

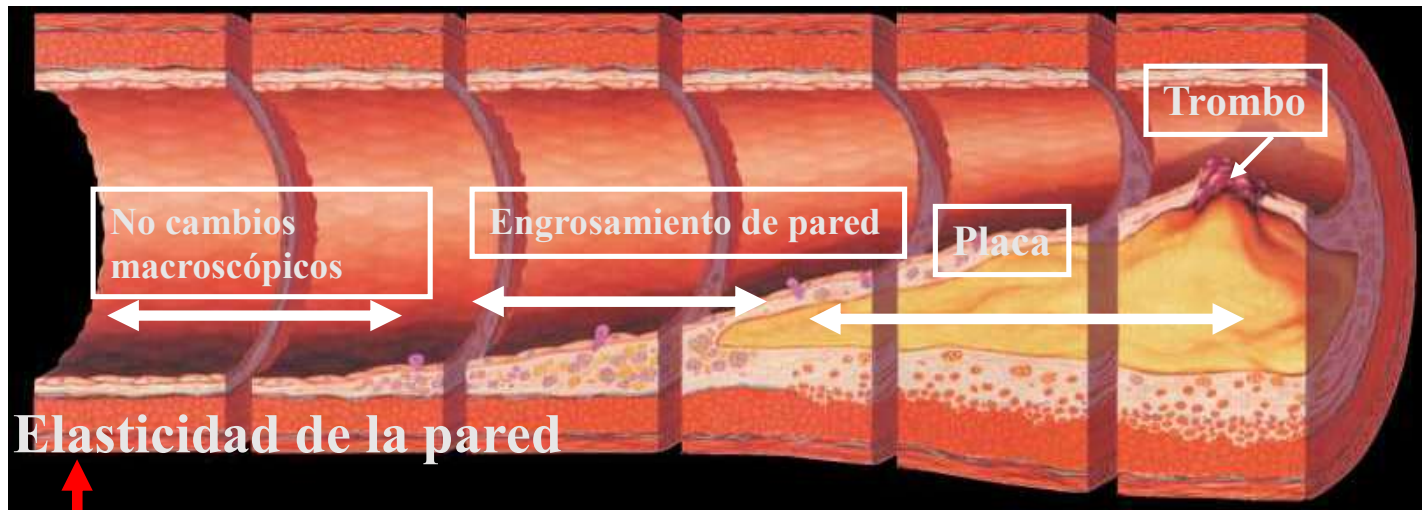
2022/2/26
2:51:41

Intervenciones pediátricas en la profilaxis primaria de la arteriosclerosis

F Núñez

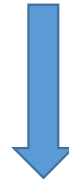


Proceso de Desarrollo de Arteriosclerosis



Células Endoteliales dañadas

Pérdida de la elasticidad de la pared



- Disfunción endotelial
- Aumento de la rigidez arterial
- Aumento de la onda de pulso
- Elevación de la TA



Hipertrofia VI
Disfunción diastólica VI
Disfunción sistólica VI
Alteración del flujo coronario durante la diástole
Isquemia miocárdica
Afectación cerebrovascular

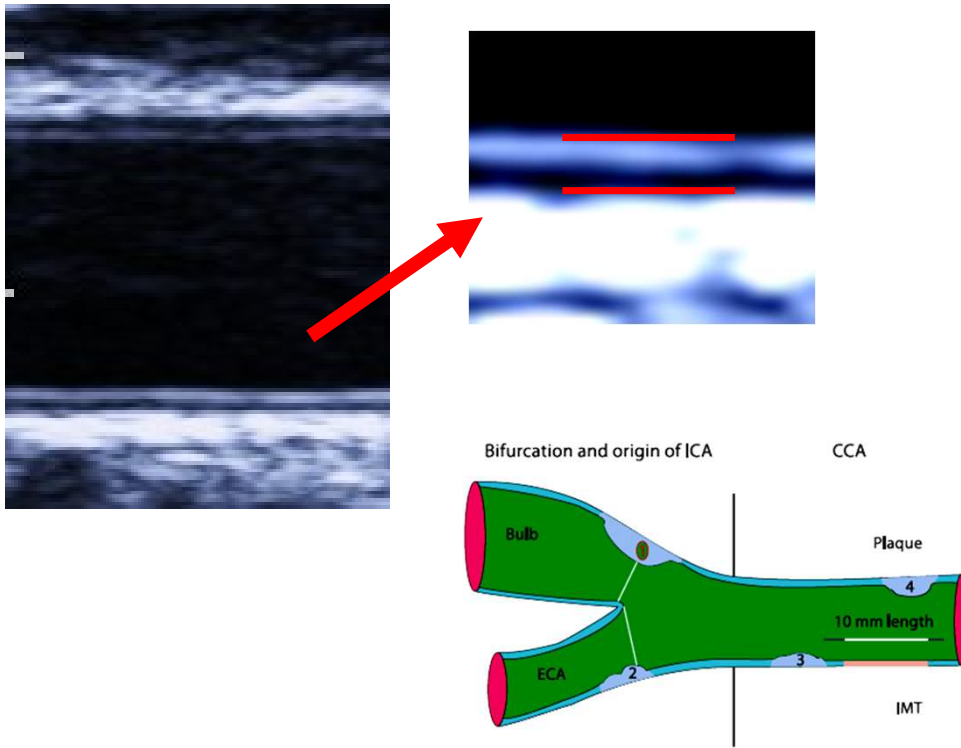


**ECOGRAFÍA
DOPPLER**

Alteración valorada	Método
Cambio funcional	Rigidez arterial: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Compliance arterial ▪ Elasticidad / Rigidez <ul style="list-style-type: none"> ▪ Módulo de presión-elasticidad (Ep) ▪ Rigidez arterial (β) ▪ Velocidad de onda de pulso Función endotelial: Dilatación mediada por flujo, marcadores solubles de activación/disfunción endotelial
Cambio anatómico	Ecografía de carótida: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Grosor íntima-media (GIM) Tomografía computarizada
Mixto	Resonancia magnética

-Tounian et al., Lancet 2001;
 -Meyer et al. Pediatrics 2006;
 -Im et al. J Pediatr 2007;
 -Mimoun et al. J Pediatr 2008
 -Skrzypczyk et al. Advances in medical science 2017

Grosor Intima-media (GIM)



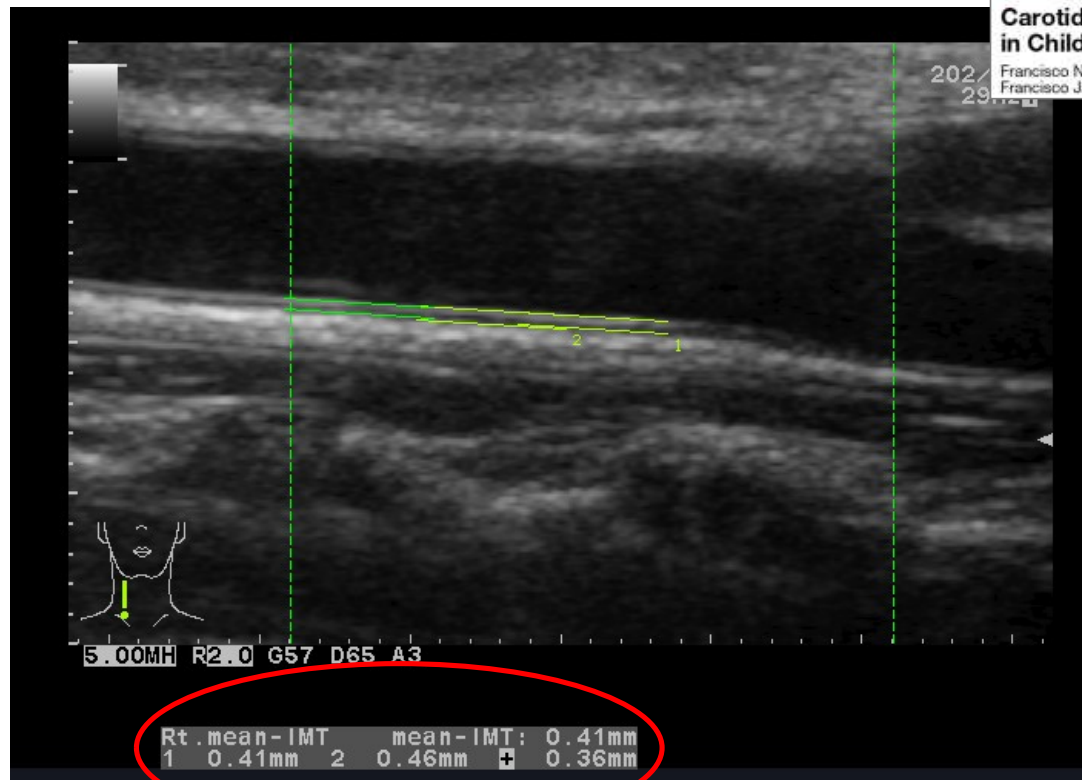
Mannheim Carotid Intima-Media Thickness Consensus (2004-2006)
 PJ Touboul, MG Hennerici, S Meairs et al.
 Cerebrovasc Dis 2007;23:75-80

Edad (años)	GIM (mm)	Referencia
11 ± 2	0.42 ± 0.04	Jarvisalo et al
11.1 ± 3.0	0.5 ± 0.03	Aggoun et al
11 ± 1	0.42 ± 0.04	Jarvisalo et al
14.2 ± 2.3	0.48 ± 0.06	Tonstad et al
13.9 ± 2.4	0.42 ± 0.05	Tonstad et al
14.7 ± 2.1	0.39 ± 0.05	Meter et al
15.7 ± 2.7	0.32 ± 0.08	Woo et al
13.5 ± 4.0	0.38 ± 0.04	Mitsnefos et al
16.3 ± 4.7	0.48 ± 0.08	Noto et al
11 ± 2	0.44 ± 0.05	Ishizu et al
11.6 ± 1.9	0.36 ± 0.05	Núñez et al

Promedio de varias mediciones al final de la diástole
 Al menos tres ciclos cardiacos
 Punto de corte: P75

Grosor Intima-media (GIM)

Grosor íntima-media (GIM)



ORIGINAL ARTICLE

Carotid Artery Stiffness as an Early Marker of Vascular Lesions in Children and Adolescents With Cardiovascular Risk Factors

Francisco Núñez,¹ Cecilia Martínez-Costa,² Julia Sánchez-Zahonero,³ Julia Morata,⁴ Francisco Javier Chorro,⁴ and Juan Brines⁴

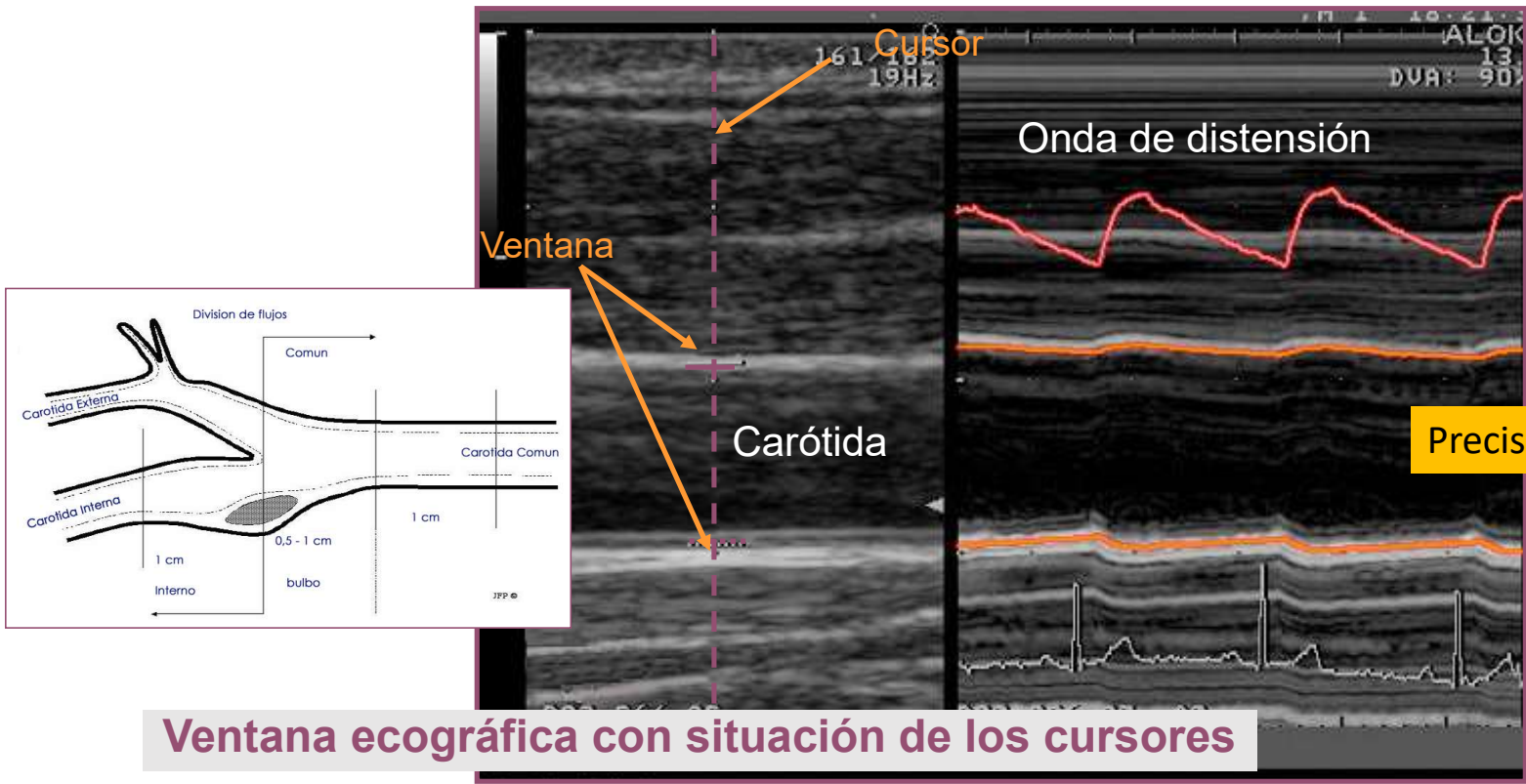
Tuboul PJ, Hennerici MG, Meairs S, et al. Mannheim carotid intima-media thickness consensus (2004-2006). Cerebrovasc Dis 2007;23:75-80

Carotid Artery Stiffness as an Early Marker of Vascular Lesions in Children and Adolescents With Cardiovascular Risk Factors

Francisco Núñez,^a Cecilia Martínez-Costa,^b Julia Sánchez-Zahonero,^c Julia Morata,^c Francisco Javier Chorro,^d and Juan Brines^a

Rigidez arterial

Exploración ecográfica (e-tracking)



Ventana ecográfica con situación de los cursores

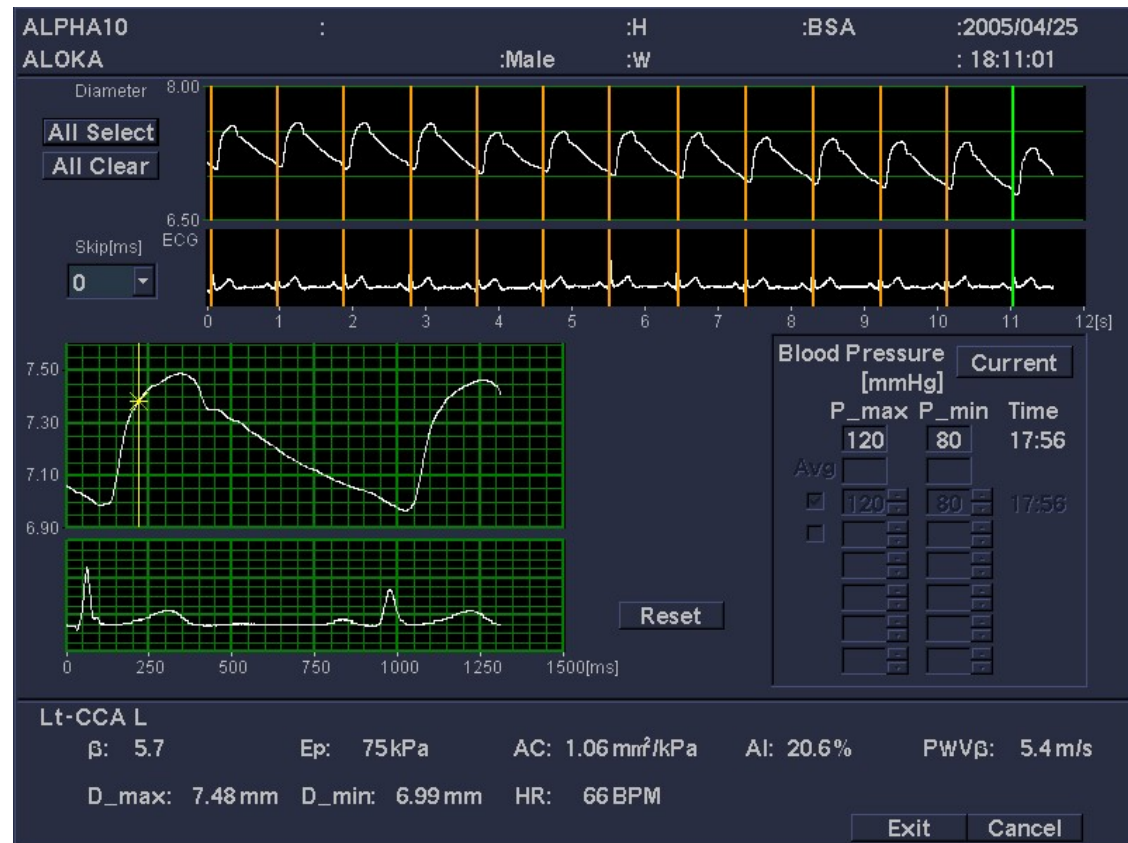
Laurent S, Cockcroft J, Van Bortel L, et al. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications. Eur Heart J 2006;27:2588-2605

eTRACKING

Curva de Distensión

Curva de Distension Promediada

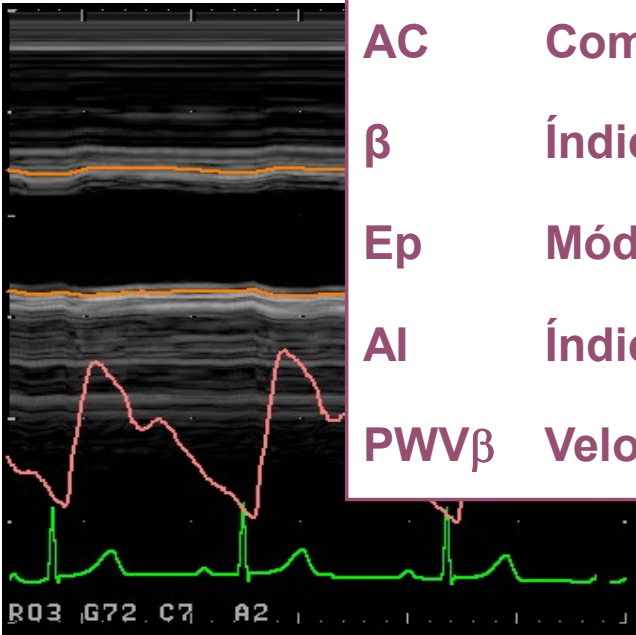
- Promedio
- Mejor reproducibilidad
- Mínima variación



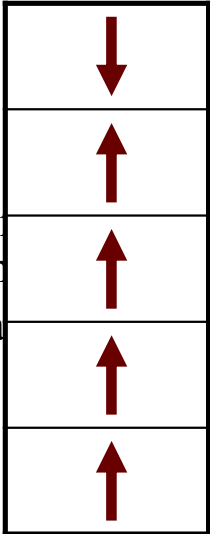
Rigidez arterial

Fino ajuste de las marcas de medición del movimiento

Es muy importante ajustar las marcas de medición en los límites
Entre la media y la adventitia.



AC	Compliance arterial
β	Índice de rigidez
Ep	Módulo elástico
AI	Índice de aumento
PWV β	Velocidad de la onda de pulso



Alteraciones vasculares precoces en niños con FRCV

Antropometría, presión arterial y valores de lípidos

	Controles (n= 34)	Grupo FRCV (n= 65)	
		Obesidad (n = 45)	Dislipidemia (n = 20)
Sexo (niño / niña)	21 / 13	32 / 13	9 / 11
Edad (años)	11,6 ± 1,9	12,4 ± 2,2	11,1 ± 2,2
Z-score IMC	0,03 ± 0,7	2,6 ± 0,5 **, ##	0,44 ± 1,1
PAS (mmHg)	101 ± 10	115 ± 12 **, #	104 ± 12
PAD (mmHg)	56 ± 7	61 ± 8 *	57 ± 7
Colesterol-T (mg/dL)	165 ± 25	161 ± 35	263 ± 62 **, ##
HDL-C (mg/dL)	62 ± 11	47 ± 8 **, ##	60 ± 18
LDL-C (mg/dL)	88 ± 21	97 ± 29	188 ± 52 **, ##
Triglicéridos (mg/dL)	69 ± 22	101 ± 49 *	80 ± 33

Controles vs FRCV: *p<0.01, **p<0.001

Obesidad vs dislipidemia: # p<0.01; ## p<0.001

FRCV (factores de riesgo cardiovascular); IMC (Índice de masa corporal); PAS (Presión arterial)

Alteraciones vasculares precoces en niños con FRCV

Parámetros vasculares

	Controles (n= 34)	Grupo FRCV (n= 65)	
		Obesidad (n = 45)	Dislipidemia (n = 20)
Índice β (Rigidez)	3,67 \pm 0,84	4,21 \pm 0,96 **	4,08 \pm 1,56
Módulo elástico (Ep; kPa)	38,86 \pm 7,79	48,33 \pm 12,33 ****	42,26 \pm 14,78
Compliance (mm ² /kPa)	1,41 \pm 0,32	1,36 \pm 0,33	1,2 \pm 0,44 *
Velocidad onda pulso (PWV β , m/s)	3,70 \pm 0,34	4,02 \pm 0,44 ***	3,72 \pm 0,96
GIM-medio	0,32 \pm 0,05	0,36 \pm 0,04	0,33 \pm 0,13
GIM-máximo	0,36 \pm 0,05	0,40 \pm 0,06	0,33 \pm 0,15

FRCV vs controles: *p<0.05, **p<0.02, ***p<0.01, ****p<0.001

GIM: grosor ínitma-media

Correlación entre el IMC, presión arterial y lípidos séricos con los índices de rigidez arterial

	Niños obesos (n = 45)			Niños con dislipidemia (n= 20)		
	Ep	PWV	GIM	Ep	PWV	GIM
IMC	0,424 (0,005)	0,370 (0,015)	0,269	-0,257	-0,122	0,027
PAS	0,700 (0,000)	0,658 (0,000)	0,028	0,193	0,115	0,192
PAD	0,089	0,257	0,023	-0,143	-0,072	0,091
LDL-C	0,023	0,051	0,192	0,348	0,336	0,306
HDL-C	-0,108	-0,092	0,020	0,184	0,213	0,352
TG	0,459 (0,004)	0,338 (0,041)	0,275	-0,522 (0,022)	-0,676 (0,001)	-0,816 (0,013)

Ep (Módulo elástico); PWV (Velocidad de la onda del pulso); GIM-media (grosor íntima media)

Alteraciones vasculares precoces en niños con obesidad

Antropometría, presión arterial y valores bioquímicos

	Controles (n= 44)	Grupo Obesos (n= 41)	
		Con RI (n = 23)	Sin RI (n = 18)
Edad (años)	12,2 ± 2,5	11,8 ± 1,4	10,2 ± 1,9
Z-score IMC	-0,05 ± 0,66	2,71 ± 0,83 ***	2,90 ± 0,95 ###
Circunferencia abdominal	66,6 ± 6,3	90,5 ± 13,4 ***	90,4 ± 13,6 ###
PA sistólica (mmHg)	102 ± 11	115 ± 12 ***	111 ± 13 #
PA diastólica (mmHg)	57 ± 7	60 ± 7	60 ± 5
Glucemia (mg/dL)	88 ± 6	95 ± 8 **, ΔΔ	88 ± 7
Insulina (mU/L)	9 ± 4	32 ± 22 ***, ΔΔΔ	13 ± 3 ##
HOMA	2,01 ± 0,9	7,4 ± 4,8 ***, ΔΔΔ	2,7 ± 0,5 ##
Ácido úrico (mg/dL)	3,8 ± 0,7	5,3 ± 1,9 *	4,6 ± 1,2
HDL-C (mg/dL)	61 ± 13	45 ± 8 ***	46 ± 7
LDL-C (mg/dL)	88 ± 22	94 ± 23	95 ± 27
Triglicéridos (mg/dL)	69 ± 29	104 ± 61 **	91 ± 40 #

Controles vs Obesos con RI: *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001
 Controles vs Obesos con RI: # p<0.05; ## p<0.01, ### p<0.001
 Obesos con RI vs obesos SIN RI: Δ p<0.05; ΔΔ p0.01, ΔΔΔ p<0.001

IMC (Índice masa corporal)
 PA (Presión arterial)

Alteraciones vasculares precoces en niños con obesidad

Parámetros vasculares

	Controles	Grupo Obesos (n= 41)	
<p><u>Obesos sin RI:</u> No correlación del HOMA con los parámetros vasculares.</p> <p><u>Obesos con RI:</u> Correlación del HOMA con</p> <p>Índice β de rigidez (p 0,023); módulo elástico (p 0,007); compliance (p 0,000); velocidad de la onda del pulso (0,003)</p>			
GIM-máximo	0,36 ± 0,05	0,41 ± 0,06	0,39 ± 0,05

Controles vs Obesos con RI: *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001
 Controles vs Obesos con RI: # p<0.05; ## p<0.01, ### p<0.001
 Obesos con RI vs obesos SIN RI: Δ p<0.05; $\Delta\Delta$ p0.01, $\Delta\Delta\Delta$ p<0.001

GIM (grosor íntima-media)

Masa ventrículo izquierdo en niños con obesidad

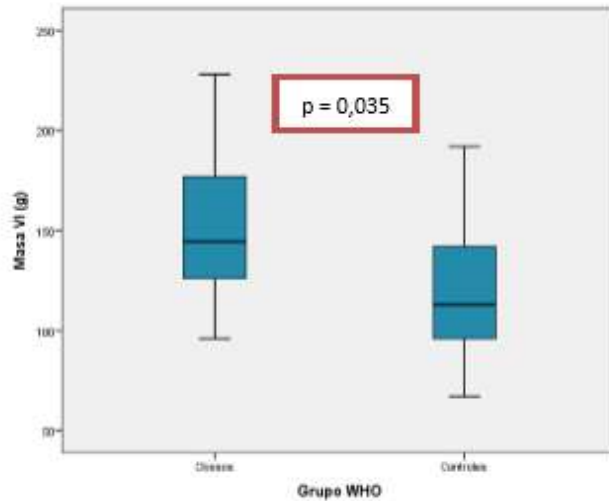


Figura 2. Valores de la Masa VI (g) para controles y obesos

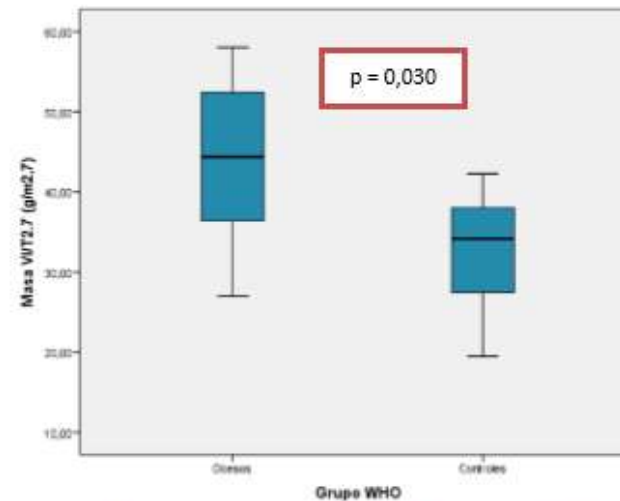


Figura 3. Valores del índice de la masa del VI ($g/m^{2.7}$) para controles y obesos.

7 niños obesos (39%) → Hipertrofia VI (Daniels)

Excéntrica (6)

Concéntrica (1)



❖ En nuestra experiencia, la medida ultrasonográfica de la rigidez arterial es un procedimiento sensible más precoz que el GIM para detectar daño vascular en niños con FRCV.

❖ La aplicación sistemática de estas técnicas podría tener importantes implicaciones para el diagnóstico precoz y la puesta en marcha de actuaciones preventivas, lo que significaría disponer de un marcador de arteriosclerosis en la fase preclínica de la enfermedad.

❖ La detección de alteraciones funcionales en niños de riesgo podría permitir la aplicación de intervenciones precoces, con el fin de evitar o retrasar el desarrollo de arteriosclerosis del adulto.

Carotid Artery Stiffness as an Early Marker of Vascular Lesions in Children and Adolescents With Cardiovascular Risk Factors

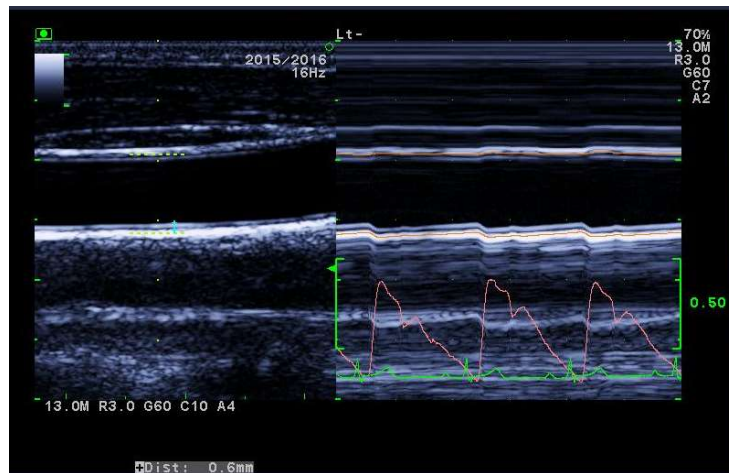
Francisco Núñez,^a Cecilia Martínez-Costa,^b Julia Sánchez-Zahonero,^c Julia Morata,^c Francisco Javier Chorro,^d and Juan Brines^e

Rev Esp Cardiol. 2010;63(11):1253-60

Cambio con el envejecimiento

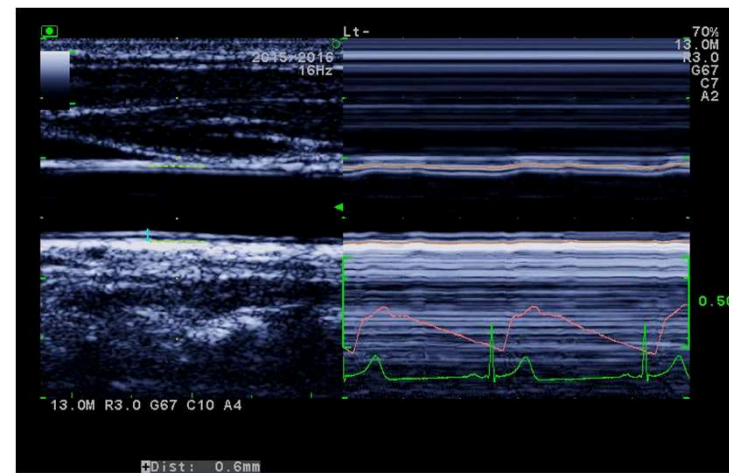
Comparación de la onda de distensión entre 2 sujetos de edades diferentes

20 años :IMT=0.6mm

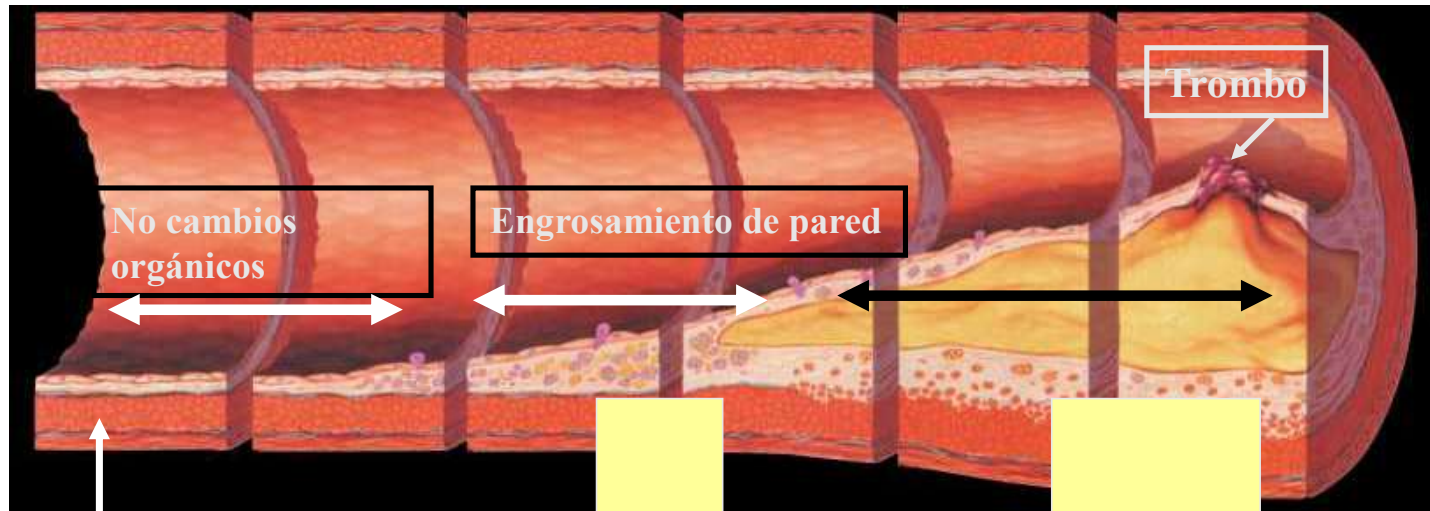


Cambio grande y rápido del diámetro

40 de años :IMT=0.6mm



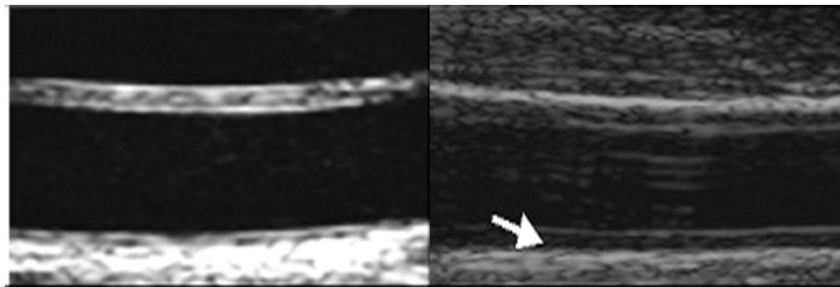
Pequeño cambio del diámetro



Células endoteliales dañadas

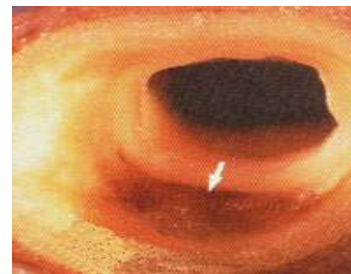
Medida de GIM

Placa. Caracterización del ratio de estenosis.



normal

engrosada



Parametros Calculados

β (Parámetro de rigidez): indice de rigidez arterial

$$\beta = \ln (Ps / Pd) / [(Ds - Dd) / Dd]$$

Calculado desde los cambios en el diametro del vaso y la presión sanguínea

Rigidez Arterial \uparrow β valor \uparrow

Menos dependiente de la presión del vaso

Ep (Modulo elasticidad-presión): indice de elasticidad del vaso

$$Ep = (Ps - Pd) / [(Ds - Dd) / Dd]$$

Calculado desde cambios en el diametro del vaso y la presión sanguínea

Elasticidad Arterial \downarrow Ep \uparrow

El valor principalmente varia con la presión sanguínea incluso en el mismo vaso sanguíneo.

AC (Correlación Arterial): indice de correlación del vaso sanguíneo

$$AC = \pi(Ds \times Ds - Dd \times Dd) / [4 (Ps - Pd)]$$

Calculado desde los cambios de la sección del area y la presión sanguínea en el vaso.

Arterial compliance \uparrow AC \uparrow

Parámetros Calculados

PWVβ En un punto. Pulse wave velocity

PWV esta principalmente relacionado a la propiedad de elasticidad de la pared arterial.

Rigidez Arterial ↑ PWV↑

Método Conventional : 2 puntos de medición

- cfPWV: Carotid and Femoral
- baPWV: Brachial and Ankle (tobillo)

Ecuación definitoria $C = \sqrt{\beta P / 2\rho}$

P : Diastolic blood pressure

ρ : blood density (1050 Kg/m³)

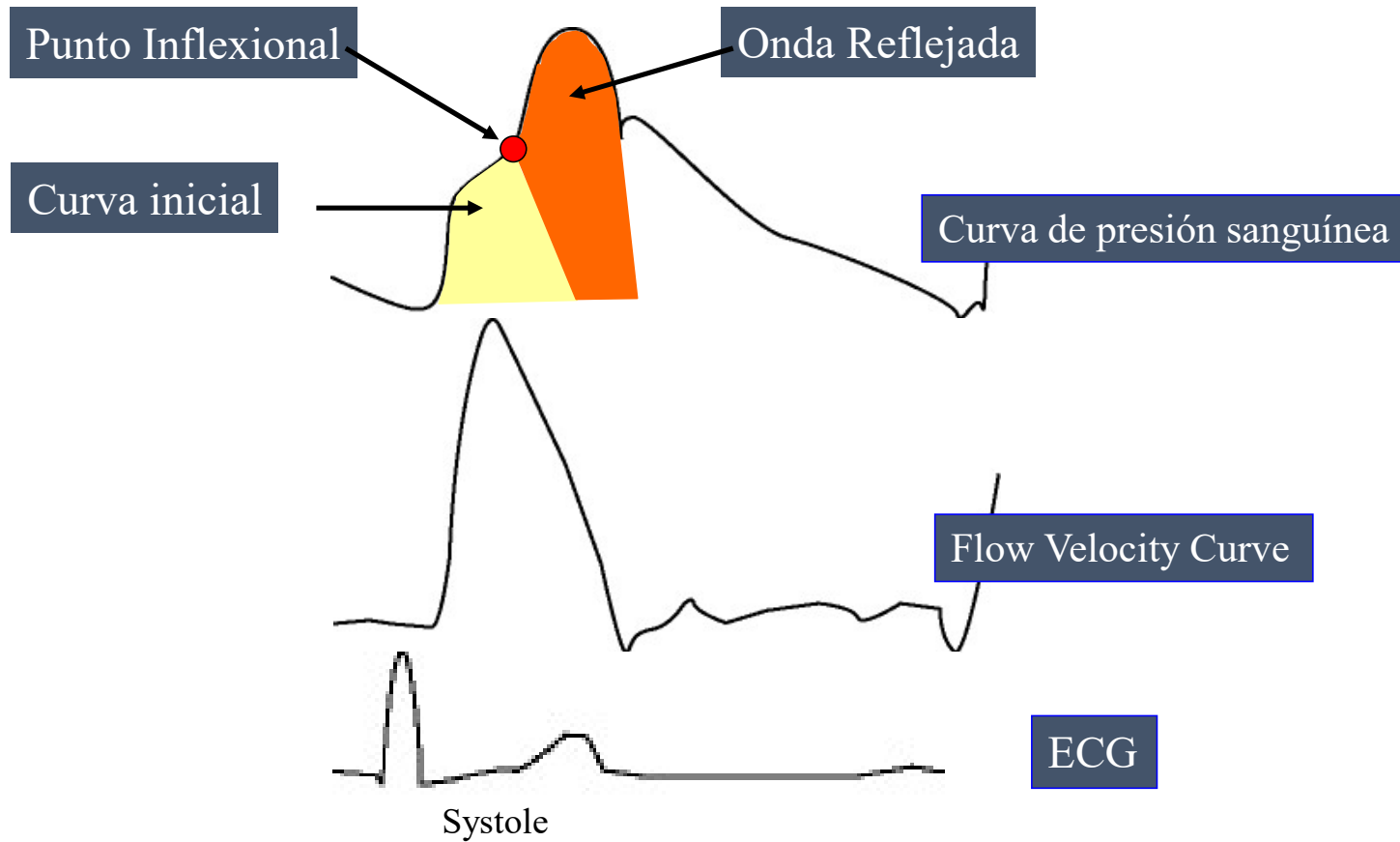
“Non-invasive one-point measurement of local pulse wave velocity”
Sugawara, et al., Tokyo Women's Medical University
Saishin Igaku, 2003,6,279-288

Parámetros Calculados

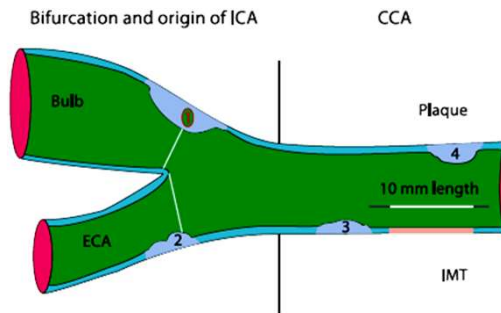
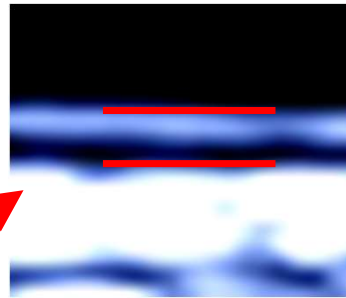
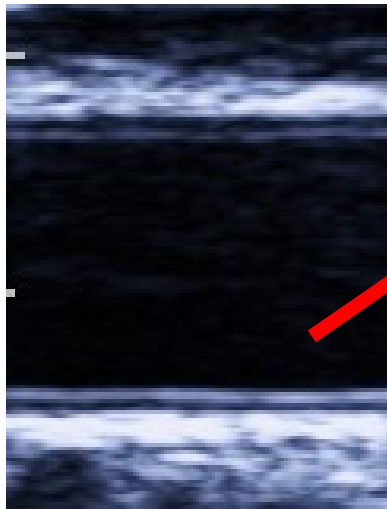
Aumento del Índice

Se ha publicado en la guía de examen europea de hipertensión, que el aumento del índice de arterosclerosis puede ser un indicador adecuado junto con la PWV (Velocidad de la onda de pulso) y está empezando a ser reconocido como tal. Recientemente se han utilizado estos parámetros en numerosos informes de conferencias sobre hipertensión.

Componentes de la curva de presión sanguínea.



Grosor Intimo Medial (GIM)



GIM medio**

- Percentiles 25, 50 y 75
- H ≤ 35a: 0.50
≥ 65a: 0.74
↑ anual: 0.005 mm
- M ≤ 35a: 0.40
≥ 65a: 0.60
↑ anual: 0.007 mm

** Ecografía carotídea en la evaluación de aterosclerosis preclínica. Distribución de valores del grosor íntimo-media y frecuencia de placas de ateroma en una cohorte comunitaria española.

Junyent M, Gilabert R, Núñez I et al. Med Clin (Barc) 2005;125: 770-774. Doyma Ed.

Mannheim Carotid Intima-Media Thickness Consensus (2004-2006)
PJ Touboul, MG Hennerici, S Meairs et al.
Cerebrovasc Dis 2007;23:75-80

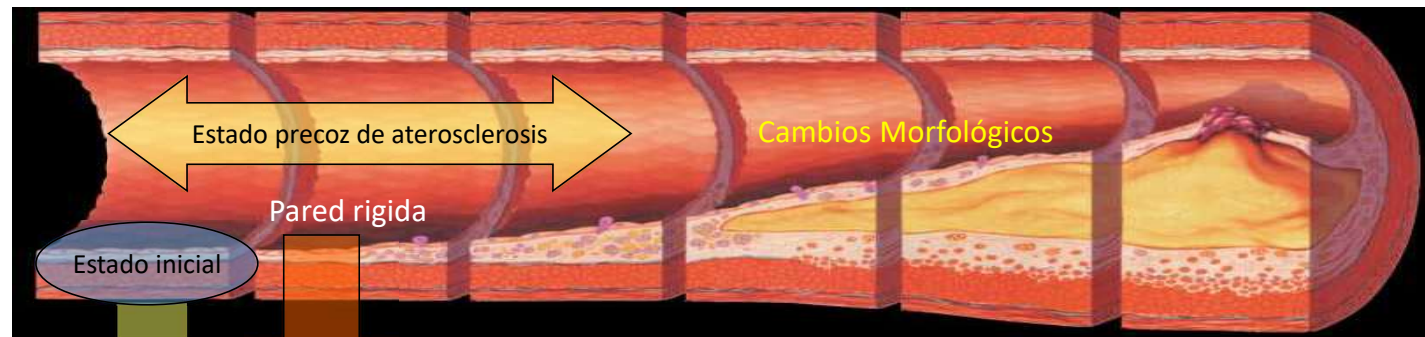
ASE CONSENSUS STATEMENT
Use of Carotid Ultrasound to Identify Subclinical
Vascular Disease and Evaluate Cardiovascular
Disease Risk: A Consensus Statement from the
American Society of Echocardiography
Carotid Intima-Media Thickness Task Force
Endorsed by the Society for Vascular Medicine

James H. Stone, MD, FASE, C. Quinlan, E. Lonn, JPM, MD, FASE, E. Todd Hahn, MD,
D. L. Lumsden, MD, PhD, FASE, Christopher E. Rochford, BA, PhD, E. S. Orszulak, MD,
James J. Tsai, MD, Christopher M. Rockwell, MD, and Patrick S. Fox, MD, MS,
Medicine, Wake Forest University School of Medicine, Winston-Salem, North Carolina, Philadelphia, Pennsylvania, Baltimore,
Maryland, and Charlottesville, Virginia



↑
Células Endotelial afectadas

Herramienta de asesoramiento funcional



Rigidez Arterial

- ★ Parámetros de rigidez (β)
- ★ Modulo de elasticidad y tensión (E_p)
- ★ Complianza Arterial

Indicadores directos que determinan la rigidez arterial local

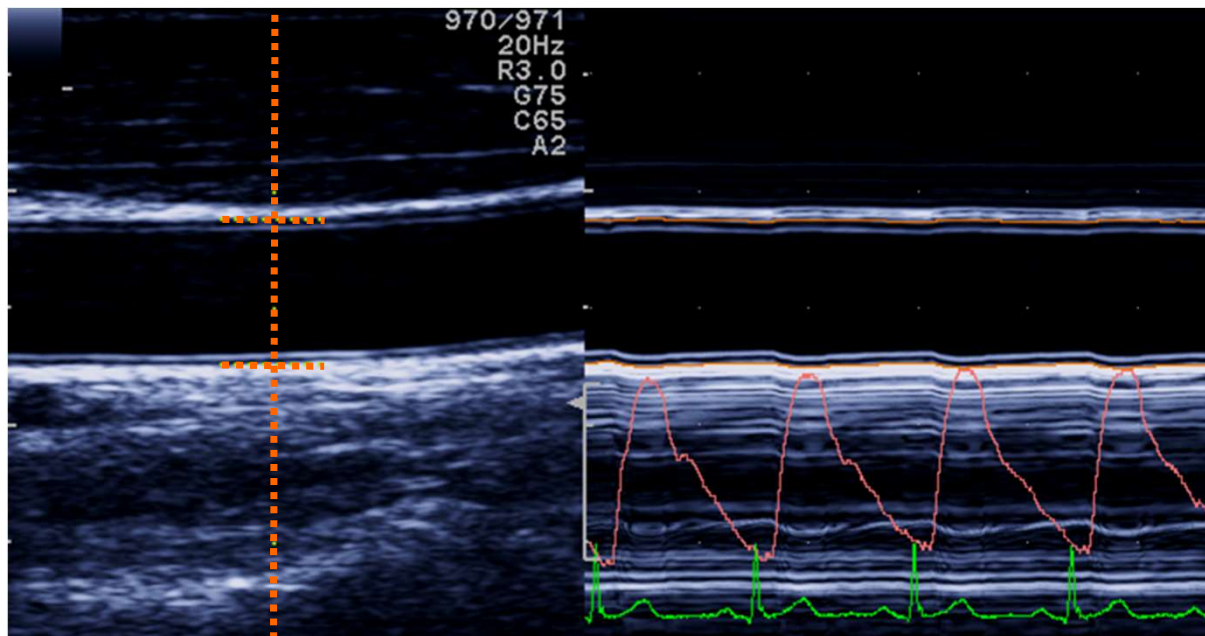
FMD

Evaluación de la función endotelial

Tecnología del eTRACKING

Medidas automatizada del diámetro del vaso

- Índice de muestreo para medidas del diámetro del vaso: 1000/sec.
- La precisión de las medidas efectuadas por eTRACKING es de 0.01 mm



Parámetros calculados

β (rigidez): índice de la rigidez arterial

$$\beta = \ln(Ps / Pd) / [(Ds - Dd) / Dd]$$

Calculado a partir de los cambios del diámetro del vaso y de la tensión arterial

Rigidez arterial \uparrow β valor \uparrow

Parámetro mas útil en clínica practica debido que es menos dependiente de la tensión arterial

E_p (pressure-strain elasticity modulus): índice de elasticidad del vaso

$$E_p = (Ps - Pd) / [(Ds - Dd) / Dd]$$

Calculado a partir de los cambios del diámetro del vaso y de la tensión arterial

Elasticidad arterial \downarrow E_p \uparrow

Valor que cambia mucho con la tensión arterial incluso en el mismo vaso.

AC (arterial compliance): índice de complianza del vaso

$$AC = \pi(Ds \times Ds - Dd \times Dd) / [4 (Ps - Pd)]$$

Calculado a partir de los cambios del diámetro del vaso y de la tensión arterial

Complianza arterial \uparrow AC \uparrow

Parámetros calculados

PWV β One –Point Velocidad de la onda de pulso

PWV es principalmente relacionado con las propiedad de elasticidad del vaso arterial.

Rigidez arterial \uparrow PWV \uparrow

Método convencional : Medidas en 2 puntos

- cfPWV: Carótida y Femoral
- baPWV: Braquial y Tobillo

Definicion de la equacion $C = \sqrt{\beta P / 2\rho}$

P : Tensión arterial diastolica

ρ : densidad de la sangre (1050 Kg/m³)

“Non-invasive one-point measurement of local pulse wave velocity”
Sugawara, et al., Tokyo Women's Medical University
Saishin Igaku, 2003,6,279-288

Parámetros calculados

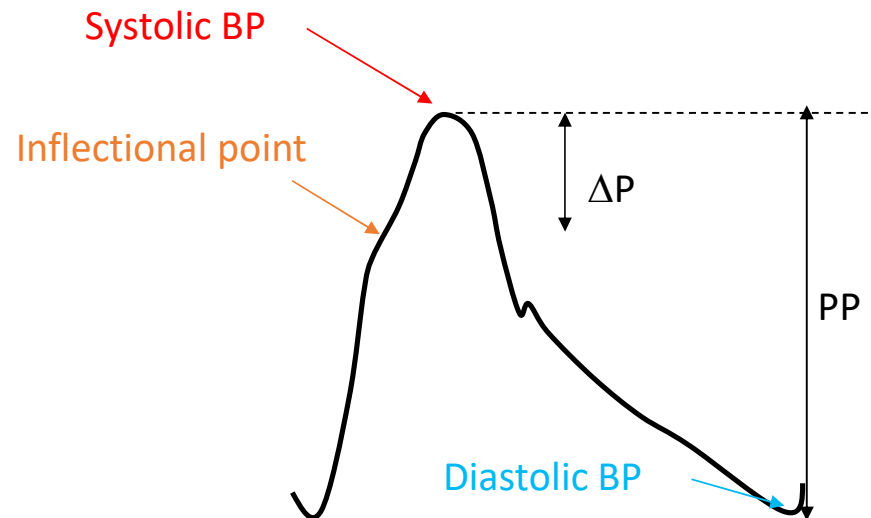
$$AI = \Delta P / PP$$

Ratio de la onda reflejada

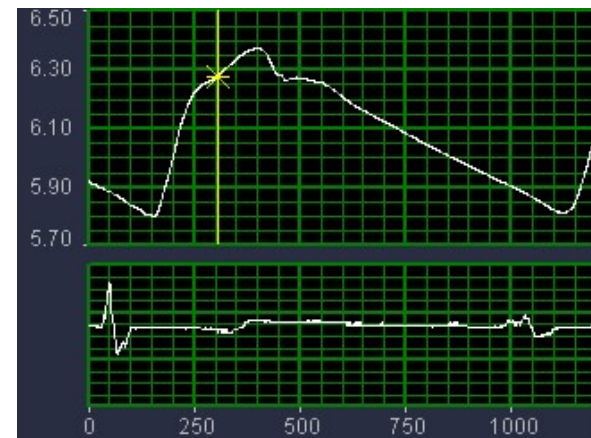
ΔP : Diferencia de presión entre el punto de inflexión y presión sistólica.

Representa la magnitud de la onda reflejada.

PP: Presión de pulso (diferencia de presión entre sístole y diástole)

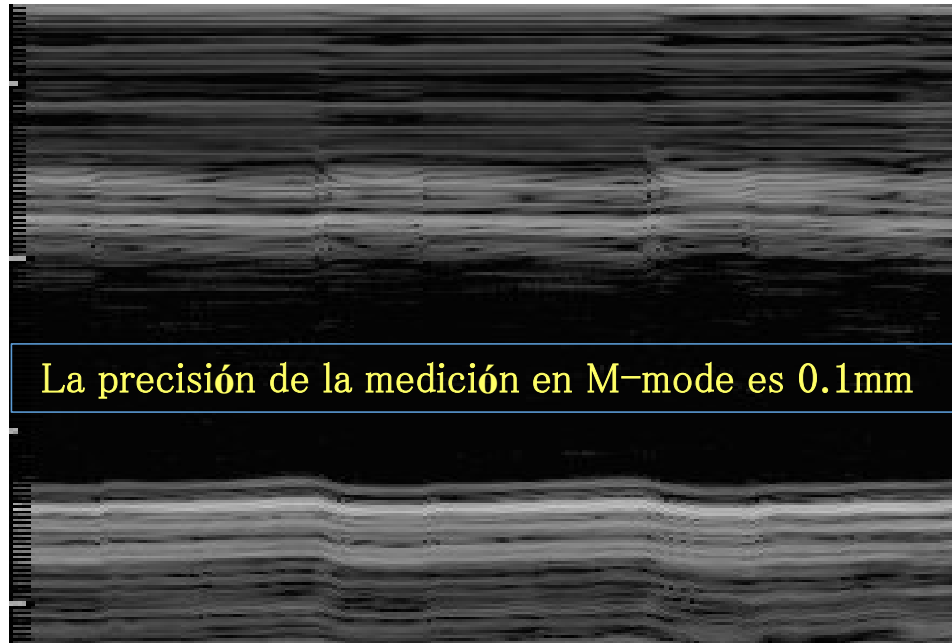


Onda de cambio de diámetro



Medición del diámetro del vaso

Imagen en modo M convencional



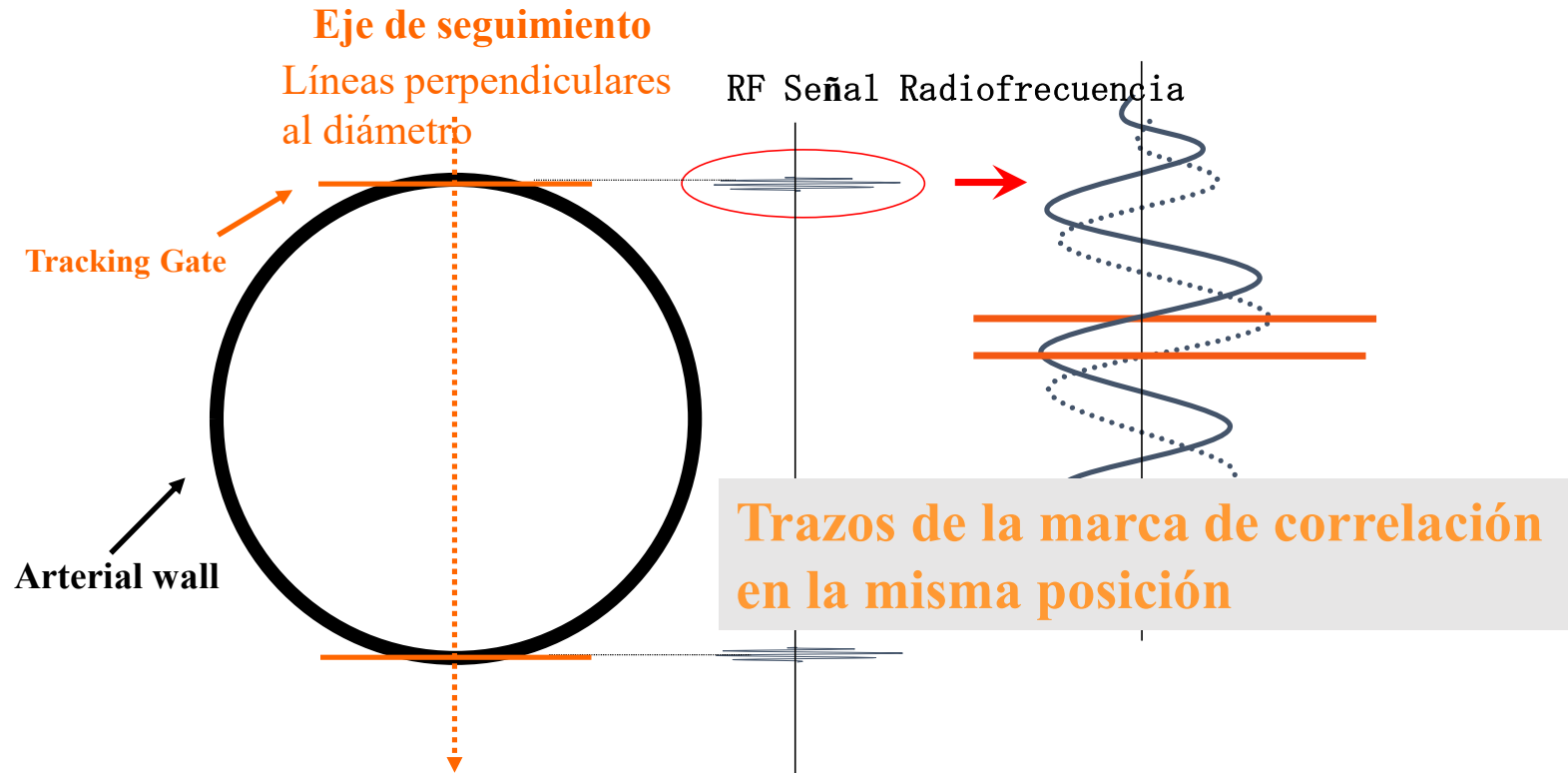
Resolución Distancia

Tamaño del Píxel

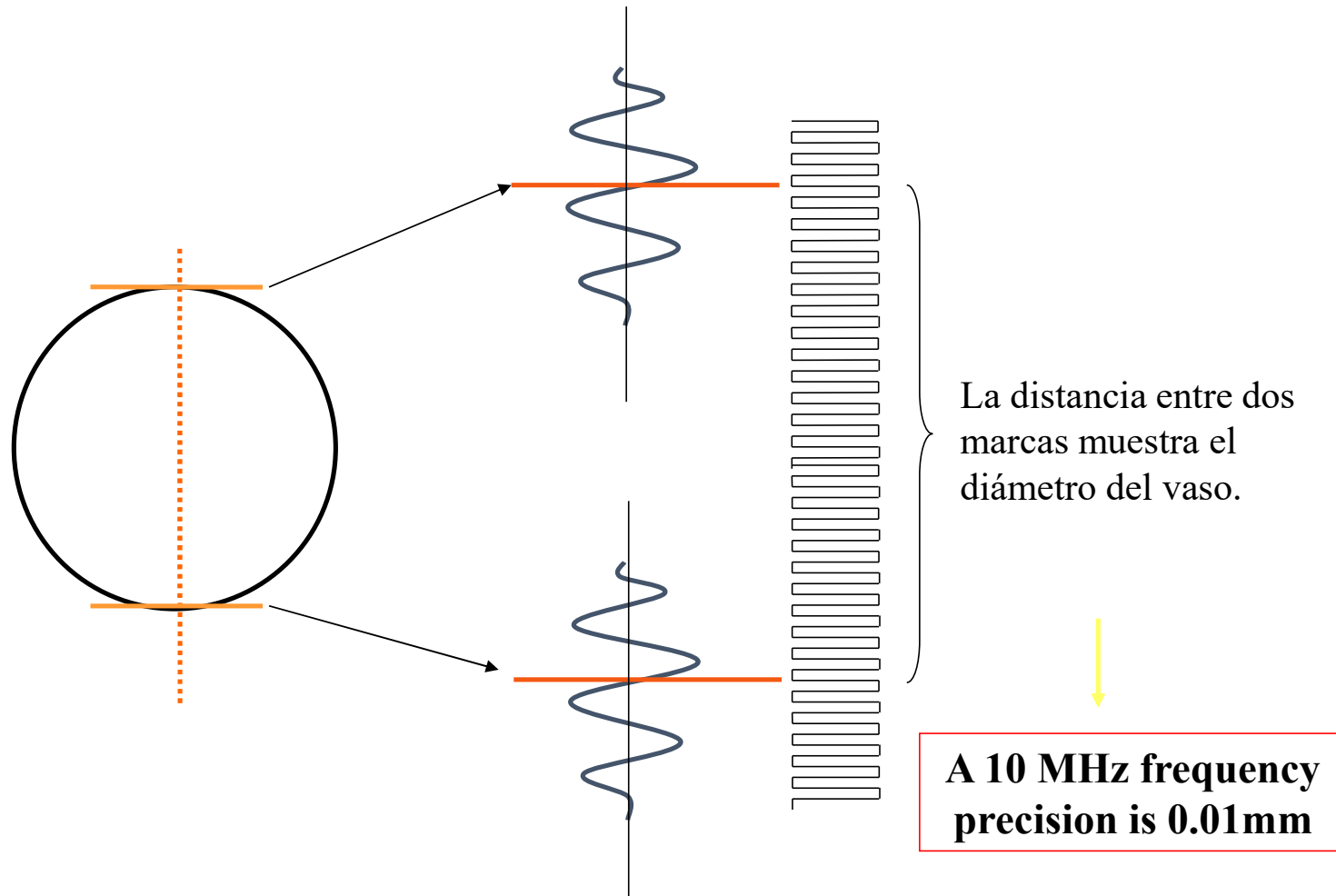
Error por medición visual

Que es el eTRACKING (Seguimiento) : Principio

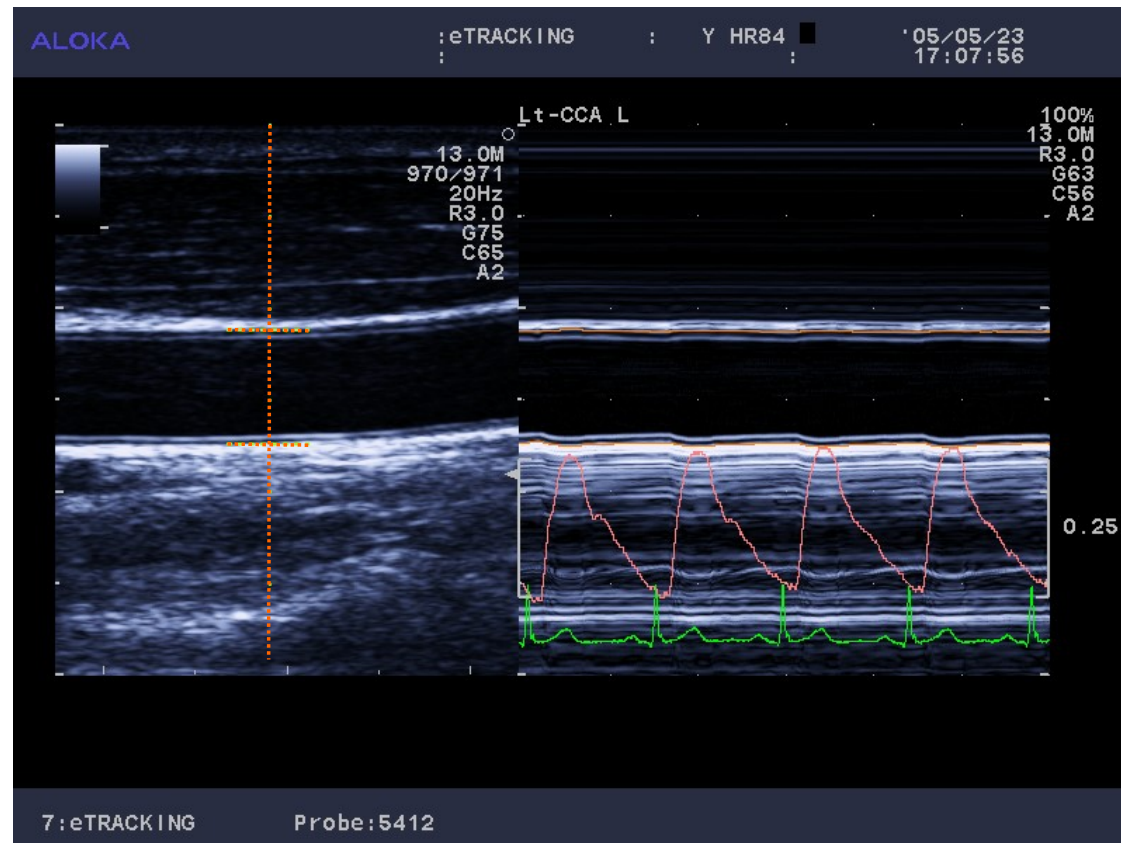
Imagen de eje corto de la arteria



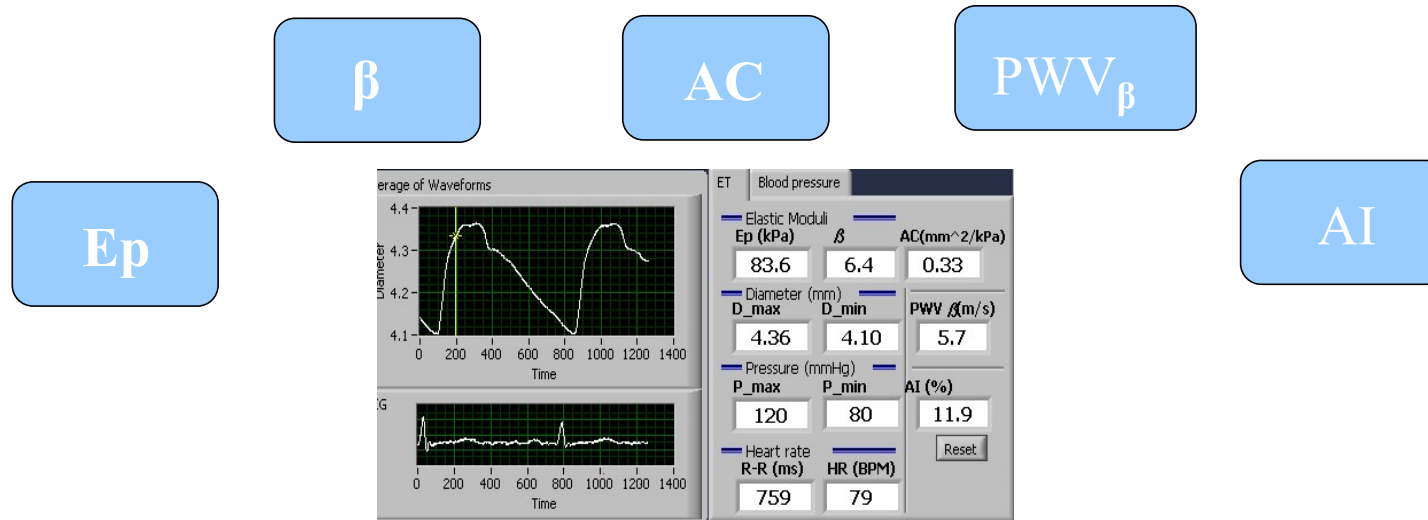
Medida Precisa del diámetro del vaso



eTRACKING



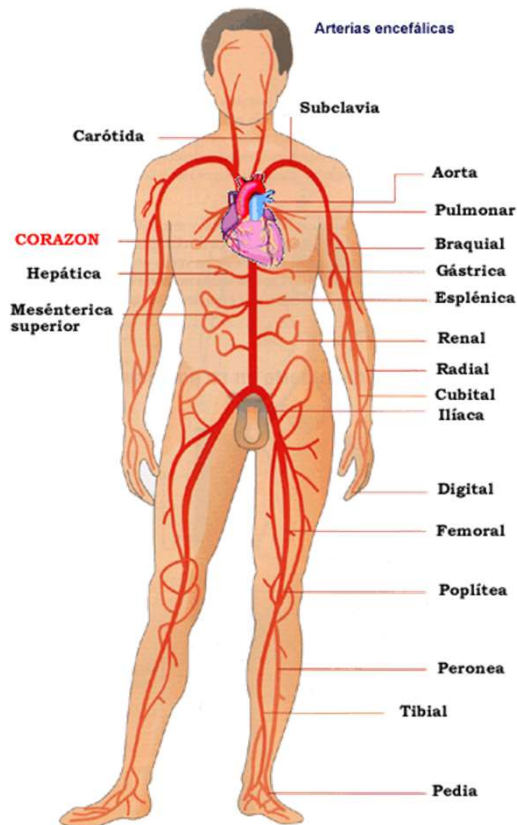
Beneficios del eTRACKING



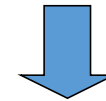
- Non-invasive → allows to repeat examinations.
- Real time → you can know results immediately
- High precision → precision is 0.01mm
- Easy to operate → useful for screening exams

**Inteligible y Objetiva evaluación
de la Arteriosclerosis precoz**

¿Por qué estudiar la carótida un cardiólogo ecocardiografista?

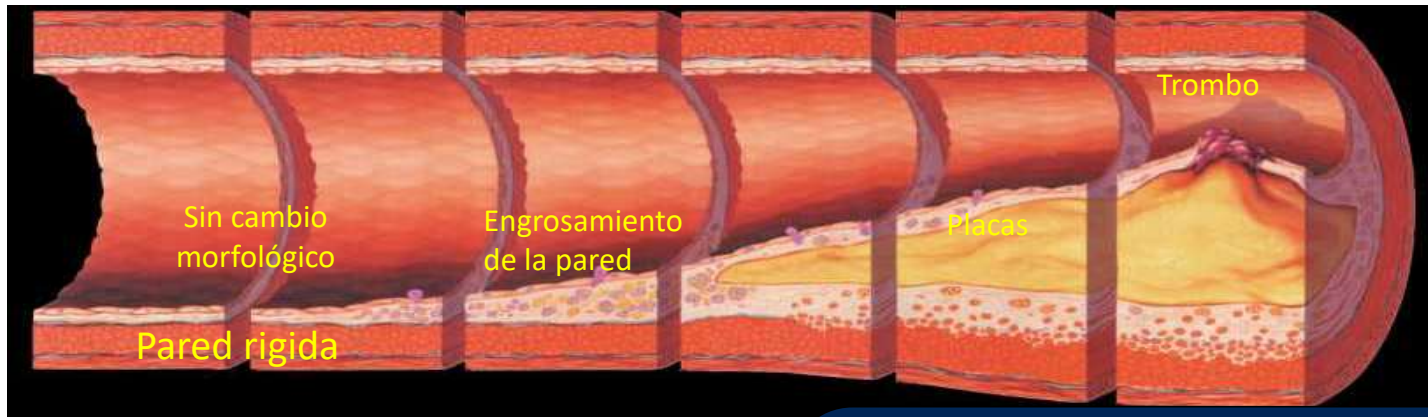


- Grosor intimo medial
- Características propias
 - Rigidez
 - Elasticidad
- Implicaciones de función cardiaca



1. Imagen óptima

2. e Tracking



↑
Células Endotelial afectadas

Función del Diagnostico Ultrasonico:

- Observar los cambios morfológicos
- Establecer el estado funcional

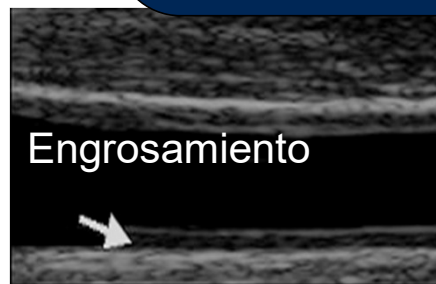


Table 2. cIMT in Normal Children and Adolescents

Mean Age, y	No. of Subjects	Sex	Side	Segment	Wall	Mean cIMT, mm	Reference
11±2	30	M, F	R, L	CC	FW	0.42±0.04	Järvisalo et al ⁵⁰
11.1±3.0	27	M, F	R	CC	FW	0.5±0.03	Aggoun et al ³⁹
11±1	28	M, F	R, L	CC	FW	0.42±0.04	Järvisalo et al ⁴⁰
14.2±2.3	20	M	R	CC	FW	0.48±0.06	Tonstad et al ⁴²
13.9±2.4	10	F	R	CC	FW	0.42±0.05	Tonstad et al ⁴²
14.7±2.1	20	M, F	R, L	CC	NW, FW	0.39±0.05	Meyer et al ⁴⁶
15.7±2.7	35	M, F	R, L	CC	FW	0.32±0.08	Woo et al ⁴⁷
13.5±4.0	33	M, F	R	CC	FW	0.38±0.06	Mitsnefes et al ⁶¹
16.3±4.7	20	M, F	R	CC	FW	0.48±0.08	Noto et al ⁵²
11±2	60	M, F	R, L	CC	FW	0.44±0.05	Ishizu et al ⁶⁷

M indicates male; F, female; R, right; L, left; CC, common carotid artery; FW, far wall; and NW, near wall.

Edad (años)	GIM (mm)	Referencia
11 ± 2	0.42 ± 0.04	Jarvisalo et al
11.1 ± 3.0	0.5 ± 0.03	Aggoun et al
11 ± 1	0.42 ± 0.04	Jarvisalo et al
14.2 ± 2.3	0.48 ± 0.06	Tonstad et al
13.9 ± 2.4	0.42 ± 0.05	Tonstad et al
14.7 ± 2.1	0.39 ± 0.05	Meter et al
15.7 ± 2.7	0.32 ± 0.08	Woo et al
13.5 ± 4.0	0.38 ± 0.04	Mitsnefos et al
16.3 ± 4.7	0.48 ± 0.08	Noto et al
11 ± 2	0.44 ± 0.05	Ishizu et al
11.6 ± 1.9	0.36 ± 0.05	Núñez et al

Parámetros Calculados

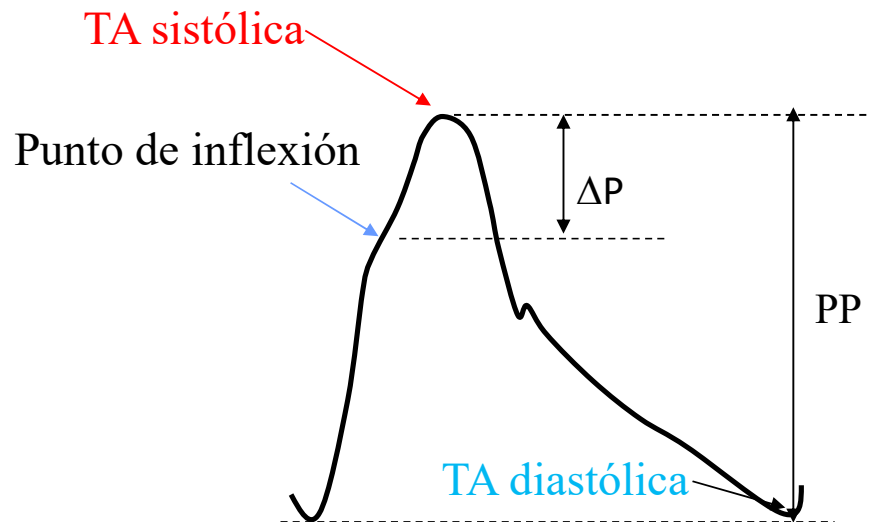
$$AI = \Delta P / PP$$

Ratio de onda reflejada

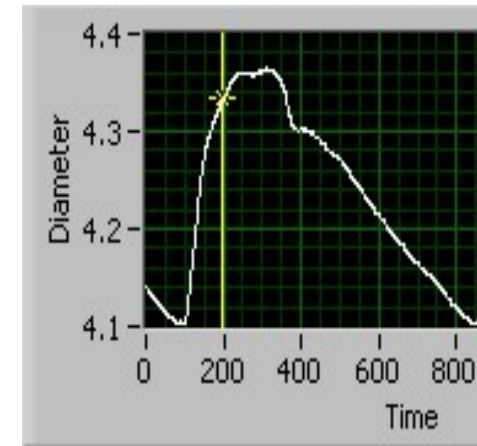
ΔP : Diferencia de presión entre el punto de inflexión y TA sistólica.

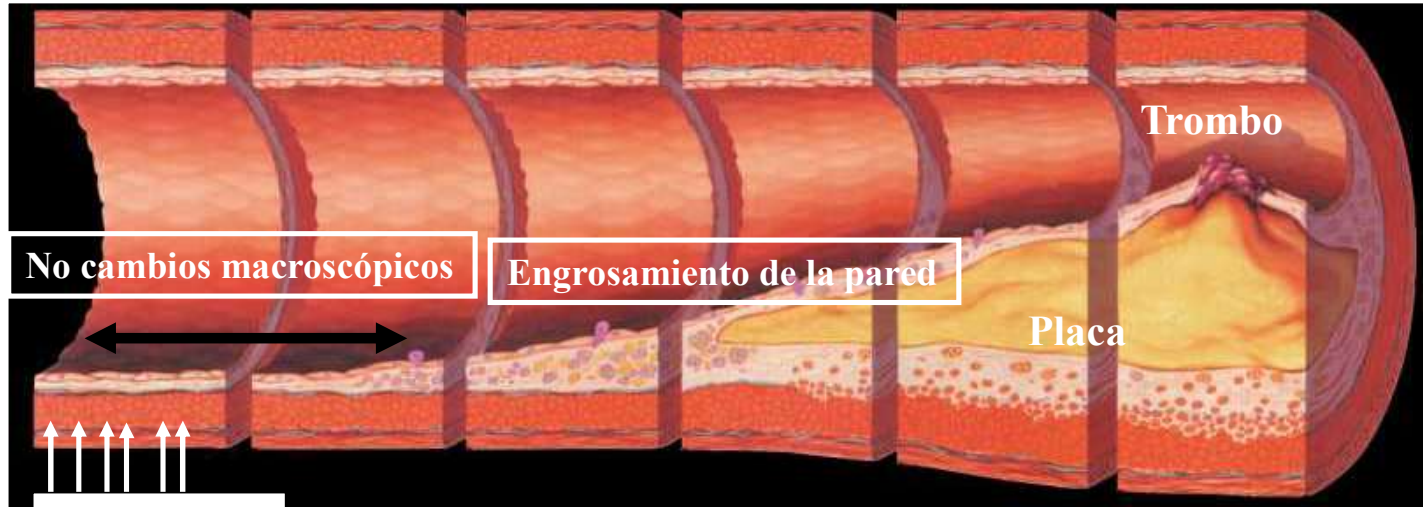
Esto representa en su mayor parte la onda reflejada.

PP: presión de pulso (diferencia de presión entre TAS y TAD)



Cambios del diámetro de la onda





No cambios macroscópicos

Engrosamiento de la pared

Trombo

Placa

Daño endotelial

Evaluación del movimiento arterial .

★ Velocidad Onda de Pulso (PWV)

Estimación indirecta de la rigidez arterial por velocidad de las ondas de pulso viajando entre 2 puntos de la carótida o la arteria femoral.

★ Módulo de Presión-Elasticidad (Ep)

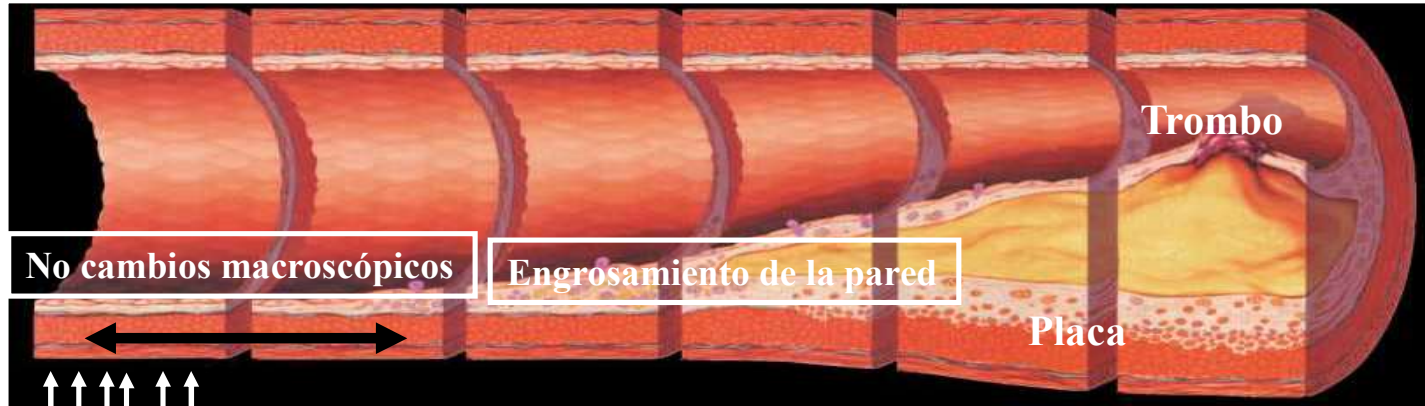
★ Parámetro de rigidez (β)

★ Elasticidad Arterial

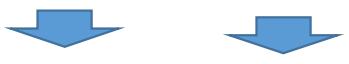
indicadores directos representando rigidez local arterial

**Evaluación de la función endotelial
FMD (Flujo Transmisor de Dilatación)**

Diámetro del vaso



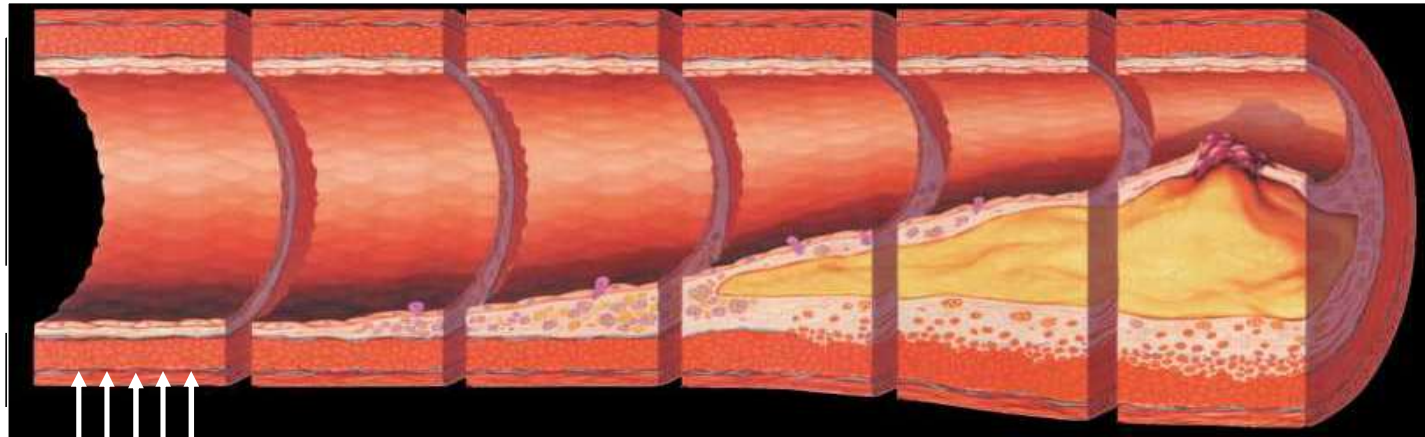
Daño endotelial



**ECOGRAFÍA
DOPPLER**

**FMD
(Dilatación
mediada por
flujo)**

Alteración valorada	Método
Cambio funcional	Ecografía de carótida: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Compliance arterial ▪ Elasticidad / Rigidez <ul style="list-style-type: none"> ▪ Módulo de presión-elasticidad (Ep) ▪ Rigidez arterial (β) ▪ Velocidad de onda de pulso Dilatación mediada por flujo
Cambio anatómico	Ecografía de carótida: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Grosor íntima-media (GIM) Tomografía computarizada
Mixto	Resonancia magnética



Daño endotelial



Evaluación de la función endotelial:

- **FMD (Dilatación mediada por flujo)**
- **Micropartículas endoteliales, células endoteliales circulantes, células progenitoras endoteliales circulantes**
- **Marcadores solubles de activación/disfunción**
 - **moléculas de adhesión vascular: E-selectina, ICAM-1, VCAM-1**
 - **Proteínas de coagulación (factor vn Willebrand, trombomodulina)**
 - **Metabolitos del óxido nítrico**

Métodos de imagen para valorar cambios arteriales precoces en pacientes con FRCV

Alteración valorada	Método
Cambio funcional	<p>Ecografía de carótida:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Compliance arterial ▪ Elasticidad / Rigidez ▪ Velocidad de onda de pulso <p>Dilatación mediada por flujo</p>
Cambio anatómico	<p>Ecografía de carótida:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Grosor íntima-media (GIM) <p>Tomografía computarizada</p>
Mixto	Resonancia magnética

**ECOGRAFÍA
DOPPLER**



**ECOGRAFÍA
DOPPLER**

Alteración valorada	Método
Cambio funcional	Ecografía de carótida: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Compliance arterial ▪ Elasticidad / Rigidez <ul style="list-style-type: none"> ▪ Módulo de presión-elasticidad (Ep) ▪ Rigidez arterial (β) ▪ Velocidad de onda de pulso Dilatación mediada por flujo
Cambio anatómico	Ecografía de carótida: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Grosor íntima-media (GIM) Tomografía computarizada
Mixto	Resonancia magnética

-Tounian et al., Lancet 2001;
 -Meyer et al. Pediatrics 2006;
 -Im et al. J Pediatr 2007;
 Mimoun et al. J Pediatr 2008