

Estudio y caracterización de la hemodinámica arterial.



Ing. Annamaris Olmo Velázquez

Dr. Melchor Rodríguez Madrigal

Enfermedades Cardiovasculares

Aterosclerosis

Hiperplasia

Trombosis





Obtener un modelo del flujo sanguíneo en los grandes vasos, que permita predecir el comportamiento del mismo.

Sangre, plasma con partículas magnéticas en suspensión.

$$\rho(1-\phi)\frac{\partial u_p}{\partial t} = (1-\phi)\left[-\frac{\partial p}{\partial z} + \mu_s(\phi)\left(\frac{\partial^2 u_f}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial u_f}{\partial r}\right)\right] + \phi F_d(u_p - u_f)$$

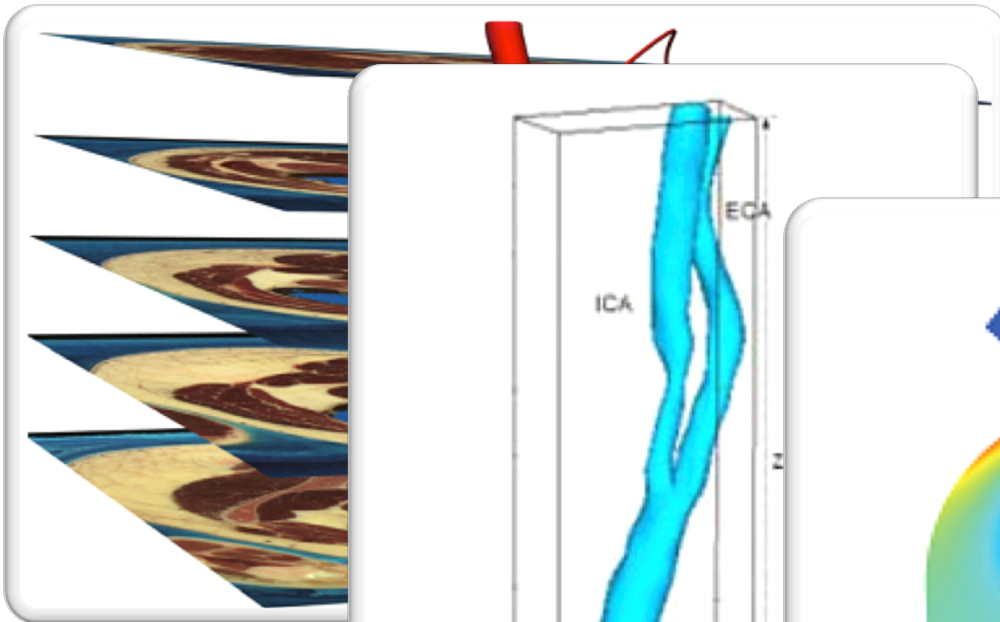
$$\rho_p\phi\frac{\partial u_p}{\partial t} = \phi\left[-\frac{\partial p}{\partial z} + \mu_s(\phi)\left(\frac{\partial^2 u_f}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial u_f}{\partial r}\right)\right] - \phi F_d(u_p - u_f) + \mu_0 M_p\phi\frac{dH}{dz}$$

P. Chaturani and S. S. Bharatiya; 2001

William R. Milnor, C. Richard Conti, Kenneth B. Lewis and Michael F. O'Rourke

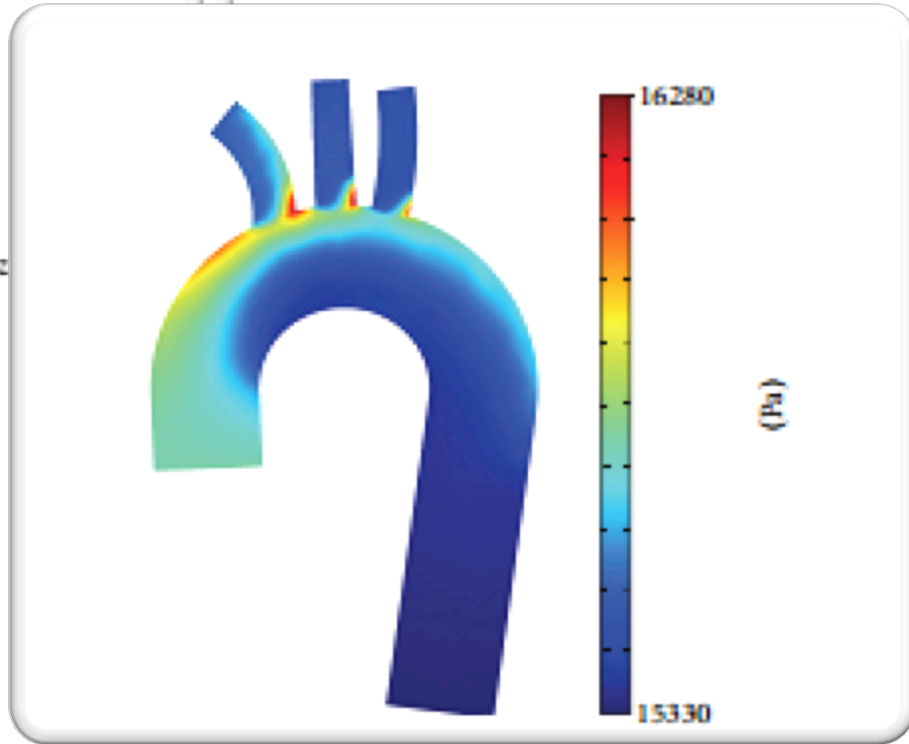
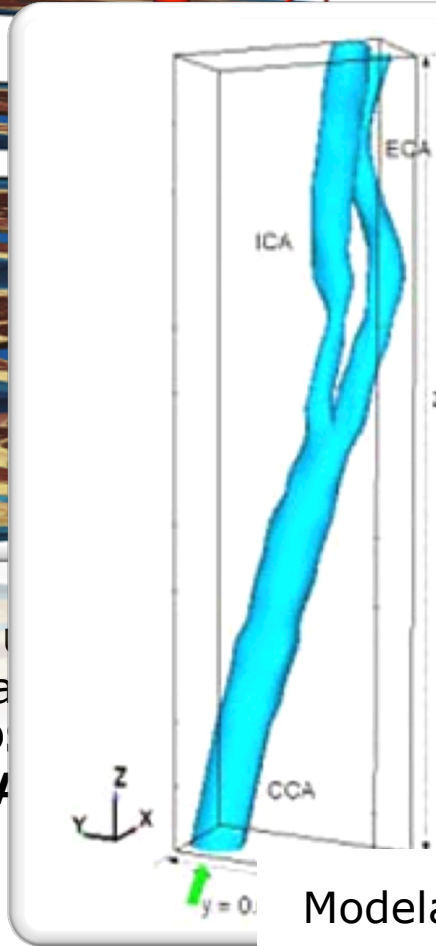
$$D(t) = \bar{D} + \sum_{n=1}^N |D|_n \sin(n\omega t + \Delta n)$$

$$Q(t) = \bar{Q} + \sum_{n=1}^N |Q|_n \sin(n\omega t + \varepsilon_n)$$



Modelo de flujo en la
 [Thusitha D
 and A

Modelo avanzado p
 bifurcación de la art
 [F.P.P. Tan, G. Solope
 Hughes



Modelación por elementos finitos de un flujo pulsátil en un modelo idealizado de la aorta, Estudio de la hipotensión e hipertensión.

[Paritosh Vasava, Payman Jalali, Mahsa Dabagh, and Pertti J. Kolari], 2011

Modelo Matemático

$$\rho(1-\phi) \frac{\partial u_p}{\partial t} = (1-\phi) \left[-\frac{\partial p}{\partial z} + \mu_s(\phi) \left(\frac{\partial^2 u_f}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_f}{\partial r} \right) \right] + \phi F_d (u_p - u_f)$$

Fracción de volumen de los glóbulos rojos
Coefficiente de arrastre
Densidad
Gradiente de presión
Viscosidad
Permeabilidad Magnética
Velocidades

$$\rho_p \phi \frac{\partial u_p}{\partial t} = \phi \left[-\frac{\partial p}{\partial z} + \mu_s(\phi) \left(\frac{\partial^2 u_f}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_f}{\partial r} \right) \right] - \phi F_d (u_p - u_f) + \mu_0 M_p \phi \frac{dH}{dz}$$

Magnetización de los glóbulos rojos
Gradiente del campo magnético

Resolver estas ecuaciones para determinar las velocidades de las partículas y el fluido.

Modelos No-Newtonianos

Modelo Carreau

$$\mu = \mu_{\infty} + (\mu_0 - \mu_{\infty}) \left[1 + (\lambda \dot{\gamma})^2 \right]^{\frac{n-1}{2}}$$

Modelo Walburn-Schneck

$$\mu = C_1 e^{C_2 H} \left[e^{C_4 \left(\frac{TPMA}{H^2} \right)} \right] (\dot{\gamma})^{-C_3 H}$$

Modelo Modified GPL

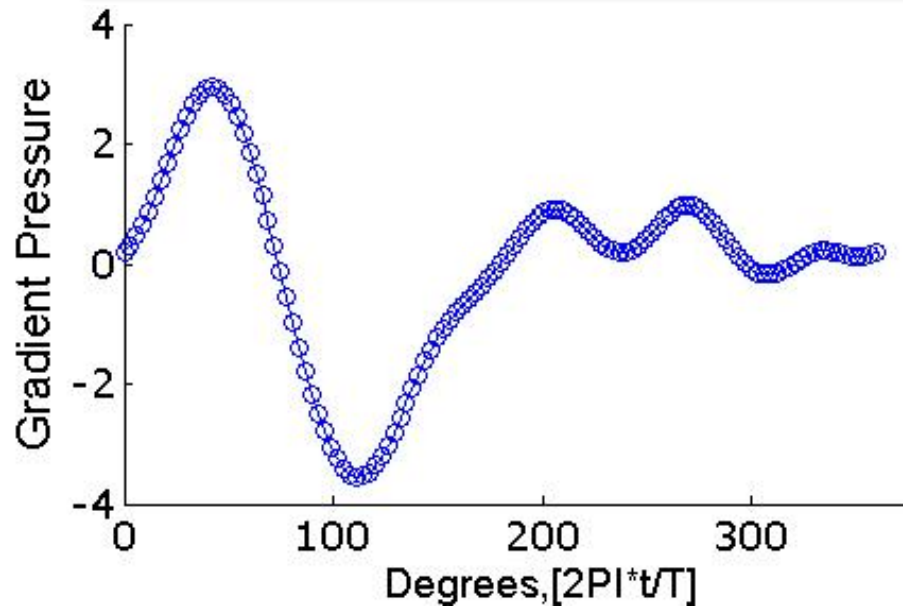
$$\mu = C_2 e^{\left(\frac{C_1 TPMA}{H^2} \right)} \left[\mu_0 (1 - H)^{-2.5} + \Delta \mu e^{\left[-\left(1 + \frac{\dot{\gamma}}{A} \right) e^{-B/\dot{\gamma}} \right]} \right]$$

Resolución del modelo por el Método de Diferencias Finitas

[MATLAB\Annamaris\MDF_Implicito5b.m](#)

[MATLAB\Annamaris\funGrafica.m](#)

Resultados preliminares



Gráficos

J. R. Womersley

