Ingegneria Biomedica

Appunti del Corso

di Biomeccanica

Prof. Arti Ahluwalia

Anno 2020/2021

A cura di Deborah

master COPY

master COPY

Biomeccanica Dei Tessuti

01/10/20

In questo corso cerchiamo di capire come funzionano i tessuti per poter intervenire su di essi e per poterli poi sostituire nel corpo con tessuti rigenerati.
Dobbiamo CAPIRE come funziona il corpo umano per poterlo poi MODELLARE dal punto di vista sperimentale e computazionale; eventualmente lo dovremo MIMARE per andarlo poi a SOSTITUIRE.
Il nostro obiettivo sarà quello di arrivare a conoscere le proprietà meccaniche dei tessuti molli e idrati.
Studieremo principalmente:

- la cellula
- collagene ed elastina, pelle, polmoni
- cartilagine, legamenti, tendini
- sangue, vasi
- muscolo scheletrico, cuore

master COPY COPISTERIA

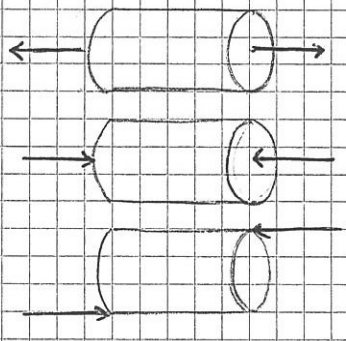
Breve Ripasso di Elementi Costruttivi di Macchine Biomediche

Abbiamo definito lo STRESS o SFORZO come il rapporto fra la forza e l'area su cui esso agisce. La sua unità di misura è Newton su metro quadro ovvero Pascal.

$$\sigma = \frac{F}{A} \qquad \left[\frac{N}{m^2}\right] = [Pa]$$

Esistono vari tipi di sforzo:

- Tensile
- Compressivo
- Shear/Taglio
- Torsione
- Flessione



master COPY

Spesso viene ancora usato il DINE per certe misurazioni, esso appartiene al sistema c.g.s (centimetro, grammo, secondo) ed esprime la forza necessaria per accellerare di 1 cm/s^2 1 grammo di sostanza.

È importante saper fare la conversione da dyne alle unità del sistema internazionale.

$$1\,DYNE = 10^{-5}\,N$$

$$1\,N = 1\,kg \cdot 1\,\frac{m}{s^2}$$

$$1\,dyne = 1\,g \cdot 1\,\frac{cm}{s^2}$$

vogliamo dimostrare che

$$1\,\frac{DYNE}{cm^2} = 0.1\,\frac{N}{m^2} = 0.1\,Pa$$

$$1\,DYNE = \frac{g\,cm}{s^2} = \frac{10^{-3}\,kg\;10^{-2}\,m}{s^2} = 10^{-5}\,\frac{Kg\,m}{s^2} = 10^{-5}\,N$$

$$1\,DYNE = 10^{-5}\,\frac{N}{m^2}\,m^2 \Rightarrow 1\,\frac{Dine}{m^2} = 10^{-5}\,\frac{N}{m^2} \Rightarrow \frac{1\,DYNE}{10^4\,cm^2} = \frac{10^{-5}\,N}{m^2}$$

$$\frac{1\,DYNE}{cm^2} = 10^{+4}\,10^{-5}\,\frac{N}{m^2} = 0.1\,\frac{N}{m^2} = 0.1\,Pa \quad (OK)$$

PRESSIONE: è riferita alla forza perpendicolare e diretta verso una superficie. Possiede la stessa unità di misura di uno sforzo ovvero il Pascal, tuttavia è ben diverso da esso in quanto esso è una <u>quantità</u> mentre lo stress è un vettore.
In un sistema di tensore degli sforzi le forze agenti perpendicolarmente e nel verso di una superficie sono rappresentate nella diagonale, pertanto la pressione viene così rappresentata:

$$\begin{pmatrix} \sigma_{xx}+P & & \\ & \sigma_{yy}+P & \\ & & \sigma_{zz}+P \end{pmatrix}$$

Per la pressione vengono usate varie unità di misura: { Pa; mmHg, Torr; Bar; Atm }

$$1\,mmHg = 133.28\,Pa$$

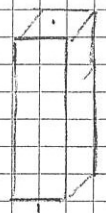
$$1\,atm = 760\,mmHg$$

$$1\,atm = 133.28 \cdot 760\,Pascal = 101000\,Pa$$

le pressioni sono quasi sempre riferite ad atmosferico.

Fuori dal vaso sanguigno abbiamo atmosfere mentre dentro di esso abbiamo 760 mmHg + 100.

la pressione è difficile da associare a un qualcosa di osservabile perciò mi chiedo: quanti chili devo mettere sopra una superficie di 1 cm² sottoposta ad accelerazione gravitazionale per ottenere una pressione di 760 mmHg?



$$\text{Pressione} = \frac{\text{Forza}}{\text{Area}} \longrightarrow F = P \cdot \text{Area}$$

$$mg = 760\ mmHg\ 1\ cm^2$$

$$m = \frac{760\ mmHg\ 1\ cm^2}{9.8\ m/s^2} = \frac{101000\ Pa\ 1\ cm^2}{9.8\ m/s^2}$$

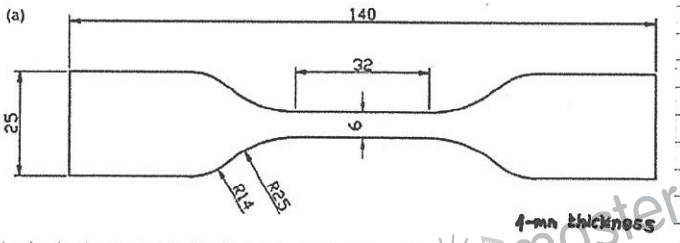
$$m = \frac{101000\ \frac{N}{m^2}\ 10^{-4}\ m^2}{9.8\ m/s^2} = \frac{101}{98}\ \frac{Kg\ m}{m^2\ s^2}\ m^2 \cdot \frac{s^2}{m}$$

$$m = 1.03\ Kg$$ (OK)

master COPY COPISTERIA

TEST MECCANICO

Con questo test andiamo a misurare una lunghezza in relazione ad una variazione di forza oppure misuriamo una forza in relazione ad una variazione di lunghezza.
Come campioni standard per la misurazione confrontabile fra campioni usiamo i DOG-BOON.



master COPY COPISTERIA

Tuttavia, questa misurazione è quasi impossibile con un campione biologico perciò riscontriamo problemi sui test meccanici per campioni biologici. Ad esempio, la cartilagine sul ginocchio ha uno spessore notevolmente minore a quello standard.

NON CI SONO MAI VALORI ASSOLUTI

$$\text{Engineering Stress} = \frac{F}{A_0} = \sigma \qquad \text{True Stress} = \frac{F}{A} = \sigma(\varepsilon+1) = \sigma_T$$

$$\text{Engineering Strain} = \frac{\Delta e}{l_0} \qquad \text{True Strain} = \ln(1+\varepsilon)$$