Trabajo Práctico 4 - Biofísica 2016

Propiedades mecánicas del cuerpo humano

1. ¿Cuál es la función del colágeno, tanto en los ligamentos como en los tendones?

2. Un resorte cilíndrico de una longitud de 2cm y diámetro de 3mm tiene una constante de resorte $k = 1{,}7 \times 10^5 N/m$.

   a) ¿Cuánto puede estirarse si se le aplica una fuerza de 100N?

   b) ¿Cuál es la deformación?

   c) Suponiendo que el resorte está compuesto de un material uniforme, encontrar su módulo de Young (en MPa).

3. ¿Cuál es la constante elástica del fémur humano de área transversal media de $1 \times 10^{-3} m^2$ y longitud de 0.4m? El módulo de Young del fémur es de $1{,}72 \times 10^4 Mpa$.

4. Debido a la acomodación que se produce en nuestros ojos, somos capaces de ver objetos que se encuentran cerca y lejos. Esto ocurre debido a que cambia la forma del cristalino del ojo cuando cambia la fuerza aplicada sobre éste por los ligamentos. Esto es un problema tridimensional complejo que se puede simplificar.

   a) Utilizando el modelo unidimensional simple, estimar el esfuerzo que es ejercido sobre el cristalino si posee un módulo de Young de $1 \times 10^3 Pa$ (para una edad de 20 años) y una deformación del 3 %.

   b) Si la fuerza total sobre el cristalino es de 0,002N, determinar el área efectiva de contacto (mm^2).

   c) Determinar la deformación del cristalino de una persona de 60 años, si el esfuerzo es igual al del apartado (a), pero el módulo de Young ha aumentado a $3 \times 10^3 Pa$.

5. *a*) Encontrar el esfuerzo (en MPa) necesario para estirar el hueso compacto femoral, las uñas, los nervios, la piel y las arterias coronarias a una deformación de 0.01 (1 %) (Asumir un comportamiento armónico con valores de Y correspondientes a bajas deformaciones).

   b) Encontrar la deformación que resulta cuando el hueso compacto femoral, las uñas, los nervios, la piel y las arterias coronarias son sometidas a un esfuerzo de 0,5MPa. (Asume un comportamiento armónico con valores de Y correspondientes a bajas deformaciones).

Elastic properties of organs under tension

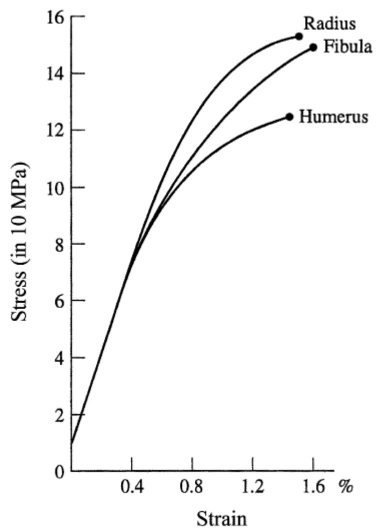
organ	UTS (MPa)	UPE (%)	Y (MPa)
hair (head)	197	40	12,000
dentin (wet teeth) (compression)	162	4.2	6,000
femoral compact bone (compression)	162	1.8	10,600
femoral compact bone	109	1.4	10,600
tendons (calcaneal =Achilles)	54	9.0	250
nail	18	14	160
nerves	13	18	10
intervertebral disc (compression)	11	32	6.0
skin (face)	3.8	58	0.3
vertebrae	3.5	0.8	410
elastic cartilage (external ear)	3.1	26	4.5
hyaline cartilage (synovial joints)	2.9	18	24
intervertebral disc	2.8	57	2.0
cardiac valves	2.5	15	1.0
ligaments (cattle)	2.1	130	0.5
gall bladder (rabbit)	2.1	53	0.05
umbilical cord	1.5	59	0.7
vena cava (longitudinal direction)	1.5	100	0.04
wet spongy bone (vertebrae)	1.2	0.6	200
coronary arteries	1.1	64	0.1
large intestine (longitudinal direction)	0.69	117	0.02
esophagus (longitudinal direction)	0.60	73	0.03
stomach (longitudinal direction)	0.56	93	0.015
small intestine (longitudinal direction)	0.56	43	0.2
skeletal muscle (rectus abdominis)	0.11	61	0.02
cardiac muscle	0.11	64	0.08
liver (rabbit)	0.024	46	0.02

6. Utilizar la información del hueso peroné (fibula) para:

   a) Calcular la máxima tensión que puede resistir el hueso con un área de sección transversal de $4cm^2$ justo antes de la fractura.

   b) Determinar la elongación del hueso cuya longitud inicial es de 0.35m cuando se le ejerce la máxima tensión del apartado (a).

   c) Calcular el esfuerzo que actuaría sobre ese hueso si se le aplica una fuerza de tracción de $10^4 N$. ¿Cuánto se alargaría el hueso?



7. La deformación ε se define como la deformación fraccional $(L–L_0)/L_0$, que equivale a $\lambda-1$, donde $\lambda = L/L_0$ es la deformación de Lagrange. Esto es bastante común para pequeñas deformaciones fraccionales, de manera que $\varepsilon_{small} = \lambda - 1$. Para cualquier deformación fraccional arbitraria, deformación se define como $\varepsilon_{general} = (\lambda^2 - 1)/2$. Esta se denomina deformación finita o de Green.

   a) Calcular λ y comparar ε_{small} y $\varepsilon_{general}$ para $L = 2cm$ y $L_0 = 1cm$.

   b) Demostrar que para muy pequeños $\lambda-1$, la deformación finita ($\varepsilon_{general}$) se aproxima a la deformación fraccional pequena, ε_{small}. Específicamente compararlos para $L = 1{,}01cm$ y Lo $= L_0 = 1cm$.

8. Un amortiguador de 3cm de longitud posee una constante $c = 2 \times 10^4 N.s/m$. Se le aplica una fuerza constante de 10N. Encuentra su longitud y dx/dt despues de aplicar la fuerza por 2 segundos.

9. *a*) Estimar la carga crítica para el pandeo según Euler por modo de Buckler del fémur de un adulto. Asumir que el fémur es sólido. $\acute{A}rea_{f\acute{e}mur} = 370mm^2$, $Y_{f\acute{e}mur} = 17900MPa$.

   b) Las fuerzas que actúan sobre el fémur durante el ejercicio ¿alcanzan alguna vez los niveles necesarios para el colapso?

   c) Si la respuesta al apartado anterior es no, ¿qué tan pequeño tiene que ser Y para que ocurra el colapso durante el ejercicio?

10. Encontrar la carga crítica para el pandeo de un pelo. Utilizar la tabla del ejercicio 5 para conocer Y, L = 3mm y el grosor es de 0.02mm.