



**XCVI Congresso Società Italiana di Fisica**  
Sezione storia, didattica e fisica generale  
Bologna, 20-24 settembre 2010



# **Analisi dinamica di una tecnica di karate nell'ambito del progetto didattico "La Fisica del Karate"**

*Progetto Nazionale Lauree Scientifiche*

*C. Gianino,<sup>(1)-(2)</sup> J. Immé<sup>(2)-(3)</sup>*

In collaborazione con il *M° Antonino Gianni* del Dojo Karate-do Shotokan di Scicli (RG)

*(1) Liceo Scientifico Statale "E. Fermi" di Ragusa*

*(2) INFN, sezione di Catania*

*(3) Dipartimento di Fisica e Astronomia, Catania*





# Il progetto

Studio delle leggi della fisica applicate alle tecniche di karate finalizzato a sviluppare il senso critico individuando e verificando sperimentalmente le leggi e i principi fisici coinvolti in azioni del proprio corpo.

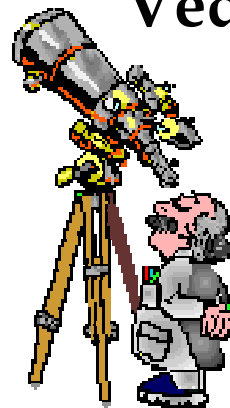
**Spirito del progetto: "proverbio cinese"**

**Ascolto**



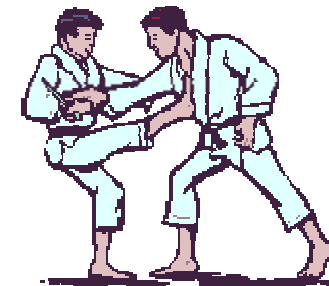
**... e dimentico**

**Vedo**



**... e ricordo**

**FACCIO**



**... e IMPARO**

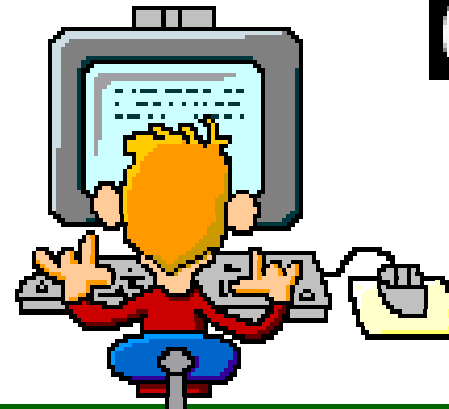
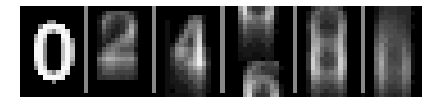
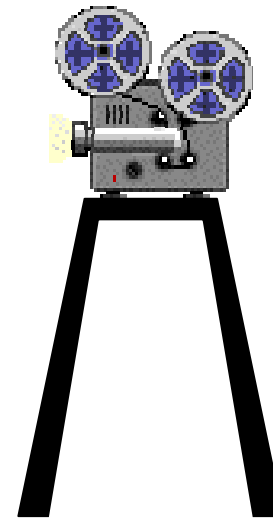


# Metodo didattico

- Lezioni di fisica con supporti multimediali;
- Esperimenti da banco e applets come facilitatori del processo di insegnamento-apprendimento
- Misure sperimentali e analisi dei dati
- Pratica del Karate e percezione con il proprio corpo delle leggi e delle grandezze fisiche



# Analisi cinematica con videocamera digitale





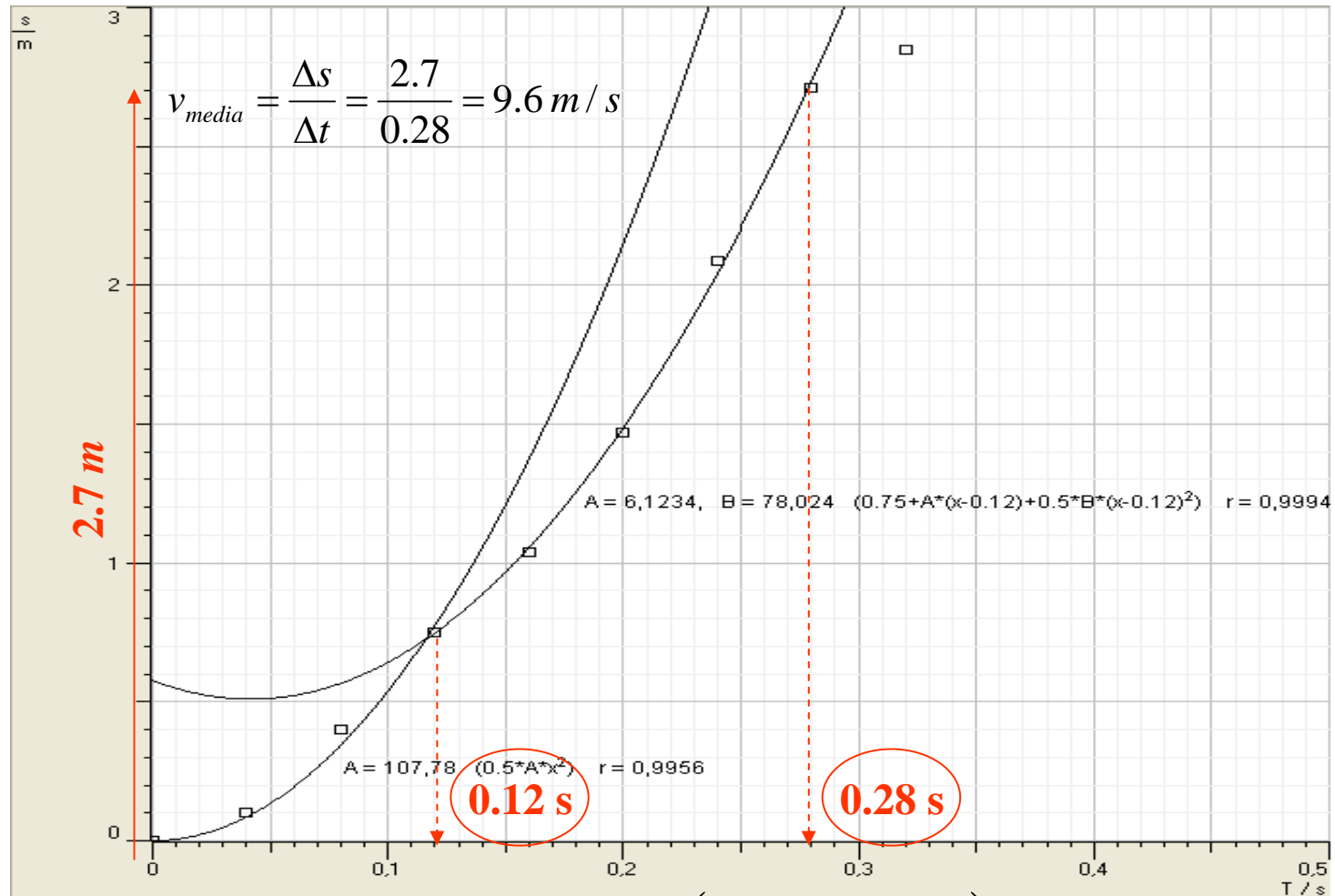
# Ricostruzione della traiettoria



“Analisi dinamica ...”, C. Gianino, J. Immé, A. Gianni – XCVI Congresso SIF - Bologna, 20 settembre 2010



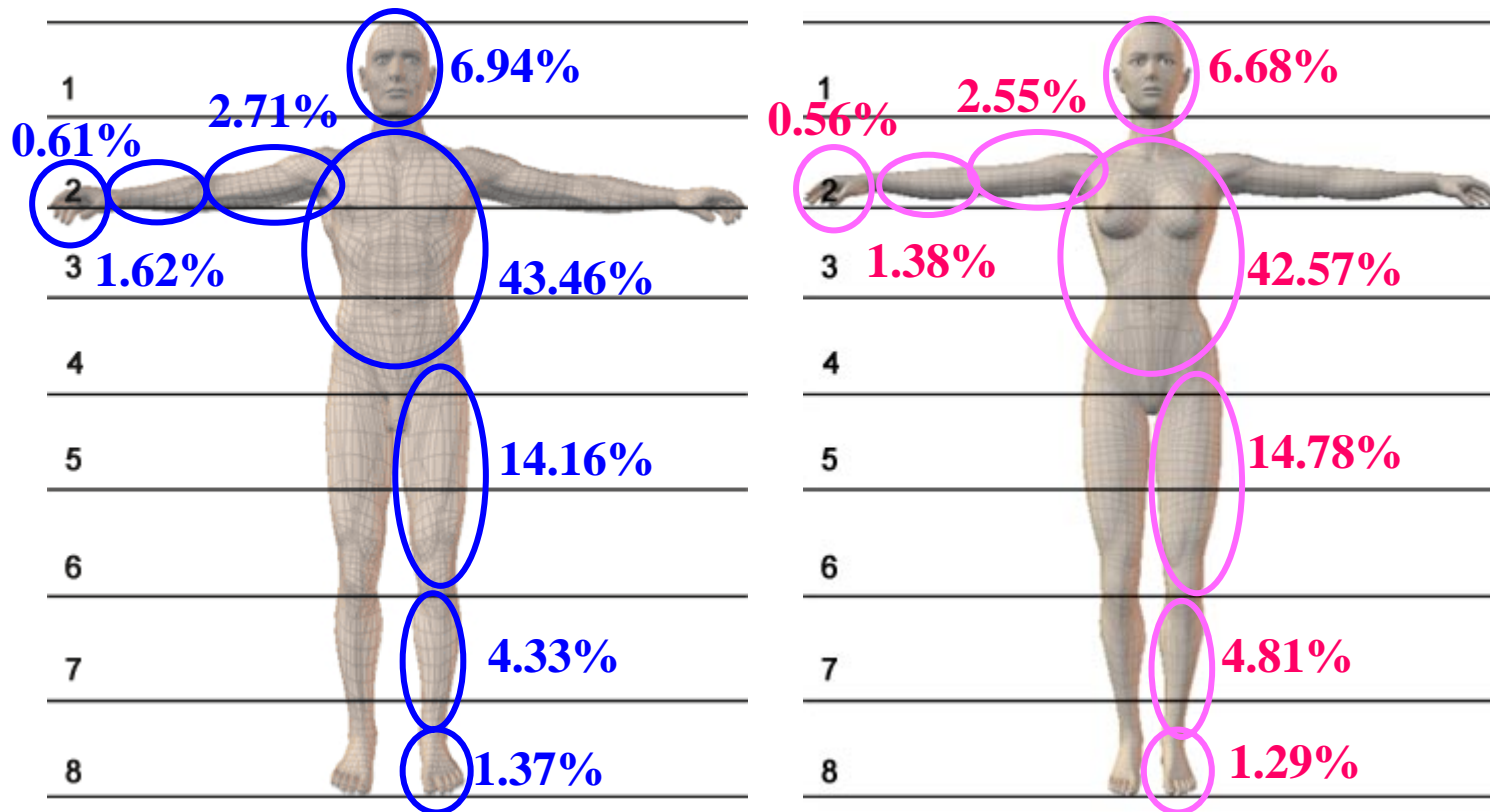
# Esempio di diagramma orario



$$v = v_0 + a \cdot \Delta t \approx 6.1 + 78 \cdot (0.28 - 0.12) = 18.6 \text{ m/s}$$



# Distribuzione media della massa nel corpo umano



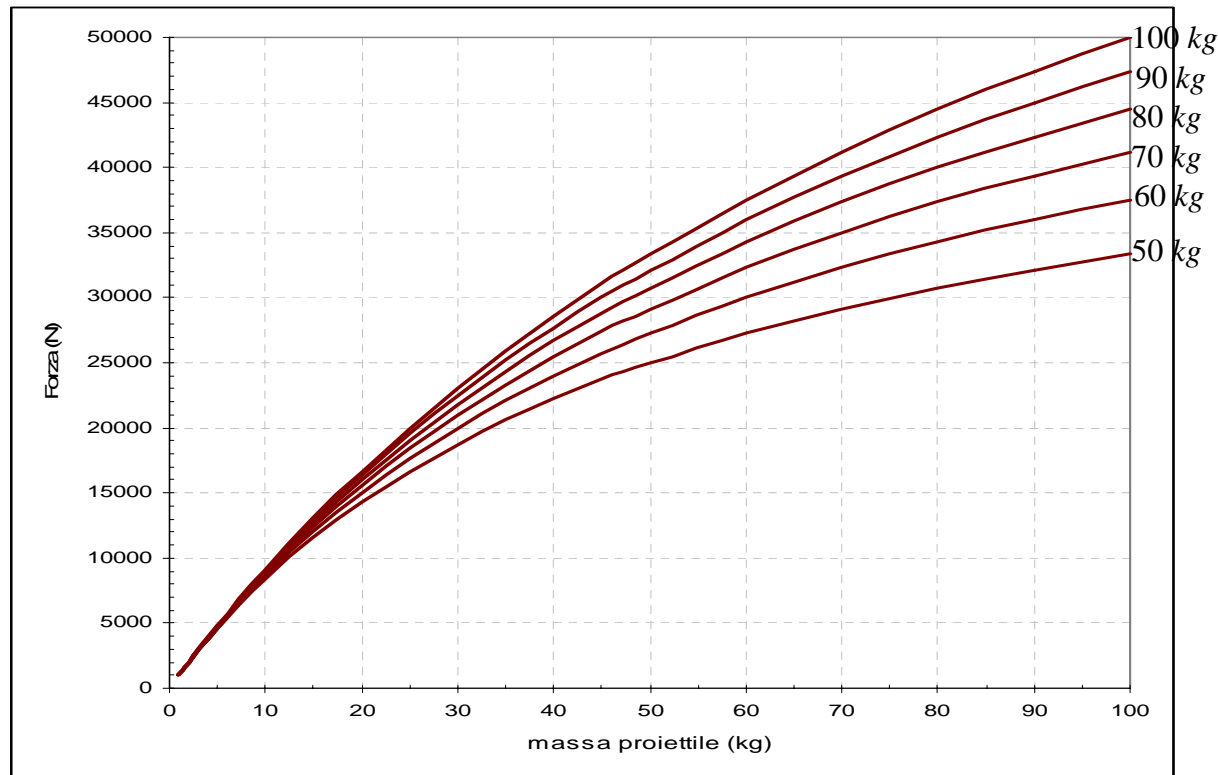
*Body segment parameter data from Zatsiorsky et al. (1990), as modified by deLeva (1996).*



# Forza impulsiva

$$F = \frac{m_p (v_{\text{impatto}} - v_{\text{finale}})}{\Delta t} \Rightarrow F = \frac{m_p m_b}{m_p + m_b} \cdot \frac{v_{\text{impatto}}}{\Delta t}$$

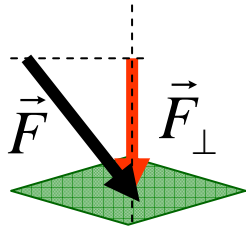
$(v_{\text{impatto}} \cong 10 \text{ m/s})$







# Pressione



$$p = \frac{F_{\perp}}{S} \rightarrow Pa = \frac{N}{m^2}$$



"Analisi dinamica ...", C. Gianino, J. Immé, A. Gianni - XCVI Congresso SIF - Bologna, 20 settembre 2010



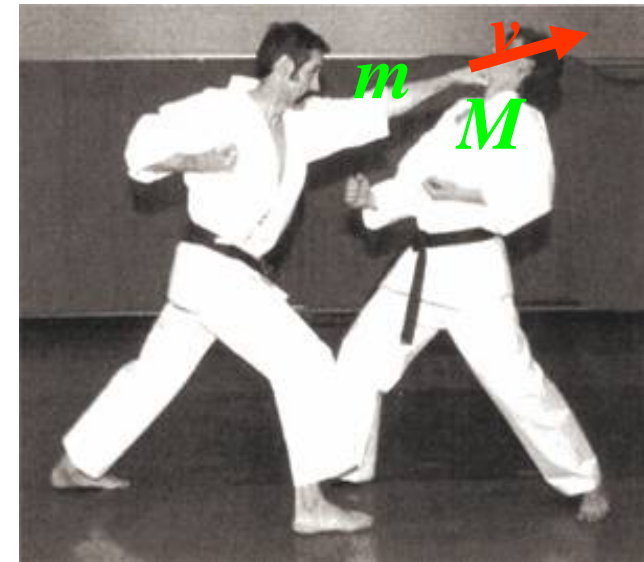
# Energia assorbita in un urto

L'energia assorbita in un urto è la differenza fra l'energia cinetica iniziale e quella finale

$$\Delta E = \frac{1}{2}mv_{\text{impatto}}^2 - \left( \frac{1}{2}mv_{\text{pf}}^2 + \frac{1}{2}Mv_{\text{Bf}}^2 \right)$$

applicando le legge di conservazione della quantità di moto

$$\Delta E = \frac{1-e^2}{2} \cdot \frac{m \cdot M}{m+M} \cdot v^2$$



Con  $e$  si è indicato il coefficiente di restituzione definito dal rapporto fra il modulo delle differenze di velocità finali ed iniziali dei corpi

$$e = \frac{|v_{\text{pf}} - v_{\text{Bf}}|}{v_{\text{impatto}}}$$

$e = 0$  (urto totalmente anelastico)

$e = 1$  (urto elastico)



# Esempio di stime dinamiche di un MAE-GERI



$(v_{\text{impatto-piede}} \cong 19 \text{ m/s})$



$(v_{\text{impatto-gamba}} \cong 13 \text{ m/s})$



$(v_{\text{impatto-coscia}} \cong 4 \text{ m/s})$



<b>1270 N</b> <b>212 kPa</b> <b>121 J</b>	<b>1280 N</b> <b>213 kPa</b> <b>121 J</b>	<b>1280 N</b> <b>213 kPa</b> <b>121 J</b>	<b>1290 N</b> <b>215 kPa</b> <b>122 J</b>
<b>3900 N</b> <b>650 kPa</b> <b>281 J</b>	<b>3940 N</b> <b>656 kPa</b> <b>285 J</b>	<b>3960 N</b> <b>660 kPa</b> <b>288 J</b>	<b>4020 N</b> <b>670 kPa</b> <b>295 J</b>
<b>6010 N</b> <b>1.00 MPa</b> <b>310 J</b>	<b>6120 N</b> <b>1,02 MPa</b> <b>320 J</b>	<b>6180 N</b> <b>1,03 MPa</b> <b>323 J</b>	<b>6360 N</b> <b>1,06 MPa</b> <b>335 J</b>



# Valori ammissibili per l'uomo

- 4kN è il limite "medico" di rottura della colonna vertebrale
- 10kN forma massima ammissibile impatto con il cranio (100J energia di impatto)
- Per i PROTETTORI LOMBARI e per i PROTETTORI PER LE ARTICOLAZIONI ricorda che la norma è la EN1621-1 che testa questi prodotti con energie di 3 livelli: 50, 75 e 100 joule.
- Energia di rottura costola 14 J, (600-800 N)
- Carico massimo sulla sinfisi pubica 6kN
- Carico massimo forza interna addome 2.5kN



# Modello teorico (pugno Gyako-tsuki)

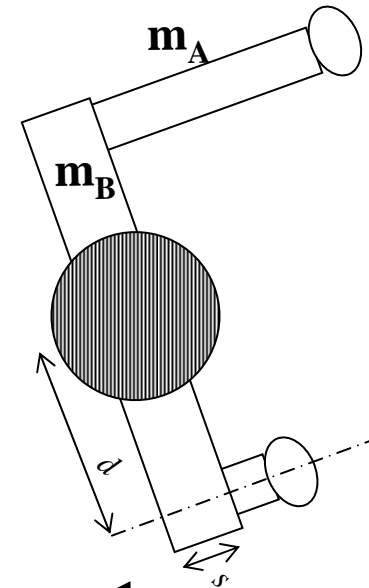
$$I = \frac{1}{12} m_B (2d + s)^2 + 2m_A d^2$$

Ipotesi:  $m_B \cong 43\% m_T$  e  $m_A \cong 5\% m_T$

$$s \cong \frac{d}{3}$$

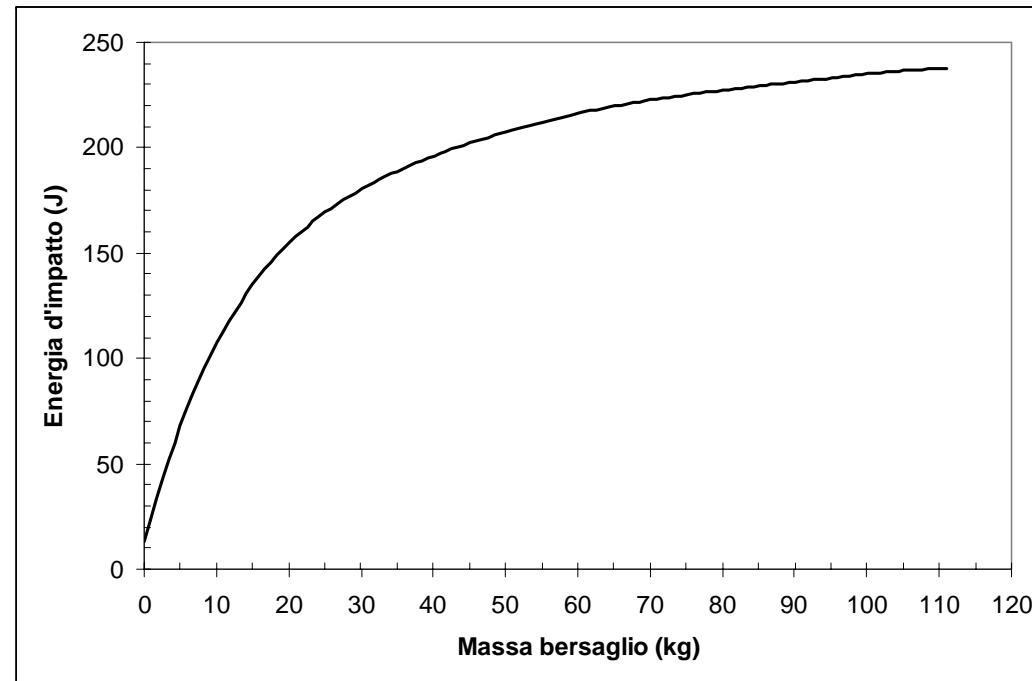
$$I = 0.25m_T d^2 \quad E_R = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} (0.25m_T) v^2$$

$$\Delta E = \frac{0.125m_T M}{0.25m_T + M} v^2$$





# $\Delta E$ in funzione della massa del bersaglio



Considerando, ad esempio, un uomo di massa 60 kg che colpisce un altro uomo di massa 80 kg con una velocità di impatto di 6 m/s, si ottiene un'energia di impatto pari a

$$\Delta E = 227 J$$



# Energia ceduta al bersaglio

*Ipotizzando che proiettile (mano) e bersaglio si deformano in modo elastico:*

$$\begin{cases} k_p x_p = k_B x_B \\ \Delta E = \Delta E_B + \Delta E_P = \frac{1}{2} k_B x_B^2 + \frac{1}{2} k_P x_P^2 \end{cases}$$
$$\Delta E_B = \left( \frac{k_B}{k_P} + 1 \right) \Delta E$$

*e considerando che  $k_B \ll k_P$  possiamo affermare che tutta l'energia verrà assorbita dal bersaglio.*

*Tale energia risulta circa media 16 volte superiore a quella necessaria per **fratturare costola (14 J)***



# 空手に先手なし

- **Che c'è scritto?**

*Karate ni sente nashi*

- **Che significa?**

*Nel karate non si attacca per primi, esso non è un mezzo per offendere o arrecare danno! Questo è il secondo dei venti precetti lasciati dal padre fondatore del Karate-Do (G. Funakoshi)*

- **Ma allora perché si pratica Karate?**

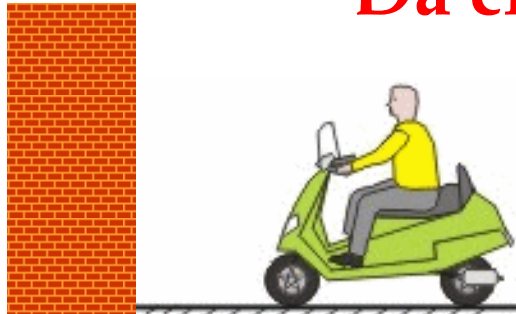
*Molte volte si inizia a praticare con l'idea di difendersi o di imparare a combattere, all'inizio non si è efficaci e quindi si evita di fare a botte, quando si acquisisce competenza si ha anche la consapevolezza delle potenzialità e quindi si evita a tutti i costi di risolvere le controversie con le mani. Fondamentalmente, il Karate-do è inteso come una delle tante vie Zen per conoscere se stessi! La pratica del Karate aiuta a crescere interiormente.*





# Difesa personale?

**Da chi ci dobbiamo difendere?**



$$m_P = 50 \text{ kg}$$

$$v_{\text{impatto}} = 50 \text{ km/h} \cong 14 \text{ m/s}$$

$$m_B \gg m_P$$

$$F_{\text{impatto}} \cong m_P \cdot \frac{v_{\text{impatto}}}{\Delta t} \cong 70000 \text{ N}$$

$$p \cong 140 \text{ MPa}$$

$$\Delta E \cong \frac{1}{2} m_P v_{\text{impatto}}^2 \cong 4900 \text{ J}$$



**Forse ... il peggior nemico siamo noi stessi!**



*Lo studio non consiste soltanto nella lettura,  
ma è qualcosa che dovremmo integrare  
nel nostro stile di vita.*



***Takeda Shingen (1521-1573)***



**OSS !!!**

**<http://fisicadelkarate.altervista.org>**