

Influencia de la presión y la temperatura en el comportamiento de la aorta y las carótidas humanas

José M. Atienza^a, Gustavo V. Guinea^a, Francisco J. Rojo^a, Raúl J. Burgos^b, Carlos García-Montero^b, Francisco J. Goicolea^b, Paloma Aragoncillo^c y Manuel Elices^a

^aDepartamento de Ciencia de Materiales. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. España.

^bDepartamento de Cirugía Cardíaca. Hospital Universitario Puerta de Hierro. Madrid. España.

^cDepartamento de Patología Cardíaca. Hospital Clínico Universitario San Carlos. Madrid. España.

Introducción y objetivos. La respuesta termomecánica de las arterias humanas es poco conocida a pesar de su importancia para la comprensión de la fisiología arterial, y para la evaluación y mejora de los procedimientos quirúrgicos. El objetivo de este trabajo es aportar por vez primera datos experimentales que muestren cómo se ve afectada la respuesta mecánica de dos tipos de arterias humanas –aorta y carótida– por los cambios de temperatura.

Métodos. La respuesta mecánica de las arterias se ha obtenido in vitro a través de la medición de las curvas presión interior-diámetro exterior para 4 temperaturas (17, 27, 37 y 42 °C). Se ha realizado un análisis termomecánico para obtener los coeficientes de dilatación y la rigidez del material. El estado de la pared arterial se ha evaluado mediante análisis histológico.

Resultados. Las arterias aorta y carótida aumentan ligeramente su flexibilidad con la temperatura. El coeficiente de dilatación de ambos vasos depende críticamente de la presión interior aplicada. A bajas presiones, el coeficiente de dilatación es negativo (el vaso se contrae cuando se calienta), mientras que por encima de cierta presión umbral –distinta para cada tipo de arteria– el coeficiente de dilatación se hace positivo.

Conclusiones. El efecto combinado de la presión interior y la temperatura afecta al comportamiento de las arterias y, por ello, debe ser tenido en cuenta al abordar situaciones clínicas que impliquen cambios de temperatura. La intensidad de este efecto depende del tipo de arteria estudiada, lo que requiere la obtención de datos más detallados, centrados en los vasos de interés clínico.

Palabras clave: Aorta. Arterias carótidas. Tensión mecánica. Presión arterial. Temperatura. Investigación básica.

The Influence of Pressure and Temperature on the Behavior of the Human Aorta and Carotid Arteries

Introduction and objectives. The thermomechanical behavior of human arteries is still not well characterized despite its importance for understanding arterial physiology, and for evaluating and improving surgical procedures. The aim of this study was to provide, for the first time, experimental data illustrating how the mechanical responses of two types of human artery –the carotid artery and the aorta– are affected by changes in temperature.

Methods. The mechanical properties of the arteries were derived in vitro from internal pressure–external diameter curves measured at four different temperatures (i.e., 17, 27, 37 and 42 °C). Coefficients of expansion and stiffness were obtained by thermomechanical analysis. The condition of the arterial wall was determined histologically.

Results. The aorta and the carotid artery became slightly more compliant as the temperature increased. In both vessels, the coefficient of expansion depended critically on internal pressure. At low pressures, the coefficient of expansion was negative (i.e., the vessel contracted when heated), whereas close to a specific threshold pressure, which is different for each type of artery, the coefficient became positive.

Conclusions. The mechanical behavior of arteries is affected by the combination of internal pressure and temperature. Consequently, the effect of this combination should be taken into account in clinical situations involving a change in temperature. Moreover, the strength of the effect depends on the type of artery under study. As a result, more detailed experimental data focusing on vessels of clinical interest are required.

Key words: Aorta. Carotid artery. Mechanical stress. Blood pressure. Temperature. Fundamental research.

Full English text available from: www.revespcardiol.org

Los autores desean agradecer la ayuda prestada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología a través del proyecto MAT 2005-6320. Se agradece también la ayuda económica de la Comunidad de Madrid para realizar esta investigación a través del Programa ESTRUMAT-CM (referencia MAT/77).

Correspondencia: Dr. J.M. Atienza.
Departamento de Ciencia de Materiales. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos. Universidad Politécnica de Madrid.
Profesor Aranguren, s/n. 28040 Madrid. España.
Correo electrónico: jmatienza@mater.upm.es

Recibido el 3 de mayo de 2006.

Aceptado para su publicación el 2 de noviembre de 2006.

INTRODUCCIÓN

Las propiedades mecánicas de las arterias son determinantes para que éstas realicen con eficacia su función dentro del sistema cardiovascular. Su conocimiento resulta necesario para comprender la fisio-

logía del aparato circulatorio, así como para desarrollar tratamientos y técnicas de reparación de defectos o lesiones cardiovasculares. La gran mayoría de los tratamientos actuales (reparación de disecciones o roturas arteriales, endarterectomías, angioplastias, *stents*, *bypass*, etc.) tienen sin duda implicaciones mecánicas, derivadas del hecho de que las arterias son conductos fisiológicos sometidos a presión interior¹.

La respuesta termomecánica de las arterias humanas es aún muy poco conocida a pesar de la creciente relevancia clínica del papel de la temperatura en los últimos años. Algunas intervenciones quirúrgicas sobre el corazón y las grandes arterias (disección aórtica, trasplante cardíaco, cirugía coronaria, cirugía valvular, cardiopatías congénitas, etc.) se pueden realizar con hipotermia sistémica, llegando en algunos casos a hipotermia profunda con circulación extracorpórea (18-20 °C)². Los líquidos para la preservación de órganos para trasplantes e intervenciones quirúrgicas convencionales se utilizan a temperaturas entre 4 y 18 °C, y en ciertas terapias se utilizan condiciones de hipertermia, como en la perfusión de soluciones calientes para el tratamiento de tumores de partes blandas en los miembros y en el sellado de direcciones coronarias con balones calentados con radiofrecuencia³⁻⁵.

Los diferentes estudios realizados hasta el momento⁶⁻⁸ no contemplan de forma adecuada el comportamiento termomecánico de la pared arterial. Ello es debido en parte al complejo comportamiento mecánico de las arterias^{9,10} (viscoelasticidad no lineal, incompresibilidad, anisotropía, etc.), difícil de describir mediante índices sencillos. Aunque se han propuesto diferentes parámetros que explican con mayor o menor éxito determinadas propiedades de las arterias, todos ellos tienen una aplicabilidad limitada y para simplificar el estudio no suelen considerar efectos térmicos.

Por otra parte, muchos de los datos experimentales disponibles se han obtenido mediante ensayos in vivo bajo condiciones fisiológicas (37 °C, 120-60 mmHg). Si bien estos ensayos proporcionan información sobre las condiciones reales de trabajo de las arterias, el reducido intervalo de sollicitación mecánica y térmica no permite obtener leyes ni modelos extrapolables a otras situaciones. Para obtener una información más amplia se debe recurrir a ensayos in vitro en los que se produce una mayor variación de las condiciones de sollicitación, y también se pueden analizar vasos con diferentes enfermedades. Sin embargo, estos datos son extremadamente escasos, en especial los obtenidos a partir de material humano.

A pesar de todas estas dificultades, el avance del conocimiento pasa por la obtención de datos experimentales suficientemente amplios que muestren el comportamiento termomecánico de las arterias y permitan el desarrollo de nuevos modelos de comportamiento y

su aplicación a situaciones de interés clínico. Los modelos numéricos han demostrado ser una herramienta útil en medicina cardiovascular para la predicción del comportamiento de los tejidos, así como para el desarrollo y la optimización de tratamientos⁹.

El objetivo de este trabajo es aportar datos experimentales en un intervalo suficientemente amplio de presión (0-200 mmHg) y temperatura (17-42 °C) de 2 arterias humanas –carótida y aorta– con el fin de entender la influencia de la temperatura en su comportamiento mecánico y poder valorar su repercusión en situaciones clínicas. Los datos proporcionados en este trabajo proceden de personas sin enfermedad vascular aparente, de edad mediana (aortas) y avanzada (carótidas), por lo que no deben ser directamente comparados ni utilizados como referencia absoluta.

Este estudio se ha llevado a cabo en el Departamento de Ciencia de Materiales de la Universidad Politécnica de Madrid, con la colaboración de los Servicios de Patología Cardíaca de los hospitales Puerta de Hierro y Clínico San Carlos de Madrid.

MÉTODOS

Arterias estudiadas: aorta y carótida

Se ha estudiado el comportamiento termomecánico de dos tipos de arterias humanas: carótida y aorta. Las muestras de arteria carótida se obtuvieron de personas fallecidas por causas no relacionadas con la enfermedad arterioesclerótica, que carecían de antecedentes tabáquicos, hipertensión, diabetes o hipercolesterolemia. Se estudiaron 11 vasos completos procedentes de 8 pacientes diferentes con una edad de 81 ± 7 años (media $\pm$ desviación estándar). Se trataba, por tanto, de arterias teóricamente sin enfermedad vascular, aunque en su mayoría los pacientes eran de edad avanzada.

Los segmentos de aorta ascendente se obtuvieron de cadáveres donantes para trasplante cardíaco. Se ha dispuesto de 4 muestras procedentes de 4 donantes diferentes de 49 ± 10 años de edad. Los vasos obtenidos se han considerado teóricamente sanos, dada su procedencia.

Se extrajeron vasos de la mayor longitud posible para facilitar la realización de los ensayos de presurización. Los segmentos de arteria carótida analizados tenían una longitud y un diámetro medio de 55 ± 11 y $9,3 \pm 1,2$ mm, respectivamente. La longitud y el diámetro medio de los segmentos de aorta ascendente fueron de 63 ± 12 y 20 ± 3 mm. Antes de proceder a su extracción, se midió la longitud in vivo de todas las muestras con el fin de poder reproducir su estado de alargamiento axial durante los ensayos de presurización. En todos los casos las muestras se obtuvieron con los permisos requeridos por la legislación vigente.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/3015729>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/3015729>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)