

TEJIDO SANGUÍNEO EN LA MICROESCALA: MODELADO COMPARATIVO DE INTERACCIÓN FLUIDO ESTRUCTURA ENTRE HEMATÍES Y PLASMA

MICROSCALE BLOOD TISSUE: COMPARATIVE MODELING OF FLUID STRUCTURE INTERACTION BETWEEN ERYTHROCYTES AND PLASMA

Jordan F. Insfrán^a, Sebastián Ubal^{a,b} y José Di Paolo^a

^aGrupo de Biomecánica Computacional, Universidad Nacional de Entre Ríos, Ruta 11, km. 10,
3100 Oro Verde, Entre Ríos, Argentina, jdipaolo@bioingenieria.edu.ar,
http://ingenieria.uner.edu.ar/grupos/biomecnica_computacional/

^bInstituto de Bioingeniería y Bioinformática, CONICET, Ruta 11, km. 10, 3100 Oro Verde, Entre Ríos,
Argentina

Palabras clave: Tejido sanguíneo, microescala, MFI, IFE, MEF.

Resumen. El tejido sanguíneo es el fluido biológico más importante del organismo humano y está compuesto esencialmente por plasma y glóbulos rojos. Su comportamiento mecánico en la microescala resulta de interés en el diseño de nuevas aplicaciones médicas. Se presenta un estudio comparativo de su modelado microscópico mediante dos enfoques empleando técnicas numéricas diferentes para capturar la interacción fluido-estructura. En ambos, el plasma se modela como un fluido simple y los hematíes mediante geometrías con características semejantes a las de eritrocitos normales en dos dimensiones. En un modelo, las propiedades materiales de los glóbulos rojos se consideran utilizando modelos de sólidos hiperelásticos y se resuelve numéricamente siguiendo la posición de la interfaz a través de una malla móvil. En otro, los hematíes se modelan con membranas basadas en redes de resortes discretos utilizando el método de frontera inmersa. Para la resolución numérica se emplean códigos de terceros, cerrados y abiertos, y se muestran resultados comparativos de ambos modelos resaltando fortalezas y debilidades. El modelo de frontera inmersa, no obstante, resulta computacionalmente menos costoso.

Keywords: Blood tissue, microscale, IIM, FSI, FEM.

Abstract. Blood tissue is the most important biological fluid in the human body and is essentially composed of plasma and red blood cells. Its mechanical behavior at the microscale is of interest in the design of new medical applications. A comparative study of its microscopic modeling is presented by means of two approaches using different numerical techniques to capture the fluid-structure interaction. In both, the plasma is modeled as a simple fluid and the red cells by geometries with characteristics similar to those of normal erythrocytes in two dimensions. In a model, the material properties of red blood cells are considered using models of hyperelastic solids and is solved numerically following the interface position through a moving mesh. In another, the red cells are modeled with membranes based on discrete spring networks using the immersed interface method. For numerical resolution, third-party codes are used, closed and open, and comparative results for both models are shown highlighting strengths and weaknesses. However, the immersed interface method is computationally less expensive.