern ha una relazione fra altezza e velocità:
 - Quando il piede spinge avanti-basso il corpo viene decelerato (circa 1.4m/s)
 - Quando il piede spinge dietro basso viene accelerato (circa 1.7m/s)
- Tutte le volte che il corpo sale aumenta E_p
- Tutte le volte che il corpo scende aumenta E_c

La camminata è un pendolo invertito

- Il pendolo trasforma costantemente E_c in E_p
- Quando il pendolo è alto:
 - Grande E_p movimento lento
- Quando il pendolo è basso:
 - Grande E_c movimento veloce

Definizioni E_c E_p

- Energia cinetica:

- Un corpo in movimento è in grado di compiere lavoro per effetto della velocità posseduta
- Es: il vento sbattendo sulle pale di un mulino perde la sua velocità e quindi perde energia cinetica la quale viene convertita per far funzionare il mulino

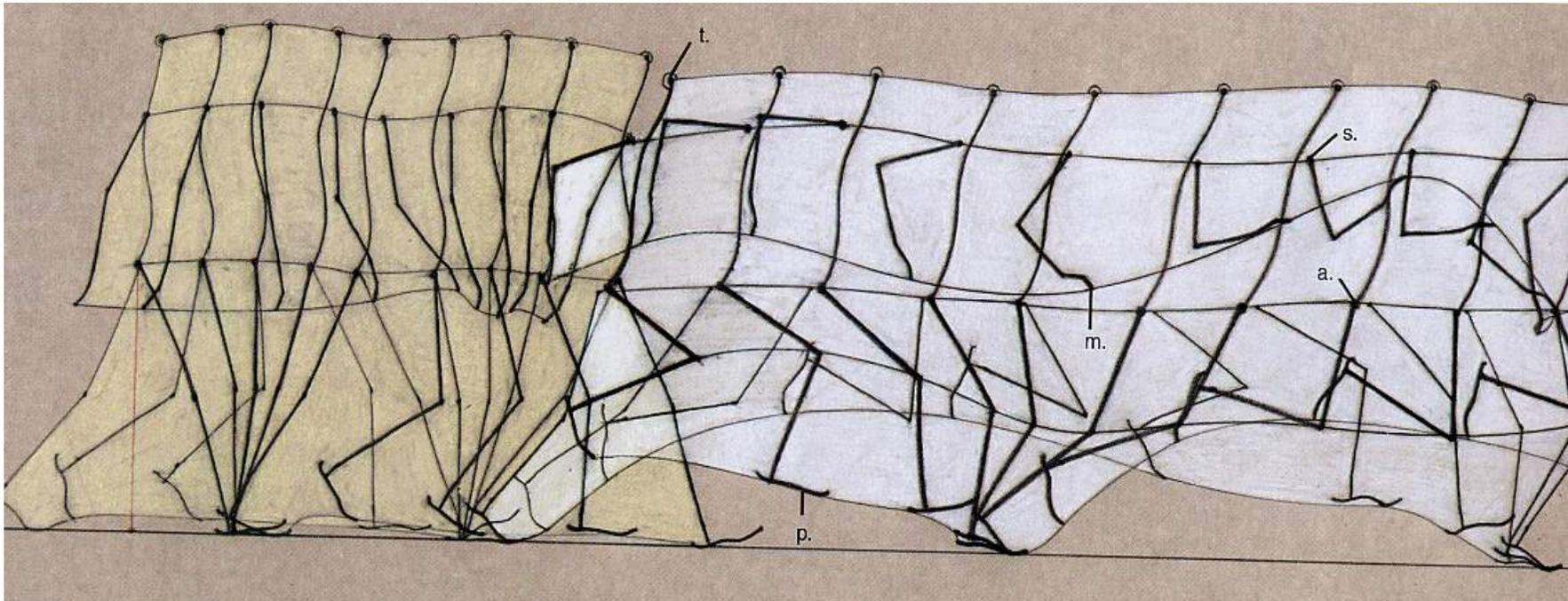
- Energia potenziale:

- Un corpo che si trova ad una certa altezza è in grado di compiere lavoro a mezzo del suo peso durante la caduta
- Es: l'acqua di un fiume che scende a valle perde la sua energia potenziale che può essere convertita in energia elettrica

Correre è + dispendioso!

- Perché dobbiamo correre anziché camminare più velocemente?
- I vincoli meccanici non ce lo permettono!
 - Se camminando velocemente arriviamo ad una certa velocità, siamo costretti a correre

Passaggio fra camminata e corsa



Analisi dimensionale

- Importanti variabili:
- Velocità, accelerazione di gravità, altezza della persona

$$\frac{v^2}{gl} \quad v^2 = \frac{L^2}{T^2} \quad \frac{L^2}{T^2} \frac{1}{L} \frac{T^2}{L} = \frac{L^2 T^2}{L^2 T^2}$$
$$g = \frac{v}{T} = \frac{L}{T^2}$$

Esempio

- Fattore invariante 0.8
- Adulto arto inferiore 0.8 m cambia camminata a corsa a 2.5 m/s
- Bambino arto inferiore 0.5m cambia camminata a corsa a 1.98 m/s

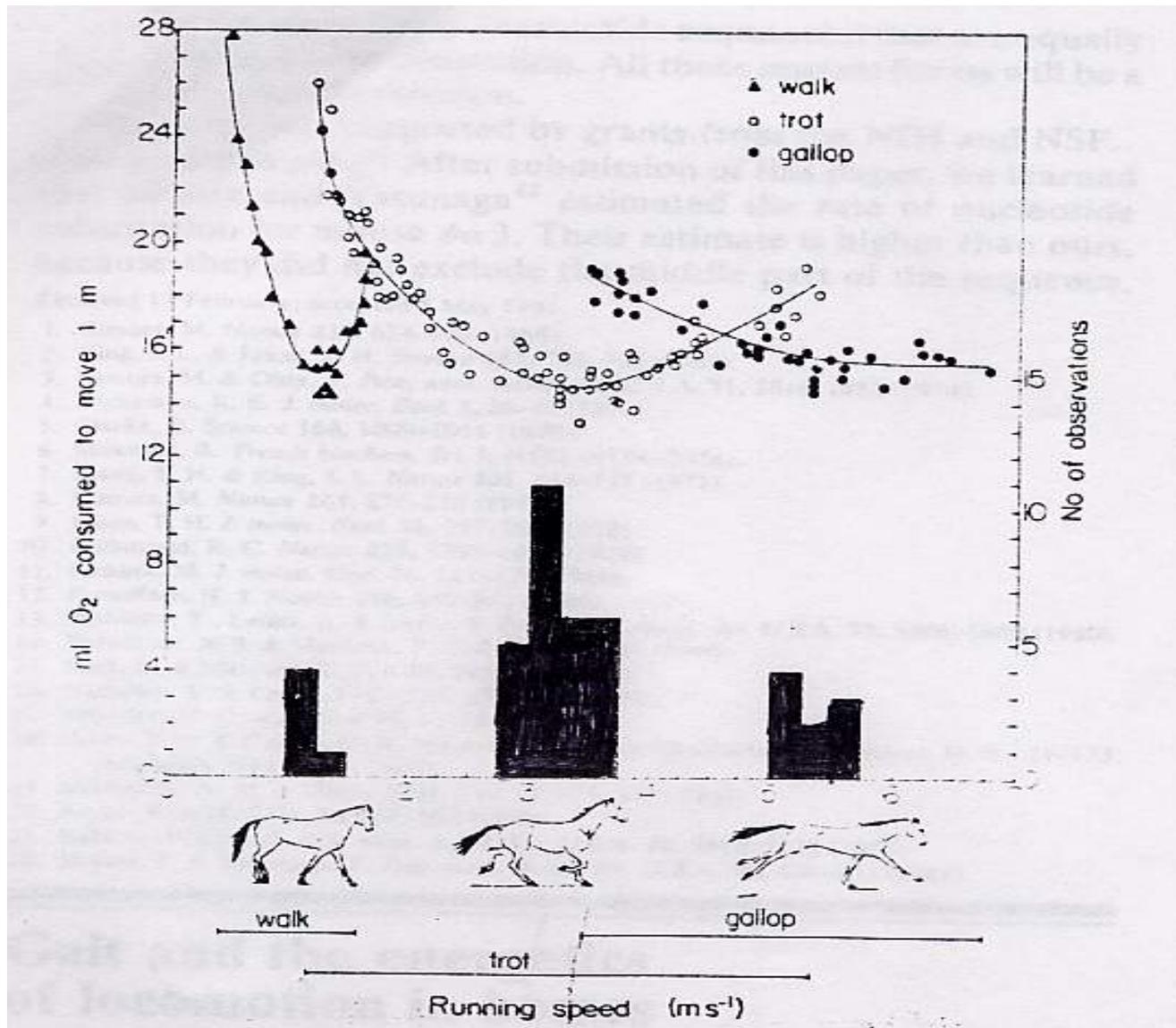
Il cambio fra camminata e corsa

- Ad una certa velocità che è scalata sui parametri corporei passiamo dalla camminata alla corsa.
 - I bambini cambiano pattern a velocità inferiori
 - Così le persone piccole
 - Che cosa fanno i marciatori?

Camminata e vincoli energetici

- Il cambio fra un pattern di movimento ed un altro è definito da vincoli anche energetici
- L'energia minima consumata è relativa alla velocità ed al pattern scelto
- Hoyt & Taylor (Nature, 1981)

Vincoli energetici



Implicazioni teoriche

- Dall'analisi dimensionale emerge che:
 - Parametri corporei e velocità scalano il movimento
 - Il movimento è definito quasi unicamente da vincoli meccanici ed energetici
 - Non risultano preponderanti vincoli percettivi ed ambientali

Salire e scendere le scale

Stato dell'arte

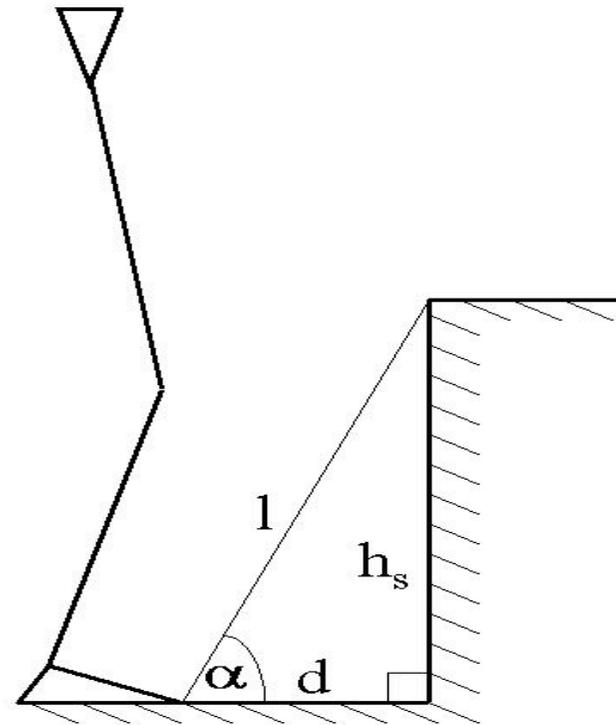
- Warren (1987): Lscalino/Lgamba
- Kontzac et al. (1992): anziani non seguono lo stesso rapporto scalare

- Esiste una relazione stabile nello scegliere e nel salire il gradino più alto che tenga conto dei parametri corporei e delle capacità motorie?

Possibili variabili da considerare

- Altezza gamba
- Altezza scalino
- Distanza dallo scalino
- Ipotenusa l
- Angolo α

$$\text{sen}\alpha = h_s / l = \text{Angolo } \alpha$$

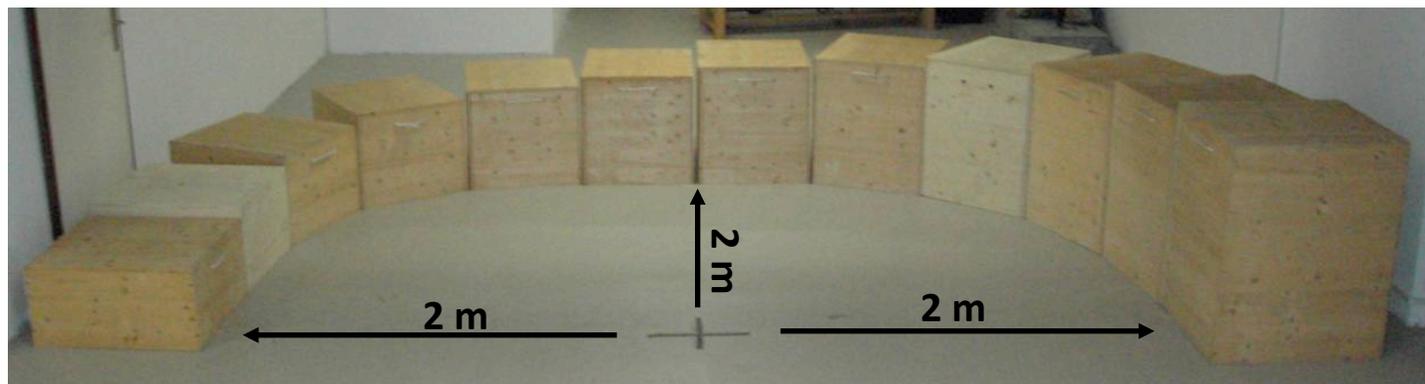
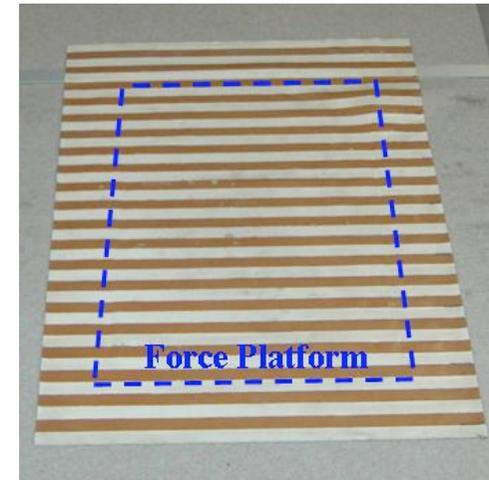


Leg Length, Height Achieved and Perceived Scaled and not Scaled

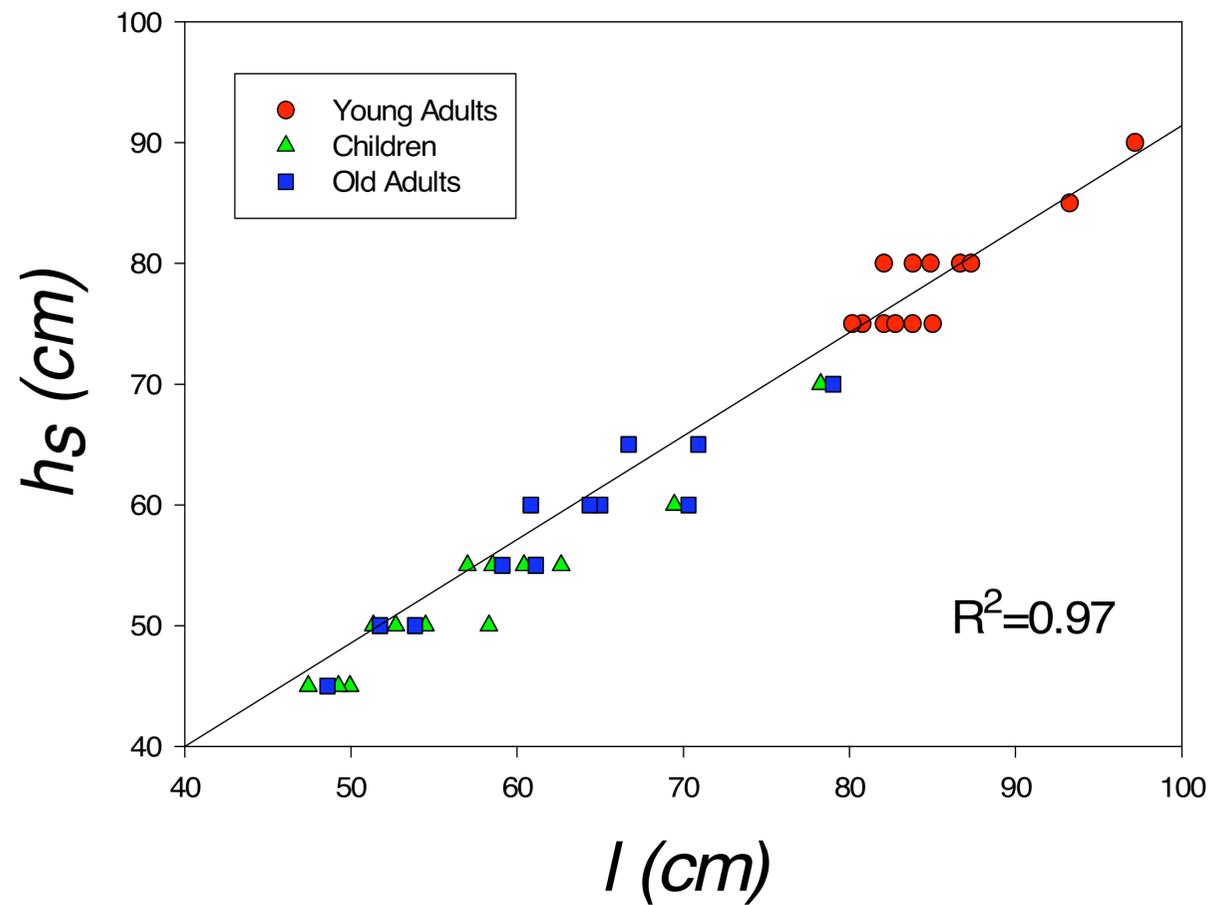
Grou	Leg Length (cm)	Achieved (cm)	Perceived (cm)	Achieved/L	Perceived/L
Young					
M	78.5	79.2	72.7	1	0.93
<i>SD</i>	<i>2.4</i>	<i>4.4</i>	<i>4.8</i>	<i>0.05</i>	<i>0.06</i>
Older					
M	77.7	57.7	52.3	0.74	0.67
<i>SD</i>	<i>5.9</i>	<i>6.9</i>	<i>6.3</i>	<i>0.07</i>	<i>0.06</i>
Children					
M	57.7	52.6	50.7	0.89	0.88
<i>SD</i>	<i>7.7</i>	<i>6.9</i>	<i>8.8</i>	<i>0.07</i>	<i>0.15</i>

Le scale usate e la pedana

- 14 scalini in legno non pitturato (colore naturale)
 - Larghezza 50 cm, profondità 60 cm;
 - Altezza da un 35 a 90 cm, incremento di 5 cm;
 - Disposti a semicerchio in ordine crescente (raggio 2 m)



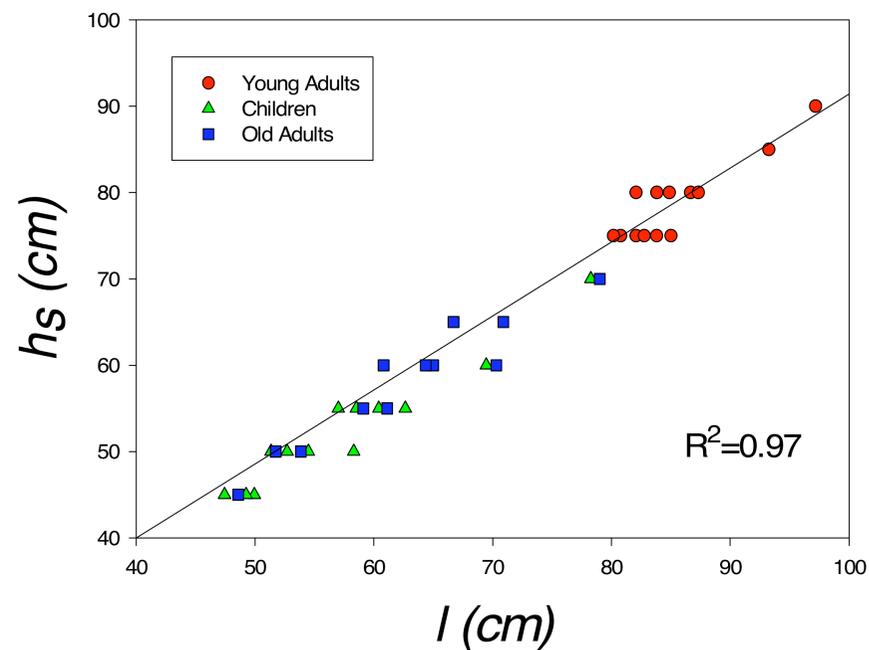
Fattore scalare Ipotenusa Altezza



Come calcolare l'angolo α

L'inclinazione
Della retta:
Altezza/Ipotenusa

$$\sin \alpha = A/I$$

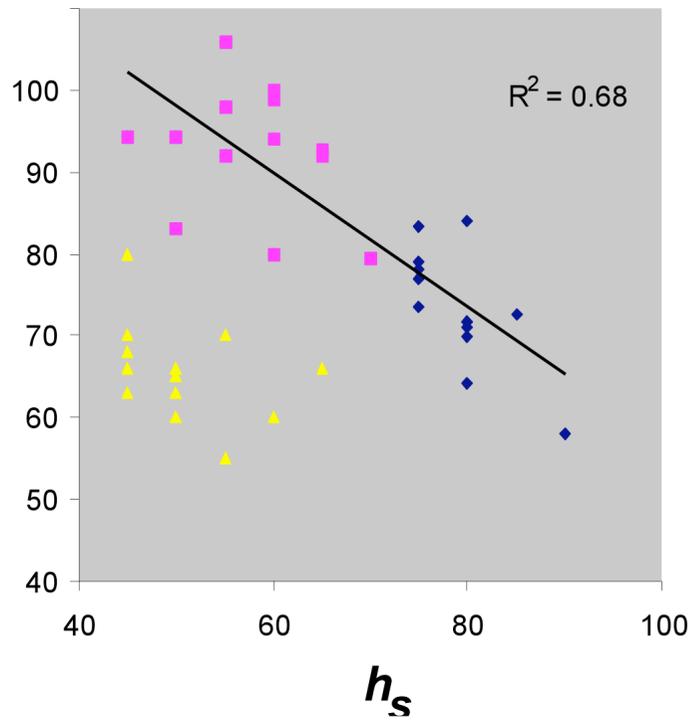


L'angolo α è una costante percettivo-motoria

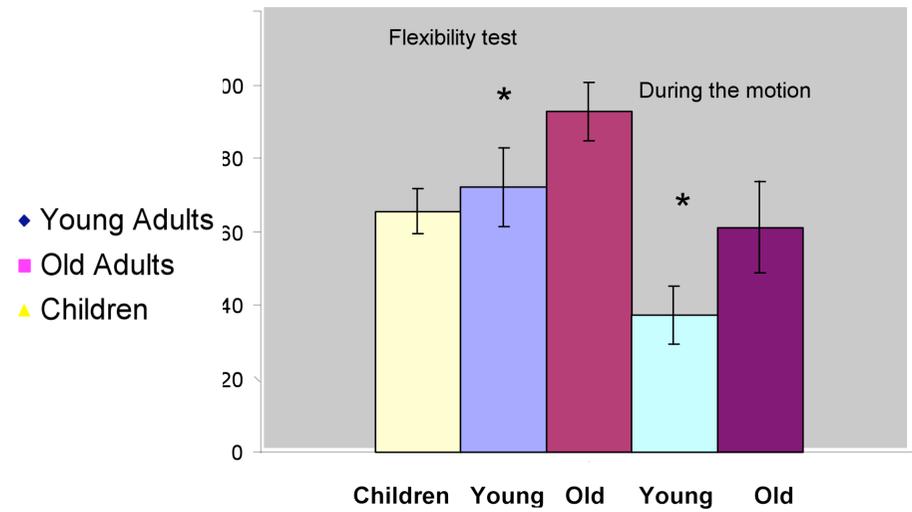
- Il rapporto fra l'altezza salita e l'ipotenusa è fortemente lineare ($R^2=0.97$) quindi il valore della linea è da considerare costante quindi costante è l'angolo α

Flessibilità

Hip Angle (θ)



Angle (θ)



Discesa delle scale

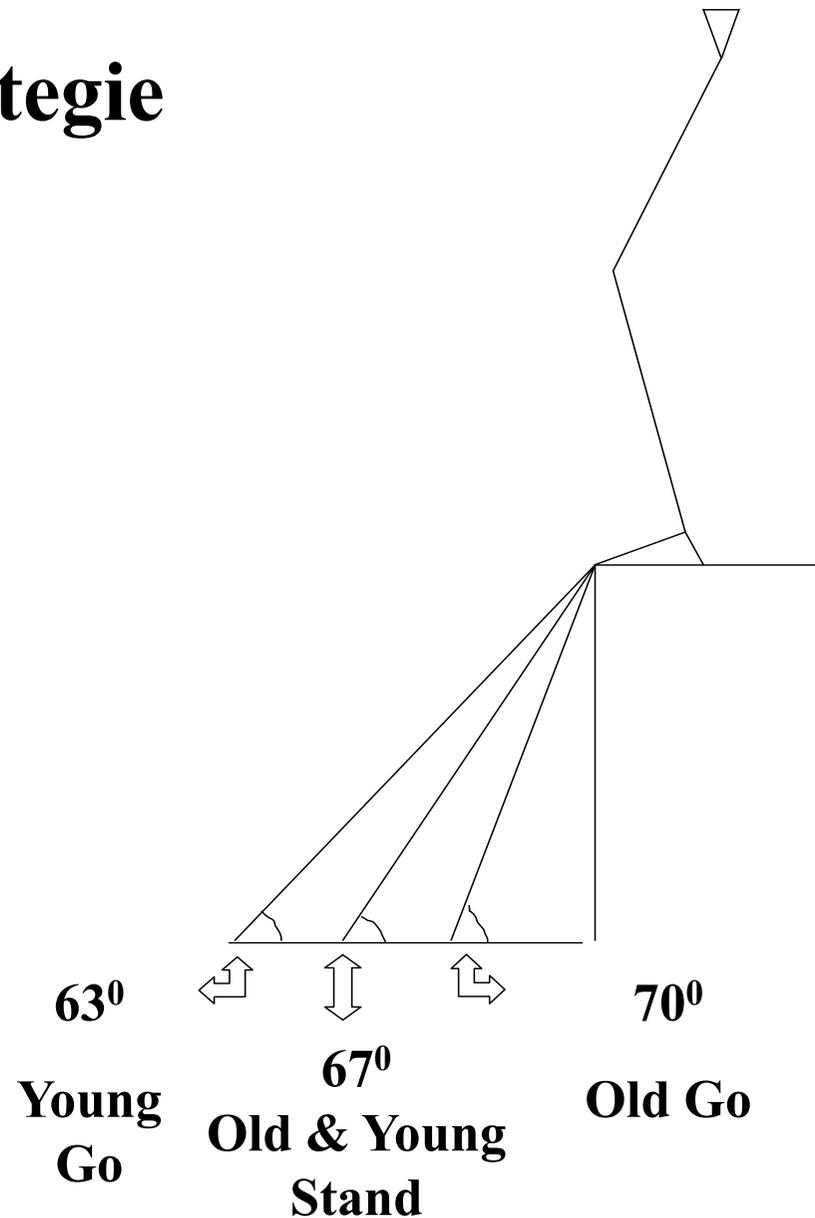
- 11 Anziani (età $M=61.6$, $SD=7.3$)
- 14 Giovani (età $M=22.4$, $SD=1.6$).
- Due condizioni:
 - Scendi e stai
 - Scendi e vai (raggiungi quel punto a 3m di distanza)

Discesa delle scale

- 11 Anziani (età $M=61.6$, $SD=7.3$)
- 14 Giovani (età $M=22.4$, $SD=1.6$).
- Due condizioni:
 - Scendi e stai
 - Scendi e vai (raggiungi quel punto a 3m di distanza)

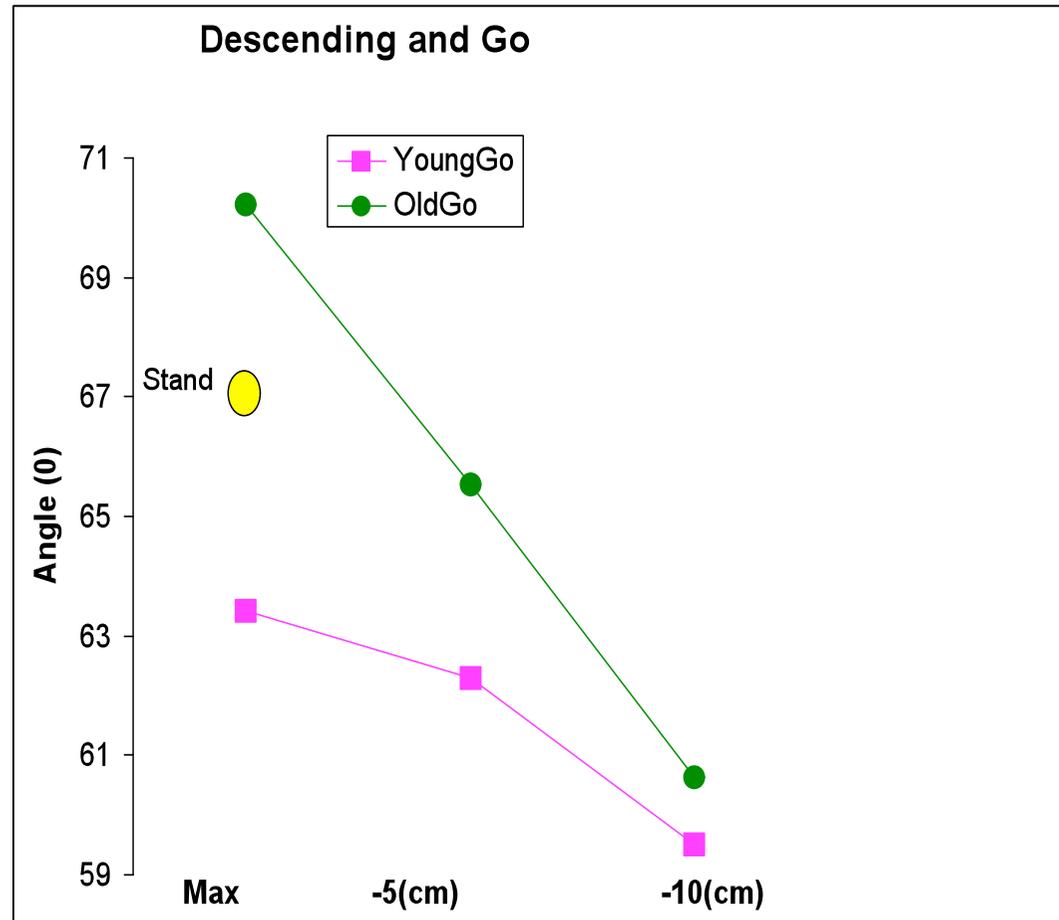
Le due strategie

- **Scendi e stai:** stesso angolo
- **Scendi e vai:** anziani atterrano più vicino allo scalino giovani più lontano



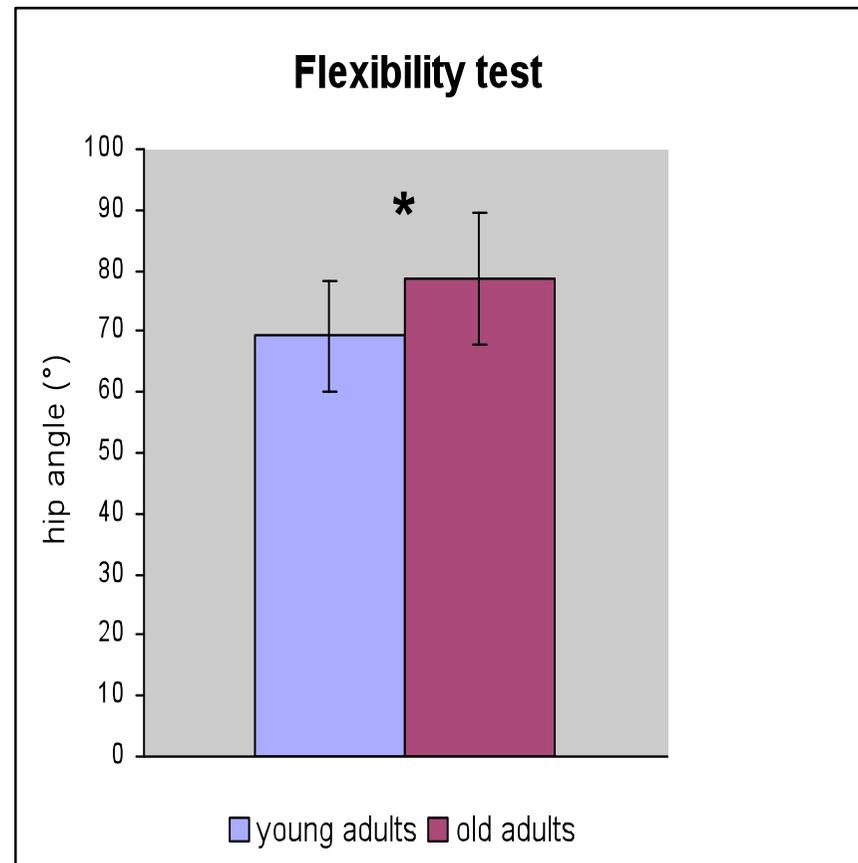
Le due strategie di movimento

- **Scendi e stai:** nessuna differenza fra I due gruppi
- **Scendi e vai:**
 - Diversi gli angoli scelti fra anziani e giovani



Test di flessibilità

Anziani presentano una flessibilità al livello delle anche inferiore ai giovani



Salire e scendere le scale

- Per ambedue i compiti motori l'angolo rimane lo stesso
- Le altezze delle scale scelte per scendere sono state inferiori per tutti i gruppi rispetto al salire

Due strategie diverse

- Anziani più in difficoltà a gestire la loro quantità di moto: scelgono strategie più conservative per mantenersi più stabili