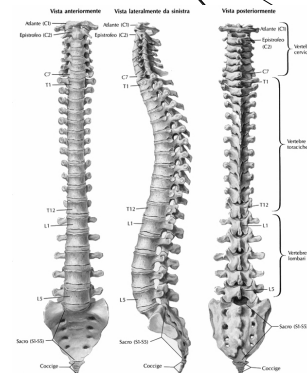


CENNI DI BIOMECCANICA DEL RACHIDE

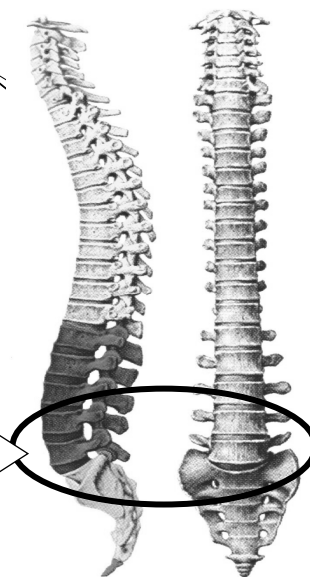
Giorgio Zecchi
SPSAL Reggio Emilia



La colonna vertebrale

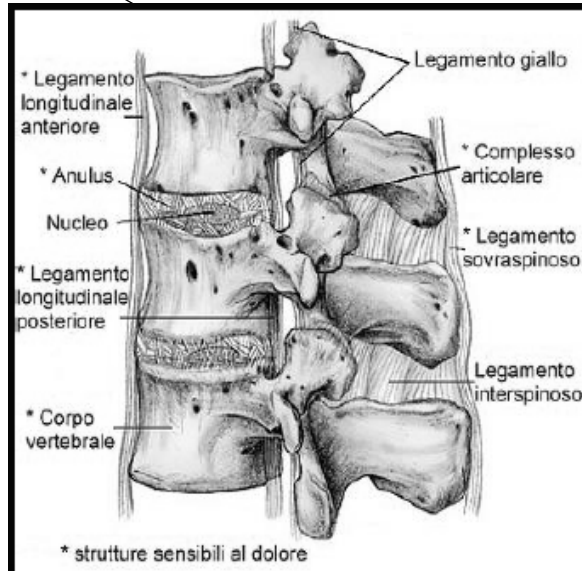
- formata da 33 vertebre sovrapposte che formano un'unica struttura che sostiene il corpo;
- presenta 3 curve:
la lordosi cervicale (azzurro)
la cifosi dorsale (giallo)
la lordosi lombare (rosso)

**E' IL RACHIDE LOMBO-SACRALE
UNA DELLE ZONE MAGGIORMENTE
COLPITE DAL MAL DI SCHIENA**

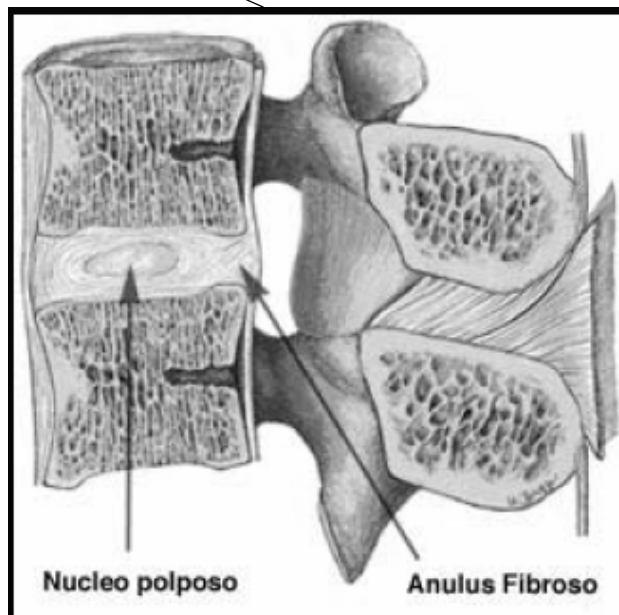


La colonna vertebrale: il disco

- tra le vertebre c'è il disco intervertebrale (ammortizzatore e distributore delle forze) formato da una parte centrale gelatinosa (nucleo) e da una parte periferica fibrosa (anello)

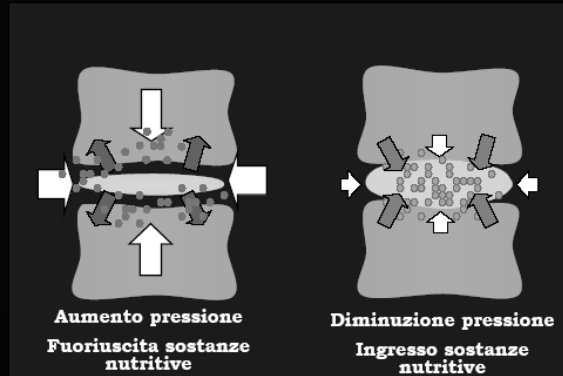


La colonna vertebrale: il disco

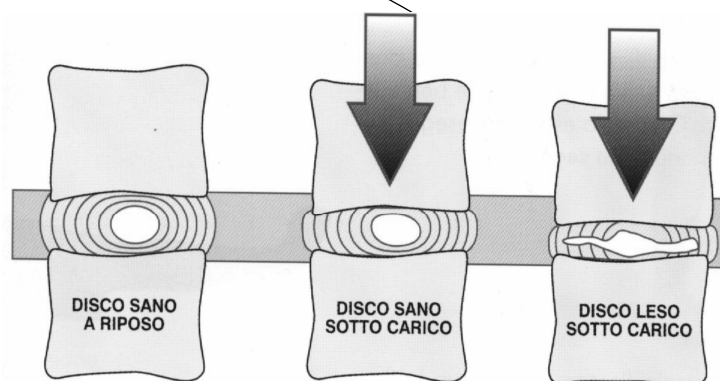


La colonna vertebrale: il disco

Tutte le patologie del rachide collegate alla movimentazione manuale di carichi, comprese le forme acute, sono riconducibili al processo di degenerazione del disco intervertebrale



La colonna vertebrale: il disco



Il nucleo si insinua nelle crepe e comprime la parte esterna:
- insorgenza del dolore
- in caso oltrepassi il bordo esterno \Rightarrow fuoriuscita (ernia).

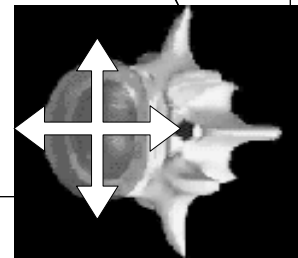
La colonna vertebrale: il disco

Il nucleo polposo serve come distributore della pressione nei movimenti di estensione e flessione della colonna.

***Nella flessione in avanti il nucleo si sposta indietro.
Nella estensione il nucleo si sposta in avanti.***

Nei movimenti di torsione della colonna il nucleo tende a spostarsi nel verso opposto rispetto al movimento in toto.

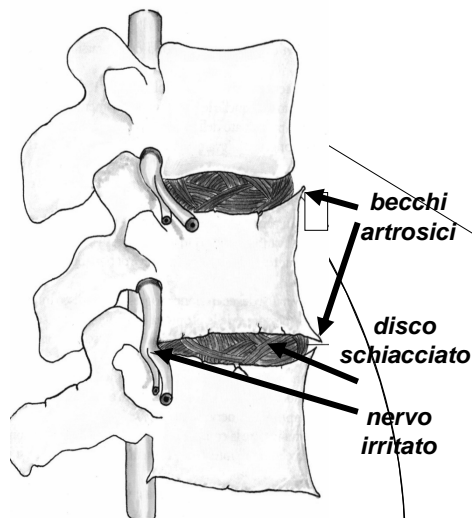
La pressione esercitata sui dischi si modifica al variare della posizione del corpo e del carico sollevato.



La colonna vertebrale LE ALTERAZIONI PIU' COMUNI

❖ ***BECCHI ARTROSICI (artrosi)***
***piccole protuberanze sui
bordi della vertebra
(dolore, formicolii)***

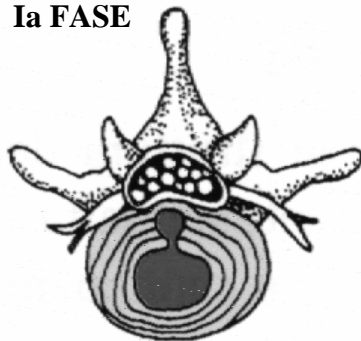
❖ ***LOMBALGIA ACUTA
("colpo della strega")***
***dolore acutissimo per una
reazione immediata ad azioni
scorrette e "sovraccaricanti"***



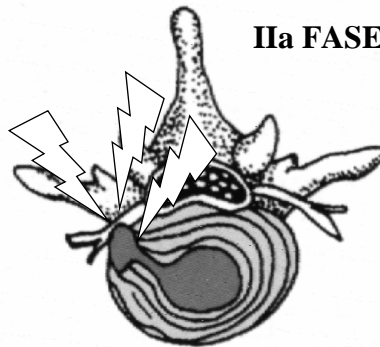
La colonna vertebrale **LE ALTERAZIONI PIU' COMUNI**

Esempio d'INSORGENZA DELL'ERNIA DEL DISCO
nucleo polposi che fuoriesce dal disco comprimendo
il nervo

Ia FASE



IIa FASE



IDENTIFICAZIONE E VALUTAZIONE DEL RISCHIO

**COME IDENTIFICARE
LE SITUAZIONI DI
M.M.C. A POTENZIALE
RISCHIO?**



**IDENTIFICAZIONE DEL RISCHIO:
VALUTAZIONE E CALCOLO DEI CARICHI DISCALI**

Dal NIOSH del 1981 (ripreso nel '93):

“... IL CARICO IMPOSTO AL TRATTO LOMBOSACRALE DELLA COLONNA VERTEBRALE NEL TRASFERIMENTO MANUALE DI PESI E' IL RISULTATO DELLA COMBINAZIONE “PESO SOLLEVATO” E “MODALITA' DI SOLLEVAMENTO” DELLO STESSO”.

**IDENTIFICAZIONE DEL RISCHIO:
VALUTAZIONE E CALCOLO DEI CARICHI DISCALI**



**IDENTIFICAZIONE DEL RISCHIO:
VALUTAZIONE E CALCOLO DEI CARICHI DISCALI**

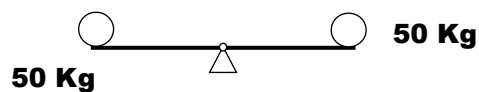
Lo stesso
succede
durante il
sollevamento
di un peso



13 di 39

IL CARICO DISCALE DURANTE LA M.M.C.

**IL CARICO DISCALE (c.d.) SI PUO' CALCOLARE IN
MODO SEMPLICE UTILIZZANDO IL PRINCIPIO DELLA
LEVA (Bioingegneria – SISTEMA STATICO 2D)**



La forza-peso complessiva che grava sul fulcro della
leva (ovvero sul disco intervertebrale – es. L5-S1) è
pari alla somma dei 2 carichi in equilibrio

$$\text{CARICO SUL FULCRO} = 50 + 50 = 100 \text{ Kg}$$

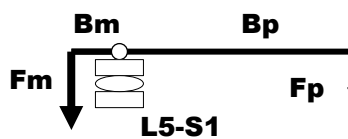
**IDENTIFICAZIONE DEL RISCHIO:
VALUTAZIONE E CALCOLO DEI CARICHI DISCALI**



IL CARICO DISCALE DURANTE LA M.M.C.

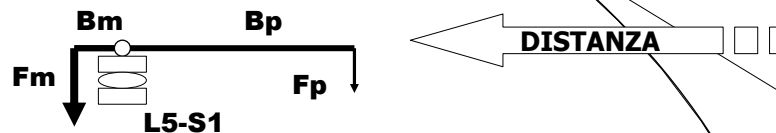
La colonna vertebrale corrisponde a una leva di I genere (svantaggiosa)

- FULCRO = vertebre e dischi tratto lombare (es. L5-S1)
- BRACCIO DELLA FORZA MOTRICE (B_m) = distanza fulcro - apice processo spinoso
- BRACCIO DELLA FORZA RESISTENTE (B_p) = distanza fulcro - peso movimentato
- FORZA PESO (F_p) = equivale al peso movimentato
- FORZA MOTRICE (F_m) = ???



IL CARICO DISCALE DURANTE LA M.M.C.

IL CARICO DISCALE (c.d.) VIENE CALCOLATO UTILIZZANDO IL PRINCIPIO DELLA LEVA



$$\text{CARICO DISCALE} = F_p + F_m$$

IL METODO CONSENTE DI QUANTIFICARE IL CARICO CHE GRAVA SUL DISCO INTERVERTEBRALE DURANTE IL SOLLEVAMENTO DI UN GRAVE (M.M.C.) O DURANTE IL MANTENIMENTO DI UNA POSTURA INCONGRUA (es. restare a schiena flessa in avanti per postazione di lavoro non ergonomica... ANCHE SENZA CARICO).

VALUTAZIONE E CALCOLO DEI CARICHI DISCALI



IL CARICO DISCALE DURANTE LA M.M.C.

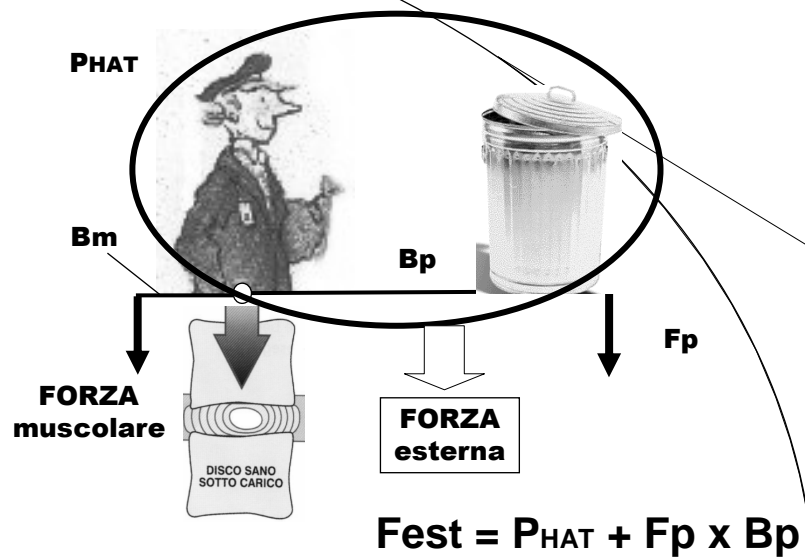
Sistema in equilibrio

$$F_m \times B_m = F_p \times B_p$$
$$M_{int} (F_{int}) = M_{est} (F_{est})$$

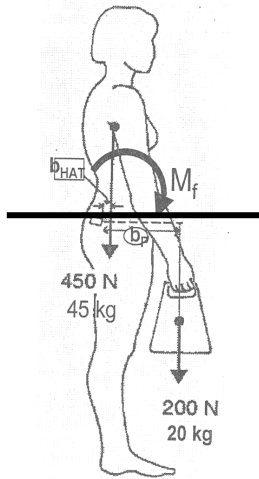
$$F_m = F_p \times B_p / B_m$$

Poiché B_m è costante (pochi cm), F_m - a parità di peso - dipenderà da B_p , cioè crescerà al crescere della distanza del peso dal corpo

IL CARICO DISCALE DURANTE LA M.M.C.



IL CARICO DISCALE DURANTE LA M.M.C.

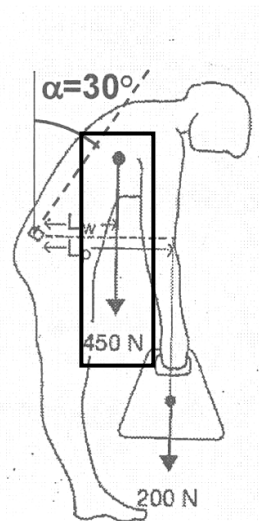


Se la schiena è perfettamente diritta (0°):

$$\text{Fest} = P_{\text{HAT}} \text{ (45-50\% del peso corporeo)} + F_p \times B_p$$

...ma non lo è quasi mai !!!!!

IL CARICO DISCALE DURANTE LA M.M.C.



...a schiena flessa, condizione presente durante la maggior parte dei sollevamenti !!!!

(es. di 30°)

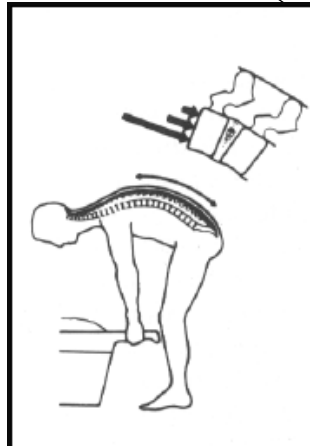
$$\text{Fest} = P_{\text{HAT}} \times B_{\text{HAT}} + F_p \times B_p$$

$$\text{CDISCALE} = 401 \text{ Kg}$$

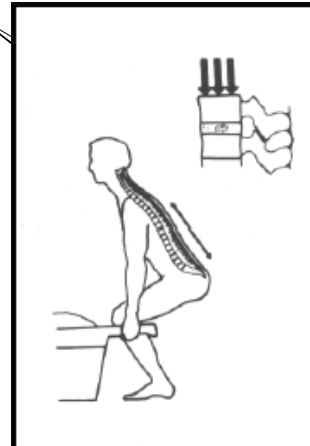
DIVERSE MODALITA' DI SOLLEVAMENTO



Fonte:
Kroemer e
Grandjean, 1997



TECNICA DEL 7
BACK LIFT

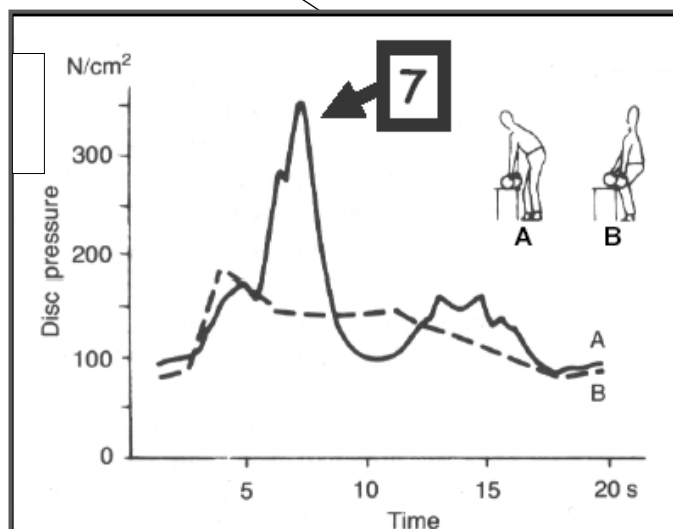


TECNICA DEL 4
LEG LIFT

DIVERSE MODALITA' DI SOLLEVAMENTO



Fonte:
Kroemer e
Grandjean, 1997



VALORI LIMITE DEI CARICHI DISCALI

(sec. NIOSH):

AZIONE \Rightarrow 350 Kg

ROTTURA \Rightarrow 650 Kg

(sec. Jager):

AZIONE femmine \Rightarrow 275-280 Kg

ROTTURA femmine \Rightarrow 400 Kg

AZIONE maschi \Rightarrow 400 Kg

ROTTURA maschi \Rightarrow 580 Kg

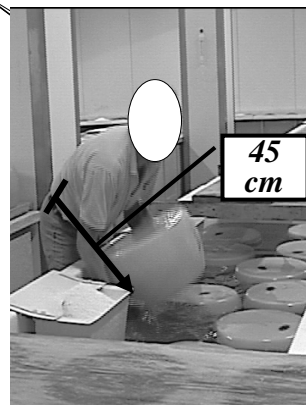
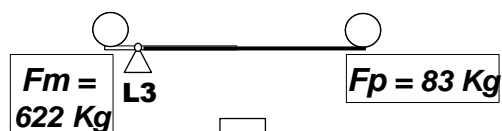


CALCOLO DEL CARICO DISCALE CON SOLLEVAMENTO FORMA (es. da salatoio orizzontale)

CALCOLO CARICO DISCALE (c.d.)

- peso operatore \Rightarrow 70 Kg
(tronco e aa.ss. su L3 \Rightarrow 45 Kg) $\}$ = F_p
- peso del carico \Rightarrow 38 Kg

$$F_m = \frac{F_p \times B_p}{B_m} = \frac{(45 + 38) \times 45}{6} =$$



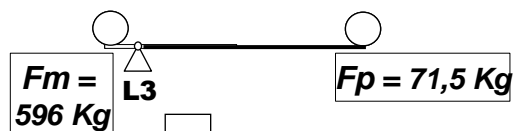
$$c.d. = 622 + 83 = 705 \text{ Kg}$$

**CALCOLO DEL
CARICO DISCALE CON
SOLLEVAMENTO (es. estrazione gemelle - lontano)**

CALCOLO CARICO DISCALE (c.d.)

- peso operatore $\Rightarrow 70 \text{ Kg}$
(tronco e aa.ss. su L3 $\Rightarrow 45 \text{ Kg}$)
- peso carico $\Rightarrow 45/2 = 22,5/0,85 = 26,5 \text{ Kg}$

$$F_m = \frac{F_p \times B_p}{B_m} = \frac{(45 + 26,5) \times 50}{6} =$$

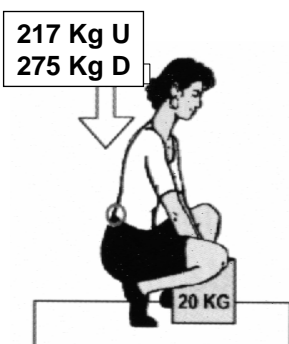


$$c.d. = 596 + 71,5 = 667,5 \text{ Kg}$$

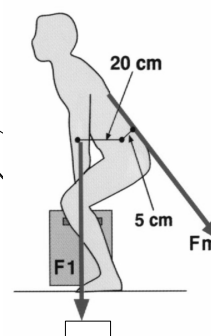
**VALUTAZIONE E CALCOLO DEI
CARICHI DISCALI**

CARICHI DISCALI (c.d.)

sollevando CORRETTAMENTE un peso, la leva
è più "vantaggiosa"

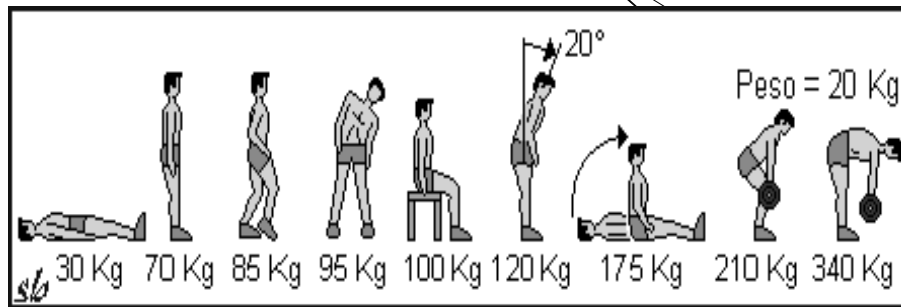


"per operazioni saltuarie"
con schiena dritta
con ginocchia piegate
con peso più aderente al
corpo

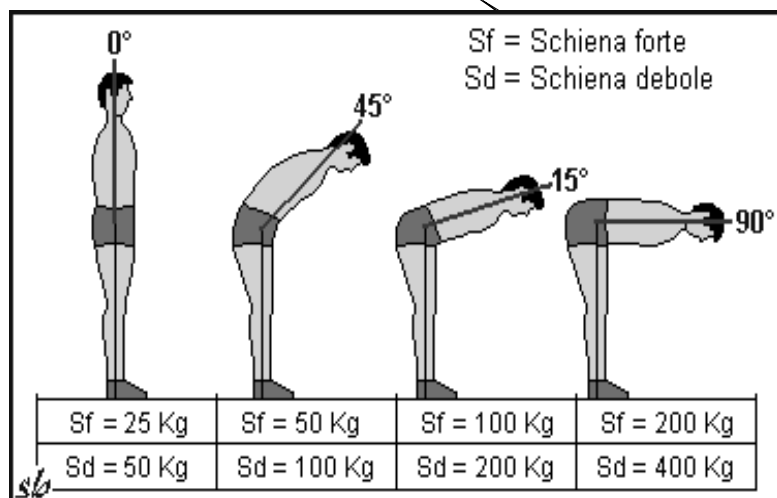


il peso si distribuisce uniformemente
su disco e vertebre per poi scaricarsi
sul bacino e sulle gambe

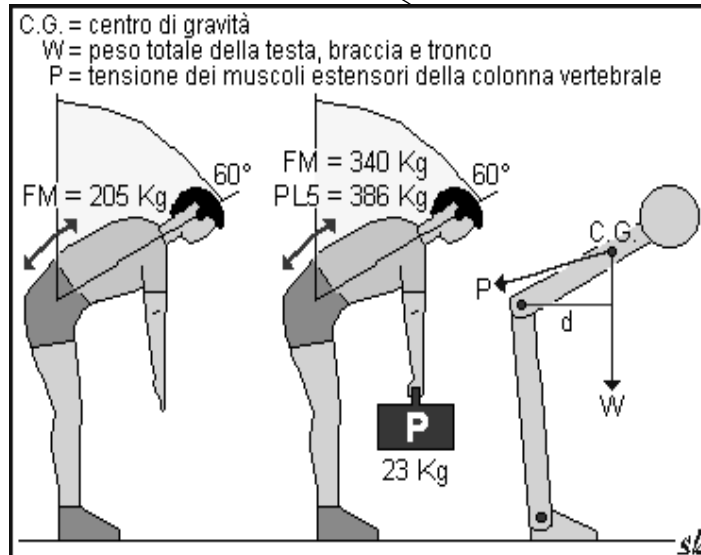
ESEMPI DI CARICHI DISCALI (uomo)



ESEMPI DI CARICHI DISCALI (uomo)



ESEMPI DI CARICHI DISCALI (uomo)



ESEMPI DI CARICHI DISCALI (uomo)

