

MODELADO MECANOBIOLOGICO PARA EL DISEÑO DE TRATAMIENTOS ORTOPÉDICOS: DEL MODELO A LA APLICACIÓN CONCRETA.

MECHANOBIOLOGICAL MODELING FOR THE DESIGN OF ORTHOPEDIC TREATMENTS: FROM MODEL TO MEDICAL PRACTICE.

Gastón Alonso^{a,b}, Alejandro Yawny^{a,b,c} y Graciela Bertolino^{a,b,c}

^a*Instituto Balseiro, Universidad Nacional de Cuyo, CNEA, Bustillo 9500, 8400 Bariloche, Argentina.
marcelo.alonso@cab.cnea.gov.ar, <https://www.ib.edu.ar/>*

^bCONICET

^c*Div. Física de Metales, CNEA, <https://fisica.cab.cnea.gov.ar/metales/>*

Palabras clave: Crecimiento, ortopedia, FEM, MMF.

Resumen. El tratamiento de patologías del crecimiento de los huesos largos y vértebras se basa frecuentemente en la modulación del crecimiento. Esto es, la aplicación controlada de cargas mecánicas sobre el hueso afectado, alterando los procesos normales de crecimiento y osificación en el mismo. Actualmente, no existen estándares aceptados que permitan cuantificar tales cargas para la ingeniería de dispositivos ortopédicos, lo que restringe su aplicación clínica. En este trabajo mostramos el camino desde el planteo de la necesidad de un dispositivo para tratar desviaciones laterales de la rodilla hasta la construcción del mismo. Presentamos la formulación y validación de un modelo mecanobiológico del crecimiento óseo longitudinal, abordando su implementación numérica en un modelo de elementos finitos personalizado. Determinamos los niveles de carga seguros a aplicar sobre la rodilla y estimamos su eficacia previo a su implementación clínica, enfatizando aspectos importantes de la verificación del software utilizado y la cuantificación de incertezas del modelo. Finalmente, mostramos cómo es factible aplicar estos resultados en la práctica utilizando dispositivos basados en aleaciones con memoria de forma.

Keywords: Growth, orthopedics, FEM, SMA.

Abstract. Treatment of long bones and vertebral bodies growth pathologies often relies on the so called growth modulation. This involves the controlled application of mechanical loads onto the affected bone, thus altering its growth and ossification normal processes. For orthopedic devices engineering, there are no currently accepted standards allowing to quantify such loads, which significantly restricts its clinical application. Here we show the journey from recognizing the medical need of an orthopedic device for treating knee lateral deviations to its actual construction. We present the formulation and validation of a mechanobiological model for bone longitudinal growth and its implementation in a personalized finite elements model. We establish the safe levels of loading to be applied, while also estimating their efficacy before the clinical application of the device. We emphasize some software verification and uncertainty quantification relevant aspects. Finally, we illustrate how these results are applicable by using shape memory alloys based devices.