

# LA PLETISMOGRAFÍA. MEDICIÓN DE LA FUNCIÓN ENDOTELIAL

Realización 2008.

## Autoras

Martín Toca G\*, Sainz Laso R\*\*, Sáez de Adana Herrero M\*\*\*

\* Enfermera de la Unidad de Endotelio (Pletismografía) del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Santander. Cantabria.

\*\* Enfermera de la Unidad de Hospital de Semana del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Santander. Cantabria.

\*\*\* Enfermera de la Unidad de Maternidad del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Santander. Cantabria.

## Resumen

El endotelio es un tipo de epitelio plano simple, formado por células endoteliales (CE) que recubren el interior de todos los vasos sanguíneos. Al producirse un daño endotelial se liberan sustancias que ponen en marcha el complejo proceso de la aterogénesis. Por tanto, el diagnóstico temprano de esta lesión resulta de gran importancia para establecer programas de tratamiento y prevención. El marcador más ampliamente extendido de la disfunción endotelial (DE) es la dilatación dependiente del endotelio medida a través de la técnica de la Pletismografía.

**Palabras clave:** Pletismografía. Endotelio. Óxido nítrico. Ateroesclerosis. Factores de riesgo cardiovascular. Enfermería.

## THE PLETHISMOGRAPHY. DETECTION OF ENDOTHELIAL FUNCTION

### Abstract

The endothelium is a kind of simple flat epithelium, composed of endothelial cells (EC) that cover the interior of all blood vessels. When an injury endothelial the release of substances that make up the complex process of atherosclerosis. Therefore, early diagnosis of this injury is of great importance to establish treatment and prevention programs. The most widespread marker of endothelial dysfunction (ED) is the endothelium-dependent dilation measure through the technique of plethysmography.

**Key words:** Plethysmography. Endothelium. Nitric oxide. Atherosclerosis. Cardiovascular risk factors. Nursing.

Enferm Cardiol. 2009; Año XVI(47-48):91-93

### Dirección para correspondencia

Gema Martín Toca. Enfermera.  
Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Unidad de Endotelio.  
Escuela Universitaria de Enfermería.  
Avenida Valdecilla s/n. 39008. Santander. Cantabria.  
942.20.13.19  
[gemamt337@hotmail.com](mailto:gemamt337@hotmail.com)

### Introducción

El endotelio es un tipo de epitelio plano simple, formado por CE, que tapizan el árbol vascular. Estas CE están normalmente en íntimo contacto por medio de uniones fuertes, presentando en su superficie receptores para un gran número de moléculas, como factores de crecimiento, fármacos o lipoproteínas de baja densidad (LDL), estas últimas de gran importancia en el proceso de aterogénesis<sup>(1)</sup>. Entre sus funciones destacan<sup>2</sup>:

1. Formación de la principal barrera entre los diferentes elementos sanguíneos y la pared arterial. Esta barrera presenta una permeabilidad altamente selectiva.
2. Regulación del tono vascular. Es un tejido metabólicamente muy activo que tiene la capacidad de sintetizar sustancias vasoactivas, manteniendo la homeostasis arterial. Una de esas sustancias vasoactivas es hasta hoy el más potente vasodilatador descrito, el Óxido Nítrico (NO) identificado por el Dr. Moncada en 1987<sup>(3,4,5)</sup>. Las sustancias vasoconstrictoras que segregan las CE son la endotelina, angiotensina II y el factor de crecimiento derivado de plaquetas.
3. Lisis de coágulos de fibrina, mediante la formación de plasminógeno.
4. Síntesis y liberación de sustancias procoagulantes, en presencia de una lesión celular.
5. Función antitrombótica, debido a su capacidad para formar derivados de prostaglandinas, concre-

tamente prostaciclina, potentes vasodilatadores e inhibidores de la agregación plaquetaria.

#### 6. Regulación del proceso inflamatorio, mediante la liberación de citocinas y moléculas de adhesión.

Todas estas funciones demuestran la naturaleza dinámica del endotelio, lo que hace que sea considerado un auténtico órgano o sistema funcional. Sin embargo, el endotelio puede presentar alteración de alguna de sus funciones. La DE se define como la situación en la que un endotelio morfológica y estructuralmente normal presenta una alteración de alguna de sus múltiples funciones. Dicha disfunción se puede estudiar in vivo con la técnica de la Pletismografía por impedancia.

La DE es uno de los mecanismos centrales en el desarrollo de la aterosclerosis<sup>(6,7,8)</sup>, definida ésta como un endurecimiento de la pared de las arterias debido a la acumulación de grasa, colesterol y otras sustancias. La formación de la placa ateromatosa es compleja y en ella interviene el endotelio. Se inicia la lesión con la retención de las LDL en la íntima arterial, que conduce a una oxidación de las mismas y a la disfunción endotelial. Las LDL oxidadas inducen cambios endoteliales, produciéndose un estado procoagulante. Las plaquetas agregadas inducen la liberación de factores constrictores, como la endotelina o angiotensina II, que junto con la insuficiente liberación de NO, favorece el aumento del tono vascular y la agregación y trombosis plaquetaria.

Existen una serie de factores de riesgo cardiovasculares que dañan inicialmente el endotelio y en su progresión conducen a la manifestación de la enfermedad aterosclerótica. En su mayoría tienen un componente genético y más tarde son los factores ambientales los que dañan el sistema cardiovascular. Los responsables fundamentales son la hipertensión, dislipemia, diabetes, obesidad, sedentarismo y tabaquismo, todos ellos con una característica fundamental, son modificables con conductas apropiadas<sup>(9)</sup>.

### Descripción de la técnica

#### Concepto

La Pletismografía por impedancia es una técnica sencilla, específica y no invasiva para la medición de la función endotelial<sup>(10)</sup>. Es realizada por una enfermera especializada, con unas características y aparatajes determinados.

#### Indicaciones

Pacientes con cardiopatía isquémica o insuficiencia cardiaca e individuos sanos.

#### Contraindicaciones

- Pacientes con alteraciones neurológicas que afecten a la coordinación motora de miembros superiores.
- Pacientes con estados de ansiedad.
- Pacientes con arteriopatía periférica en miembros superiores.
- Pacientes en tratamiento endovenoso con fármacos vasodilatadores.

#### Equipo:

- Pletismógrafo de Hokanson.
- Compresor de aire.
- Cordón elástico (strain-gauge).
- Manguito automático.
- Peso y tallímetro y cinta métrica.
- Tensiómetro.
- Ordenador con software específico.
- Material para extracción sanguínea.
- Hielo para mantenimiento muestras.
- Nitroglicerina sublingual.

#### Procedimiento (fase de ejecución):

La temperatura ambiental de la sala donde se llevará a cabo la pletismografía debe oscilar entre 27 y 30° C. La persona a la que se va a realizar la prueba será previamente informada de que debe acudir en ayunas. Antes de comenzar el registro el paciente permanecerá relajado durante un período de tiempo de 15 minutos, en decúbito supino en un plano inclinado de 45°. Se realizará una toma seriada de constantes vitales (tensión arterial y frecuencia cardiaca).

Seguidamente colocaremos un manguito de oclusión automático en el brazo (preferiblemente en el no dominante), y un cordón elástico que contiene mercurio, denominado strain-gauge, en la parte superior del antebrazo, y conectado al pletismógrafo.

A continuación, y durante 10 minutos, se procederá a medir el flujo basal con el inflado intermitente del manguito a una presión de 40 mmHg, en períodos de 10 segundos de inflado y 10 segundos de desinflado, lo que permitirá el llenado arterial pero ocluyendo la circulación venosa, modificándose el volumen sanguíneo del antebrazo. Posteriormente se produce isquemia en la extremidad en estudio inflando el manguito a una presión de 50 mmHg por encima de la tensión arterial sistólica del paciente (hasta un valor máximo de 200 mmHg) durante 5 minutos, tiempo en el que el pletismógrafo deja de registrar. Transcurrido este tiempo de isquemia del antebrazo se produce la liberación brusca del manguito (momento en que el endotelio libera el ON y prostaglandinas) y se inician oclusiones intermitentes nuevamente a 40 mmHg que nos van a permitir medir la variabilidad del volumen arterial tras el estímulo isquémico. A esto le denominamos Hiperemia Reactiva.

Con esta primera parte se registra la vasodilatación endotelio-dependiente. Para medir la vasodilatación endotelio-independiente se realiza el mismo registro que en las curvas basales pero con la administración previa de una pulsión de nitroglicerina (NTG) sublingual, en este caso se obtiene las variaciones producidas por el fármaco vasodilatador y no por el estímulo isquémico.

Por último, se obtienen los siguientes parámetros:

Flujo basal, que consiste en hallar la media de 3 registros basales sin artefactos.

Flujo máximo, se analizan los 3 primeros registros postisquemia, rechazando los obtenidos en los primeros 30 segundos.

Tiempo de hiperemia, que comprende desde que termina la isquemia hasta recuperar el flujo basal.

Incremento de flujo, que se obtiene al dividir el flujo arterial en hiperemia reactiva entre el flujo arterial basal.

Incremento de flujo mediado por NTG, que se calcula al dividir el flujo máximo NTG entre el flujo arterial basal.

Una vez finalizada la prueba se procede a la extracción de sangre venosa para determinar distintos parámetros relacionados con la función endotelial como son la Proteína C Reactiva, Homocisteína, Enzima convertidora de la Angiotensina, Lipoproteína, además de un perfil lipídico y un hemograma.

### Complicaciones

- Mareos, cefalea y/o lipotimia secundarios a la administración de NTG y a la elevada temperatura ambiental.
- Hematoma local secundario a la extracción sanguínea.
- Hipotensión ortostática secundaria a la prolongada sedestación.

### Conclusiones

La función endotelial representa un excelente barómetro de la salud cardiovascular. La Pletismografía es una técnica no invasiva que permite establecer un diagnóstico precoz de lesiones ateroscleróticas, identificando a la población en riesgo de padecer en-

fermedad cardiovascular y así poder actuar desde un punto de vista preventivo y terapéutico.

### Agradecimientos

Dr. José Ramón de Berrazueta Fernández, Catedrático de Cardiología de la Universidad de Cantabria. Ana Rosa Alconero Camarero, profesora de la Escuela Universitaria de Enfermería de Santander.

### Bibliografía

1. Berrazueta JR. El endotelio, ese órgano desconocido. Estudio de su principal molécula de síntesis, el óxido nítrico, y de la función endotelial. Madrid: Taravilla; 2005.
2. Dalli E, Segarra L, Ruvira J, Esteban E, Cabrera A, Lliso R, et al. Dilatación de la arteria humeral mediada por flujo en varones sanos, con factores de riesgo e infarto agudo de miocardio. Importancia de la posición del manguito oclusor. *Rev Esp Cardiol.* 2002; 55: 928-35.
3. Berrazueta JR. El Nóbel para el óxido nítrico. La injusta exclusión del Dr. Salvador Moncada. *Rev Esp Cardiol.* 1999; 52: 221-26.
4. Berrazueta JR, López-Jaramillo P, Moncada S. El óxido nítrico: de vasodilatador endógeno a mediador biológico. *Rev Esp Cardiol.* 1990; 43:421-31.
5. Berrazueta JR. Óxido nítrico. Nuevas perspectivas. *Rev Esp Cardiol.* 1994; 47:199-208.
6. Fuster V. La aterosclerosis: de la genética a la salud o la enfermedad. Santander: Laboratorios Dr. Esteve; 2000.
7. Zarco P. Cardiopatía isquémica. Madrid: Editorial médica Panamericana; 2000.
8. López, P. La vía L-arginina-Óxido nítrico. De su Descubrimiento a sus Aplicaciones Clínicas. Ecuador: Ediciones Científicas; 1995.
9. Gutiérrez JB, García MT, Amado JA, Poveda JJ, De Mier I, Berrazueta JR. Hiperemia reactiva de extremidades superiores e inferiores en diferentes grupos de entrenamiento deportivo. *Rev Mex Cardiol.* 2004; 15:23-29.
10. Muscolo JM. Vasculopatía periférica como marcador de aterosclerosis [Monografía en línea]. Argentina. Fundación Escuela en Diabetes y Nutrición; 2004 [Acceso 22 de mayo de 2008]. Disponible en: [http://fuedin.org/Eprocad/04\\_agosto\\_par/12Vasculopatia.htm](http://fuedin.org/Eprocad/04_agosto_par/12Vasculopatia.htm)