

Diferencias regionales en viscosidad, elasticidad y amortiguamiento parietal de arterias sistémicas: análisis isopulsátil de la relación presión-diámetro arterial

Daniel Bia^{a,b}, Ismael Aguirre^a, Yanina Zócalo^a, Lucía Devera^a, Edmundo Cabrera Fischer^{c,d} y Ricardo Armentano^{a,c}

^aDepartamento de Fisiología. Facultad de Medicina. Universidad de la República. Montevideo.

^bFacultad de Enfermería. Universidad de la República. Montevideo. Uruguay.

^cUniversidad Favaloro. Buenos Aires. Argentina.

^dConsejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Buenos Aires. Argentina.

Introducción y objetivos. Variaciones regionales en la incidencia de diversas afecciones vasculares se han relacionado con diferencias regionales en la viscoelasticidad arterial. El objetivo de este trabajo fue caracterizar las diferencias regionales en el módulo elástico, viscoso y en el amortiguamiento parietal de arterias sistémicas, centrales y periféricas, mediante el análisis de la relación instantánea presión-diámetro arterial en el dominio temporal.

Material y método. Se midieron la presión y el diámetro en 7 segmentos arteriales extraídos de 6 ovejas: carótida, tronco braquiocéfalo, aorta ascendente, aorta torácica descendente proximal, media y distal, y arteria femoral. Cada segmento fue montado en un sistema circulatorio *in vitro* y perfundido con solución Tyrode, con frecuencia de estimulación de 1,8 Hz y valores de presión sistémica. Utilizando un modelo Kelvin-Voigt, se obtuvieron el módulo presión-diámetro elástico (E_{pd} , mmHg/mm) y viscoso (V_{pd} , mmHg·s/mm), y se cuantificó la función de amortiguamiento parietal (FAP) como V_{pd}/E_{pd} . Adicionalmente, se calculó el módulo de Young incremental y elástico presión-deformación y la velocidad de onda del pulso de cada segmento.

Resultados. Los módulos elásticos y viscoso aumentaron hacia los segmentos periféricos, mientras que la FAP no mostró diferencias entre segmentos. La menor rigidez en las arterias centrales y la mayor viscosidad en las arterias periféricas podrían indicar que la función de reservorio arterial sistólico se concentra en las primeras y la dissipación viscosa de energía en las segundas.

Conclusiones. La respuesta elástica y viscosa arterial podrían considerarse dependientes de la región arterial, mientras que la constante de FAP sería un indicador independiente de la región arterial.

Palabras clave: Investigación básica. Viscoelasticidad. Pared arterial.

VÉASE EDITORIAL EN PÁGS. 121-5

Correspondencia: Dr. Daniel Bia.
Departamento de Fisiología. Facultad de Medicina.
General Flores 2125. 11800 Montevideo. Uruguay.
Correo electrónico: dbia@fmed.edu.uy

Recibido el 29 de marzo de 2004.

Aceptado para su publicación el 2 de noviembre de 2004.

Regional Differences in Viscosity, Elasticity and Wall Buffering Function in Systemic Arteries: Pulse Wave Analysis of the Arterial Pressure-Diameter Relationship

Introduction and objectives. Regional variations in the incidence of vascular diseases have been related to regional differences in arterial viscoelasticity. The aim of this study was to characterize the differences in the elastic and viscous modulus and in wall buffering function between central and peripheral systemic arteries, through a time-series analysis of the pressure-diameter relationship.

Material and method. Pressure and diameter were measured in seven arterial segments (carotid, brachiocephalic trunk, ascending aorta, proximal, middle and distal descending thoracic aorta, and femoral artery) from six sheep. Each segment was mounted on an *in vitro* mock circulatory system and perfused with Tyrode solution, with a pulse frequency of 1.8 Hz and systemic pressure levels. We used the Kelvin-Voigt model to calculate the pressure-diameter elastic (E_{pd} , mmHg/mm) and viscous (V_{pd} , mmHg·s/mm) modulus, and to quantify the local wall buffering function (V_{pd}/E_{pd}). We also calculated the incremental Young's and pressure-strain elastic modulus and pulse wave velocity for each segment.

Results. The elastic and viscous modulus increased from proximal to distal segments. The wall buffering function did not differ significantly between arteries. The lower rigidity of the central arteries compared to the distal ones may indicate that the systolic arterial compliance function is concentrated in the central arterial segments. On the other hand, the greater viscosity in the distal segments may indicate that viscous energy loss is concentrated in these segments.

Conclusions. Arterial elasticity and viscosity can be interpreted as properties that are dependent on the region of the vessel, whereas wall buffering function can be considered region-independent.

Key words: Basic research. Viscoelasticity. Arterial wall.

Full English text available at: www.revespcardiol.org

ABREVIATURAS

E_{INC} : módulo de Young incremental.
 E_p : módulo elástico presión-deformación.
 E_{pd} : módulo elástico presión-diámetro.
 FAP: función de amortiguamiento parietal.
 V_{pd} : módulo viscoso presión-diámetro.

INTRODUCCIÓN

Las propiedades viscoelásticas de las grandes arterias son determinantes de sus principales funciones: conducir sangre (función conducto) y amortiguar la pulsatilidad de la presión y el flujo, generada por la eyección ventricular (función amortiguamiento parietal, FAP)^{1,2}. Diversas enfermedades que alteran la viscoelasticidad arterial se presentan difusamente, intercalándose segmentos alterados y sanos³. Por este motivo, los índices «globales» o «regionales» (p. ej., complacencia total) de la función arterial son incapaces de detectar la alteración vascular en etapas tempranas^{3,4}. Por otra parte, la incidencia, la severidad y el predominio de una determinada alteración vascular (p. ej., arteriosclerosis) difieren según la ubicación en el árbol arterial del segmento considerado⁵, lo que se ha relacionado con diferencias en las propiedades viscoelásticas entre las arterias⁵. El carácter difuso y las diferencias regionales de las afecciones vasculares motivaron el creciente interés en determinar las diferencias biomecánicas entre arterias sistémicas y en evaluar clínicamente la función «local» de segmentos particulares⁵. Para ello se han comenzado a utilizar sistemas que permiten registrar la relación instantánea presión-diámetro arterial^{6,7}.

Generalmente, las propiedades elásticas y viscosas parietales han sido caracterizadas, conjuntamente, como «viscoelasticidad»⁸. Diversos trabajos han demostrado que la elasticidad y la viscosidad parietal desempeñan diferentes papeles en la función arterial^{1,2}, y además pueden modificarse independientemente en condiciones fisiológicas, patológicas o experimentales^{1,2,6,7,9,10}. Consecuentemente, una adecuada evaluación de la función arterial local requiere caracterizar separadamente la respuesta elástica y viscosa, y con ellas la FAP. Al respecto, recientemente hemos propuesto caracterizar la FAP mediante la relación entre los módulos de viscosidad y elasticidad arterial^{1,2,9}.

Generalmente, la respuesta viscosa no se ha considerado al evaluar la función arterial, principalmente por dificultades metodológicas; la característica alineal de la relación presión-diámetro arterial es la principal limitante al caracterizar la respuesta en el dominio frecuencial^{8,9,11}. Para caracterizarla, hemos utilizado una serie de procedimientos en el dominio del tiempo, propuestos originalmente por Bauer¹², en los que la carac-

terística alineal de la relación presión-diámetro no determina mayores dificultades^{1,2,13}.

La dependencia de las respuestas elástica y viscosa con los valores de presión media y de pulso, y frecuencia de estimulación, entre otros factores, determina que la adecuada comparación de los módulos viscoso y elástico de diferentes segmentos arteriales requiera estudiarlos en idénticas condiciones experimentales, incluidas las de trabajo habitual de cada segmento. Algunos trabajos han sugerido que la respuesta viscoelástica arterial presenta diferencias regionales^{8,11}, pero en nuestro conocimiento no existen estudios que caractericen tales diferencias mediante análisis dinámicos, isobáricos, que analicen las señales de presión y diámetro instantáneas en el dominio temporal, y caractericen separadamente la viscosidad y la elasticidad. Por otra parte, no hemos hallado trabajos que estudien las posibles diferencias regionales en la FAP local.

El objetivo de este estudio fue caracterizar las diferencias regionales en la respuesta elástica y viscosa parietal, y en la FAP de las arterias sistémicas centrales y periféricas, mediante el análisis dinámico e isobárico de la relación presión-diámetro arterial en el dominio temporal. Adicionalmente, se cuantificó la respuesta elástica intrínseca arterial, utilizando parámetros que permitieron caracterizar su rigidez, independientemente de la dimensión arterial.

MATERIAL Y MÉTODO

Preparación quirúrgica

Se anestesió a 6 ovejas Merino (entre 35 y 45 kg) con 35 mg/kg de pentobarbital sódico por vía intravenosa. Se disecó el paquete vasculonervioso del cuello y miembro posterior a la derecha y se realizó una toracotomía bilateral. Se disecaron segmentos de 5 cm de longitud (marcada mediante puntos de sutura adventiciales) de las arterias carótida derecha, el tronco braquiocefálico, la femoral derecha, la aorta torácica ascendente, la aorta torácica descendente proximal, medial y distal (fig. 1). En cada segmento, se introdujo un microtransductor de presión (Konigsberg Instruments, Inc., Pasadena, CA), calibrado a 37 °C y se empleó un manómetro de mercurio. Un par de cristales de ultrasonido (5 MHz, 2 mm de diámetro) se suturó a la adventicia, en sitios diametralmente opuestos y conectados a un sonomicrómetro (Triton Technology Inc. San Diego, CA). El tiempo de tránsito de la señal entre los cristales (velocidad de ultrasonido: 1.580 m/s) permitió calcular el diámetro instantáneo del segmento^{1,2}. Después de la instrumentación, se escindieron los segmentos arteriales seleccionados, con los sensores colocados en su porción media. Finalmente, los animales fueron sacrificados mediante una sobredosis de pentobarbital y la administración intracardíaca de cloruro de

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/9181230>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/9181230>

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