

Nota

I contenuti degli esercizi dipendono dal programma svolto nel corso corrispondente all'anno dell'esame.

Tema di Biomeccanica del 29 giugno 2011

1. In base alle indicazioni antropometriche contenute nelle immagini in allegato si calcolino le masse, le posizioni dei centri di massa di mano, avambraccio e braccio rispetto all'articolazione della spalla. Si calcoli, inoltre, la distanza L_{cm} del centro di massa complessivo dell'arto superiore rispetto al centro di articolazione della spalla. Si deduca il momento esterno M_{ext} rispetto all'articolazione della spalla dato dalla forza peso agente sull'arto superiore in configurazione di abduzione di 90° . Si calcoli il valore delle risultante dei muscoli abduttori F_{ab} che consente l'equilibrio statico in tale configurazione.

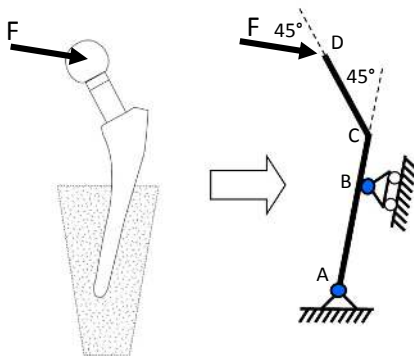
Dati del soggetto

altezza: $H = 180$ cm

massa: $BW = 80$ kg

braccio muscoli abduttori: $L_{ab} = 45$ mm

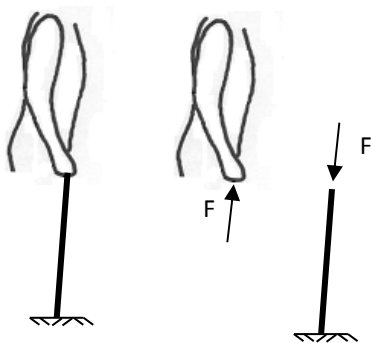
2. Assumendo in via semplificativa la protesi d'anca in figura come un sistema a trave vincolato secondo lo schema proposto, si determinino le componenti di sollecitazione derivanti dalla specifica configurazione di carico applicata.



Dati geometrici e di carico

$L_{AB} = 60$ mm, $L_{BC} = 30$ mm, $L_{CD} = 60$ mm, $F = 45$ N

3. Un soggetto cammina con l'ausilio di un bastone, imprimendo al medesimo una carico di compressione assiale F . Si descrivano le possibili condizioni di crisi del bastone e il carico limite F_{lim} che può essere applicato, considerando le opportune condizioni di vincolo.



Dati del bastone

geometria: altezza libera $H = 70$ cm

sezione circolare $\varnothing = 1.6$ cm

materiale: modulo elastico $E = 12'000$ MPa

resistenza a compressione $\sigma = 120$ MPa

4. Si consideri un biomateriale a comportamento elastico di tipo isotropo, con comportamento a rottura di tipo fragile, limiti elastici di tensione a trazione pari a $\sigma^+ = 120$ MPa e a compressione $\sigma^- = -820$ MPa. Applicando il criterio di limitazione delle massime tensioni principali, si verifichi se gli stati piani di tensione indicati di seguito cadono o meno all'interno del dominio elastico del materiale. Si riporti una rappresentazione grafica del dominio elastico e dei punti corrispondenti agli stati di tensione nello spazio apposito.

stato A

$\sigma_x = 110$ MPa, $\sigma_y = 80$ MPa, $\tau_{xy} = 0$

stato B

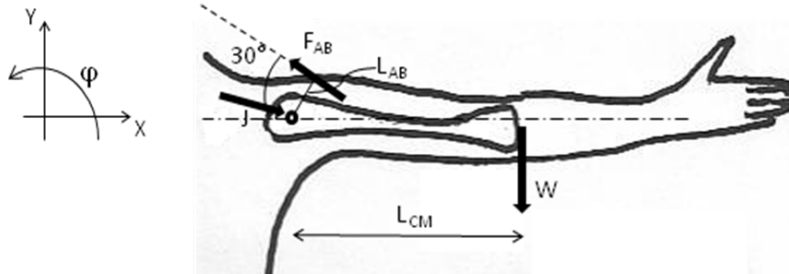
$\sigma_x = 0$, $\sigma_y = 0$, $\tau_{xy} = 130$ MPa

stato C

$\sigma_x = 100$ MPa, $\sigma_y = -100$ MPa, $\tau_{xy} = 50$ MPa

Tema di Biomeccanica del 5 luglio 2012

1. Si calcolino i parametri di forza incogniti F_{AB} e J per l'articolazione della spalla nella condizione di equilibrio statico per una abduzione di 90° . Si utilizzino, ove necessario, i dati antropometrici riportati in allegato.



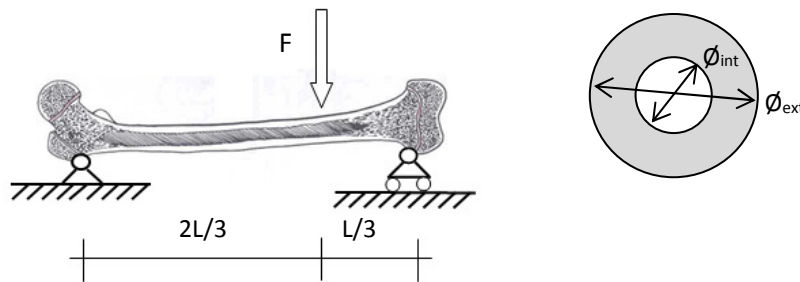
Dati antropometrici

massa: $BW = 72 \text{ kg}$

posizione centro di massa: $L_{CM} = 30.5 \text{ cm}$

braccio muscoli abduttori: $L_{ab} = 45 \text{ mm}$

2. In una prova di resistenza di un femore la struttura viene vincolata e caricata come in figura. Si determinino le componenti di sollecitazione nell'ipotesi che il femore sia assimilabile ad una struttura a trave ad asse rettilineo, orizzontale. Ipotizzando poi che nella sezione di massimo momento flettente la struttura abbia la sezione circolare cava indicata in figura, si calcoli la massima tensione normale di compressione ivi agente.



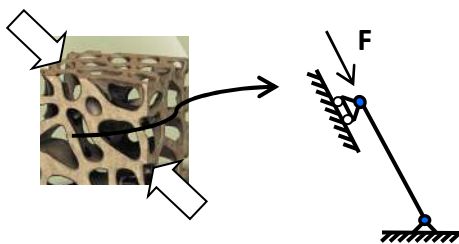
Dati geometrici e di carico

$L = 420 \text{ mm}$, $F = 920 \text{ N}$

$\phi_{int} = 13.4 \text{ mm}$

$\phi_{ext} = 26.8 \text{ mm}$

3. Ipotizzando che una singola trabecola della struttura di osso trabecolare in figura sia vincolata a cerniera dalle strutture adiacenti, si calcoli il valore del carico limite e della tensione limite per la condizione di una sollecitazione di compressione assiale. Si consideri la trabecola come omogenea, ad asse rettilineo e sezione trasversale costante circolare. La resistenza a compressione del tessuto costituente la trabecola sia pari a 68 N/mm^2 .



Dimensioni della trabecola

lunghezza $L = 1200 \mu\text{m}$

spessore $th = 120 \mu\text{m}$

modulo elastico $E = 3.03 \text{ GPa}$

4. Prove di rottura per stati di tensione bi-assiali ($\sigma_3 = 0$) su un biomateriale a comportamento fragile forniscono i dati sperimentali rappresentati dai punti in figura, nel piano delle tensioni principali. Si deduca quale criterio di resistenza può applicarsi al biomateriale allo studio, disegnando il luogo geometrico che rappresenta la condizione

limite. Applicando un coefficiente di sicurezza $\gamma=2.0$, si verifichi poi se gli stati di tensione indicati di seguito sono considerabili ammissibili o no.

stato A

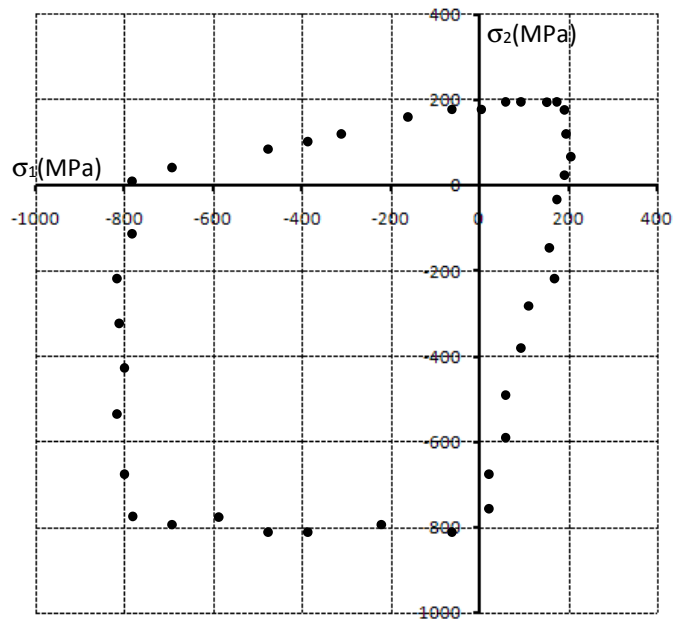
$\sigma_x = 150 \text{ MPa}$, $\sigma_y = 80 \text{ MPa}$, $\tau_{xy} = 0$

stato B

$\sigma_x = 0$, $\sigma_y = 0$, $\tau_{xy} = 130 \text{ MPa}$

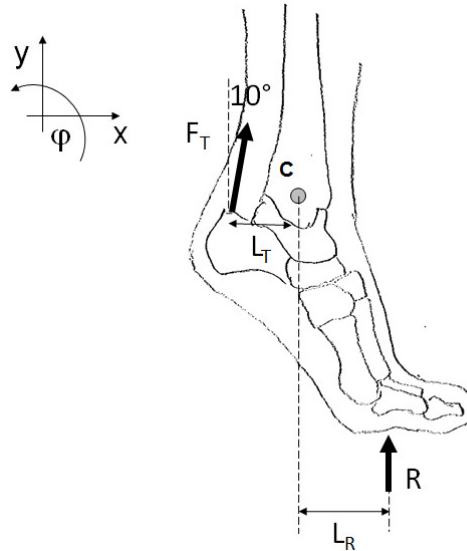
stato C

$\sigma_x = 80 \text{ MPa}$, $\sigma_y = -80 \text{ MPa}$, $\tau_{xy} = 50 \text{ MPa}$

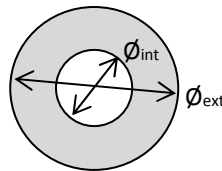
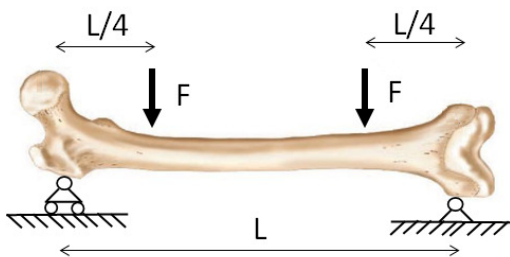


Tema di Biomeccanica del 8 luglio 2013

- La figura sottostante rappresenta l'appoggio statico monopodalico di un soggetto con massa corporea $BW = 72 \text{ kg}$. Si chiede di calcolare, per tale configurazione, la forza agente sul tendine di Achille F_T e la forza agente sul centro dell'articolazione C della caviglia. R rappresenta la reazione verticale al suolo; $L_T = 60 \text{ mm}$ e $L_R = 70 \text{ mm}$ sono le distanze misurate in orizzontale tra il centro di articolazione C e i punti di applicazione di F_T e F_R , rispettivamente.



- In una prova di resistenza di un femore la struttura viene vincolata e caricata come in figura. In via semplificativa, si consideri che il femore sia assimilabile ad una struttura a trave ad asse rettilineo, orizzontale, con sezione trasversale costante, come indicato in figura (sezione circolare cava). Nell'ipotesi che la tensione normale limite a trazione del tessuto osseo sia pari a 135 N/mm^2 , si calcoli il valore limite corrispondente della forza F applicata.



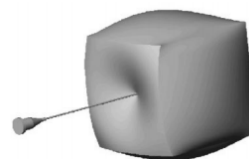
Dati geometrici

$L = 38.5 \text{ cm}$

$\phi_{\text{int}} = 13.0 \text{ mm}$

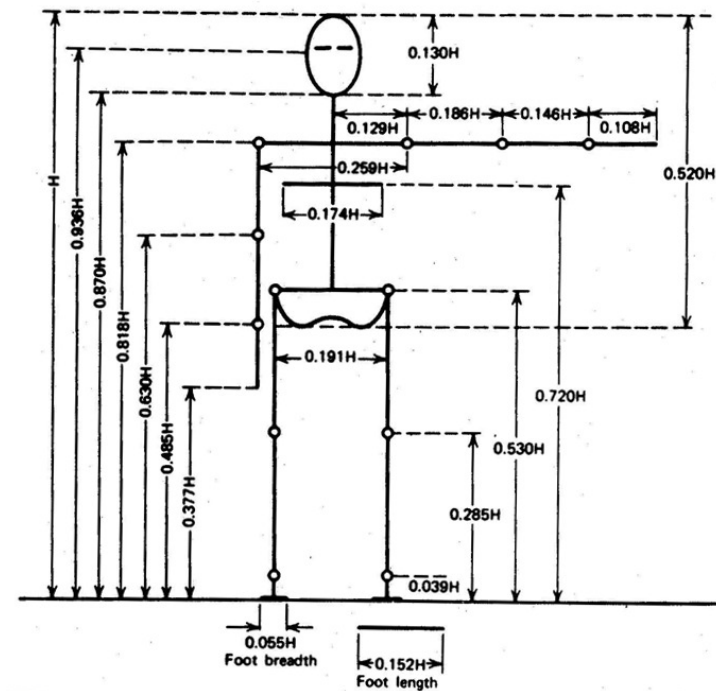
$\phi_{\text{ext}} = 26.0 \text{ mm}$

- Si verifichi il valore del carico limite di compressione per un ago da biopsia nella fase iniziale di inserimento nel tessuto. Si consideri una lunghezza pari a $L = 35 \text{ mm}$ e una sezione costante cilindrica cava con diametro interno pari a $D_{\text{int}} = 0.95 \text{ mm}$ e spessore pari a $t = 0.07 \text{ mm}$. L'ago è costituito da una lega d'acciaio con modulo elastico tangenziale $G = 665 \text{ GPa}$, coefficiente di Poisson $\nu = 0.3$ e tensione di snervamento $\sigma_y = 215 \text{ MPa}$. Si stabiliscano le opportune condizioni di vincolo e carico in base alle rappresentazioni grafiche riportate.



Allegato

distanze tra centri di rotazione delle articolazioni in funzione dell'altezza del soggetto



distanze relative dei centri di massa dei segmenti corporei dai centri di rotazione delle articolazioni

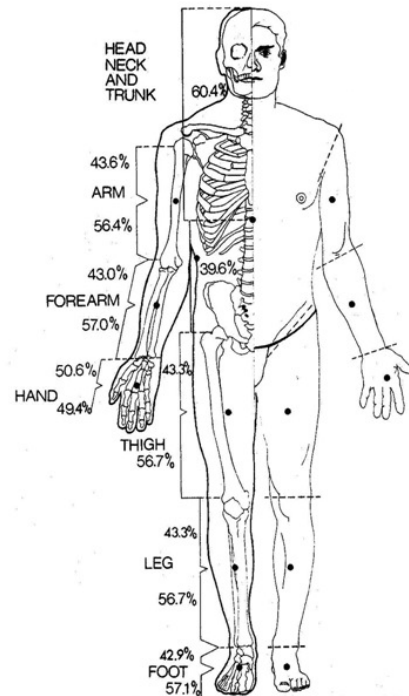


tabella delle masse dei segmenti corporei in funzione della massa totale del soggetto

Segment	Definition	Segment Weight/ Total Body Weight
Hand	Wrist axis/knuckle II middle finger	0.006
Forearm	Elbow axis/ulnar styloid	0.016
Upper arm	Glenohumeral axis/elbow axis	0.028
Forearm and hand	Elbow axis/ulnar styloid	0.022
Total arm	Glenohumeral joint/ulnar styloid	0.050
Foot	Lateral malleolus/head metatarsal II	0.0145
Leg	Femoral condyles/medial malleolus	0.0465
Thigh	Greater trochanter/femoral condyles	0.100
Foot and leg	Femoral condyles/medial malleolus	0.061
Total leg	Greater trochanter/medial malleolus	0.161