

CARACTERIZACIÓN DE LA RESPUESTA ACTIVA DE ARTERIAS CARÓTIDAS

CHARACTERIZATION OF THE ACTIVE RESPONSE OF CAROTID ARTERIES

Catalina A. Poblete^a, Claudio M. García-Herrera^a, Fabián A. Álvarez^a, Andrés Utrera^a y Emilio A. Herrera^b

^aUniversidad de Santiago de Chile, Facultad de Ingeniería, Dep. de Ing. Mecánica. Santiago, Chile.

^bUniversidad de Chile, Laboratorio de Función y Reactividad Vascular. Programa de Fisiopatología ICBM, Santiago, Chile, eaherrera@uchile.cl

Palabras clave: Biomecánica arterial, hipoxia intermitente, miografía de presión, FEM

Resumen. Este trabajo presenta una metodología experimental y computacional para caracterizar la respuesta biomecánica activa y pasiva de la arteria carótida bajo hipoxia hipobárica intermitente (HHI), utilizando miografía de presión ex vivo en ratas expuestas a normoxia y a 4 y 10 ciclos de HHI. Las respuestas activa y pasiva se evalúan en soluciones con KCl y sin calcio, respectivamente, registrando en tiempo real el diámetro y la fuerza axial para estimar tono miogénico, rigidez y distensibilidad. Con estos datos se ajusta un modelo constitutivo activo basado en la formulación químico-mecánica de Murtada, que descompone la energía de deformación en componentes pasiva y activa. El modelo se implementa mediante el método de elementos finitos (FEM), permitiendo simular de forma realista el comportamiento de arterias presurizadas y evaluar cómo la hipoxia altera la regulación mecánica del vaso. Dado el impacto de la hipoxia intermitente en la salud vascular de poblaciones expuestas a gran altitud, resulta fundamental comprender cómo esta condición altera la mecánica arterial a nivel funcional y estructural.

Keywords: Arterial biomechanics, intermittent hypoxia, pressure myography, FEM

Abstract. This work presents an experimental and computational methodology to characterize the active and passive biomechanical response of the carotid artery under intermittent hypobaric hypoxia (IHH), using ex vivo pressure myography in rats exposed to normoxia and to 4 and 10 cycles of IHH. Active and passive responses are evaluated in KCl-rich and calcium-free solutions, respectively, recording real-time diameter and axial force to estimate myogenic tone, stiffness, and distensibility. These data are used to fit an active constitutive model based on Murtada's chemo-mechanical formulation, which decomposes the strain energy into passive and active components. The model is implemented via the finite element method (FEM), enabling realistic simulations of pressurized arteries and assessment of how hypoxia alters the vessel's mechanical regulation. Given the impact of intermittent hypoxia on vascular health in populations exposed to high altitude, understanding how this condition alters arterial mechanics at both functional and structural levels is essential.

Agradecimientos: Los autores agradecen a la agencia ANID proyecto Fondecyt 1220956 y 1241502 y a la VIPO de la USACH.