

7° Congreso Argentino de Nefrología Pediátrica

23 al 25 de abril del 2018

Semana de Congresos y Jornadas Nacionales de Pediatría 2018

Velocidad de la onda del pulso y Presión aórtica central

Dra. Lidia F.R. Ghezzi

Nefróloga Pediatra



**Sociedad Argentina
de Pediatría**

Por un niño sano
es un mundo mejor

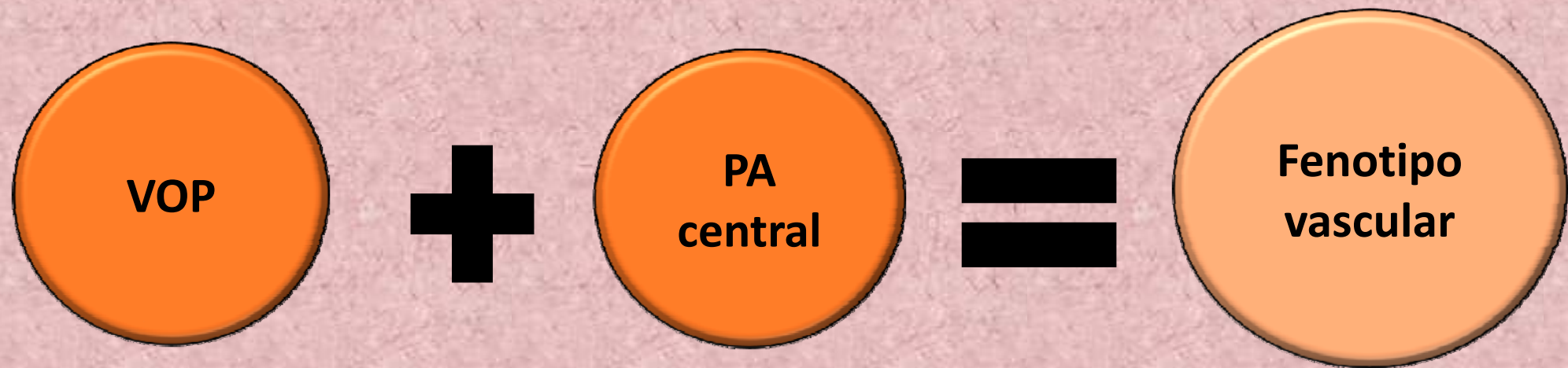


HOSPITAL ITALIANO
de Buenos Aires

Qué hay de nuevo.....?

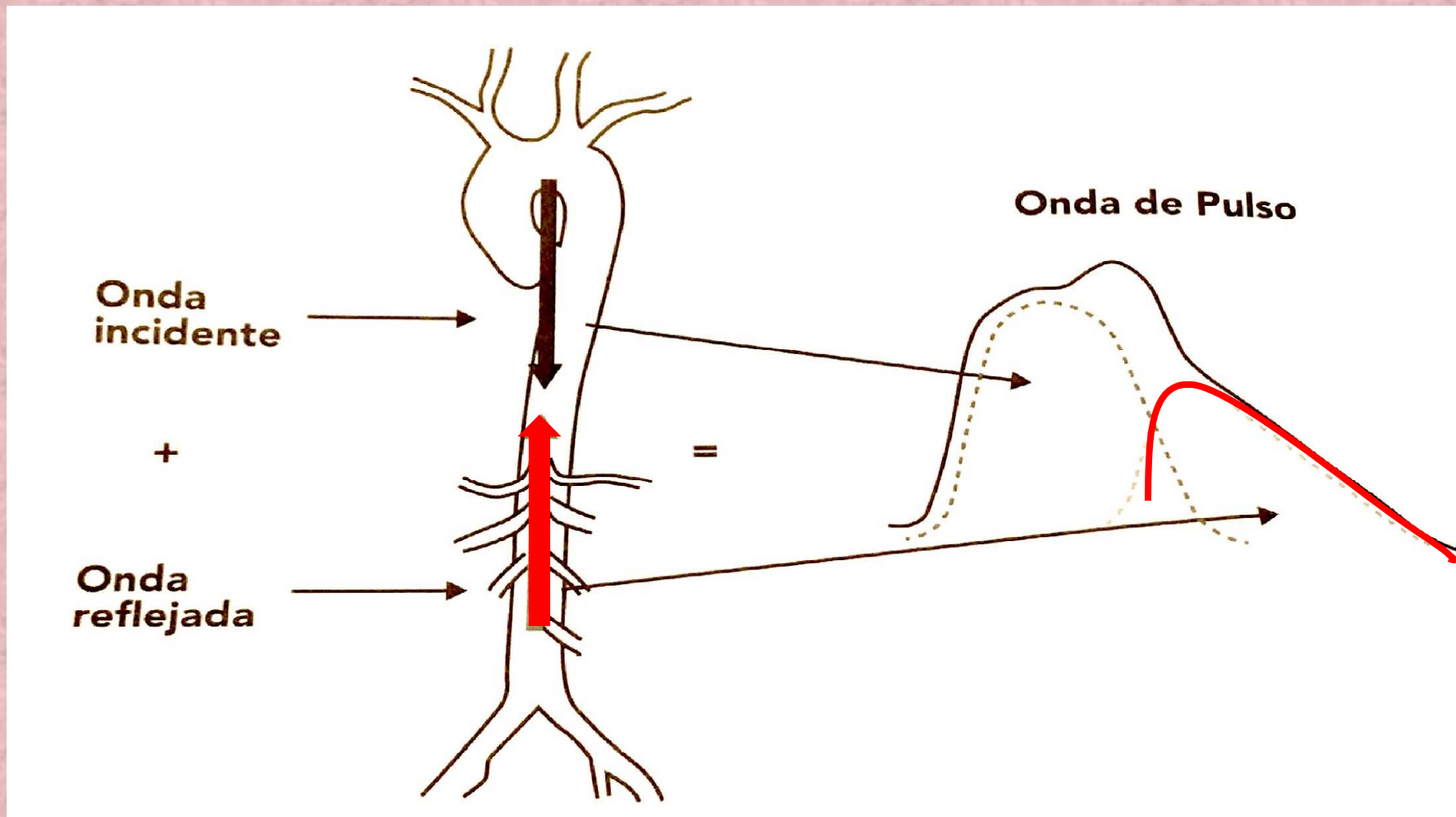
- El uso de los *biomarcadores vasculares* en pediatría.
- Existe suficiente evidencia en estudios epidemiológicos, fisiopatológicos y farmacológicos acerca de la importancia no solamente de la medición de la PA braquial y la Presión del pulso (PP) en pacientes con HTA sino también de la Presión Aórtica central (PAC), PP central y de la Velocidad de la Onda del Pulso (VOP).
- La PAC y la VOP tienen una gran interdependencia entre sí para determinar el estado hemodinámico en el paciente hipertenso.
- Mediante los biomarcadores vasculares se puede evaluar la rigidez vascular y el daño de órgano blanco en **“las arterias”**.

Fenotipo hemodinámico



Onda del Pulso

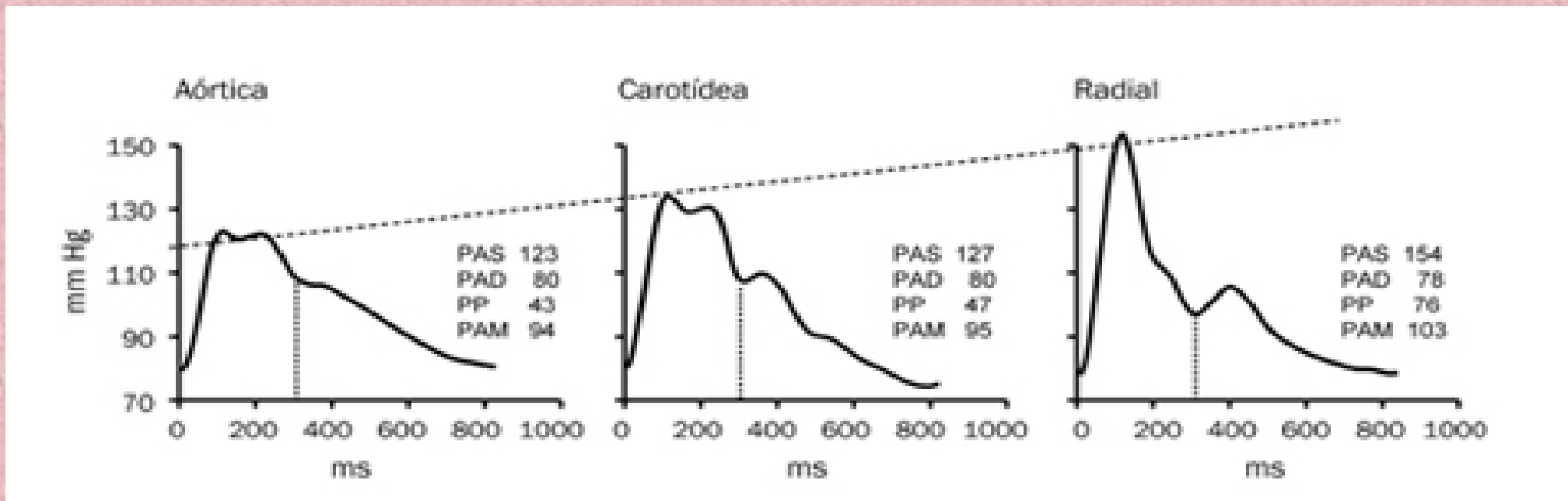
Es la suma de la onda incidente (desde el corazón hacia la periferia) y la onda reflejada (desde la periferia hacia el corazón).



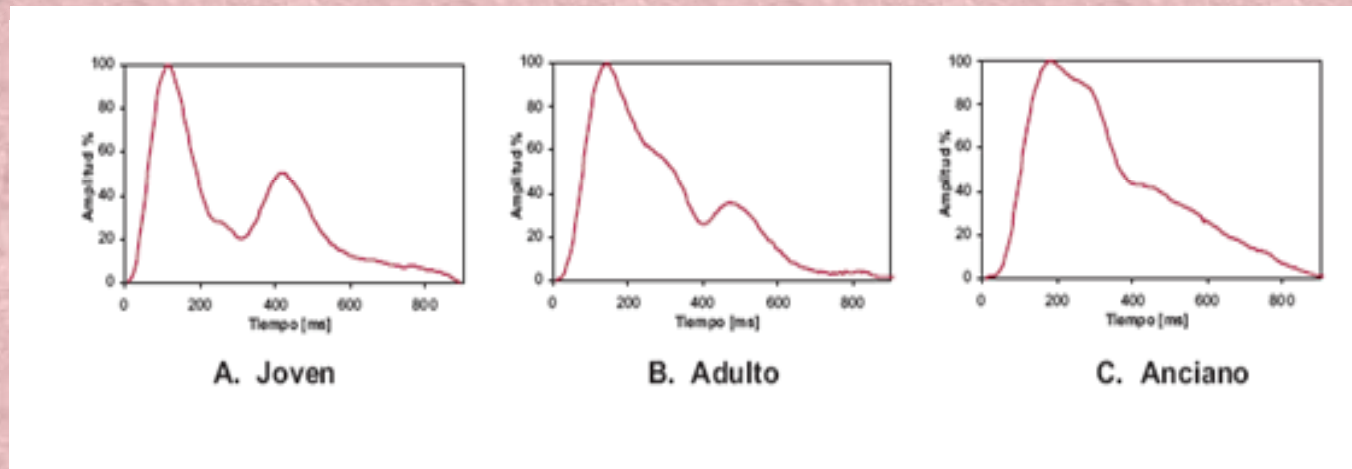
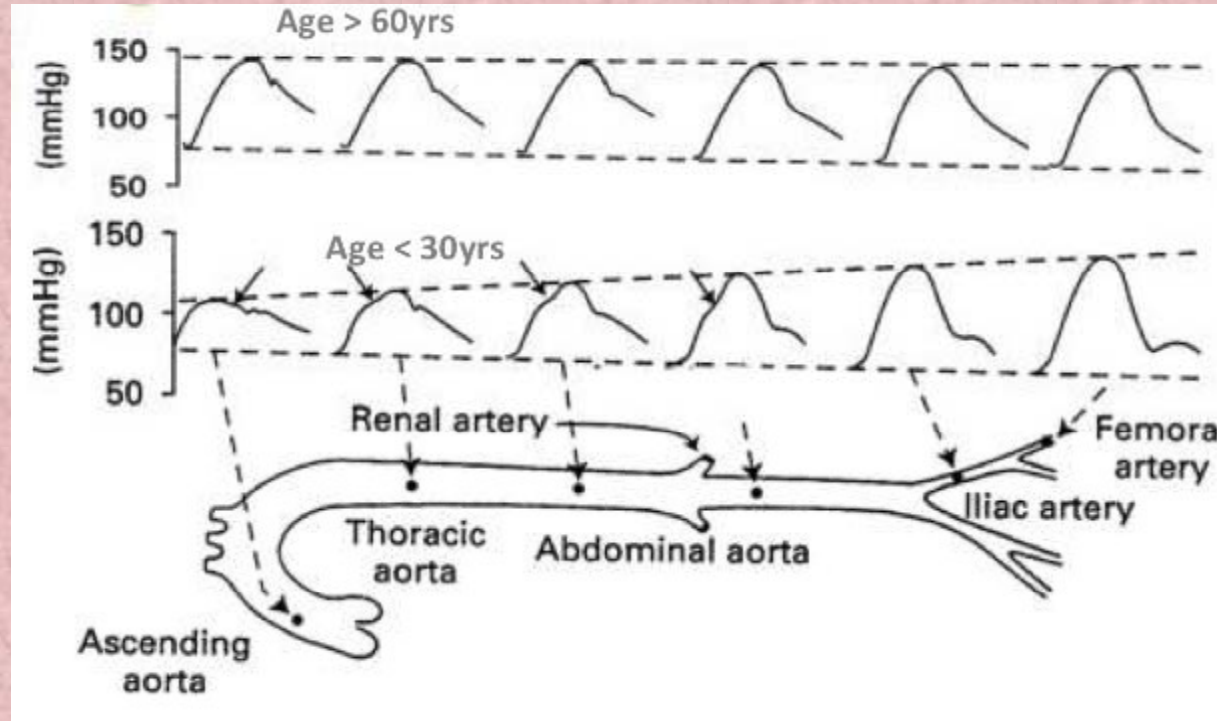
Fenómeno de Amplificación

Cuando la PA se mide de manera invasiva:

- La PAS y la Presión del Pulso (PP) aumentan desde la aorta hacia la periferia (hasta 40 mmHg mas elevada a nivel braquial).
- La PAD y la PAM permanecen constantes.

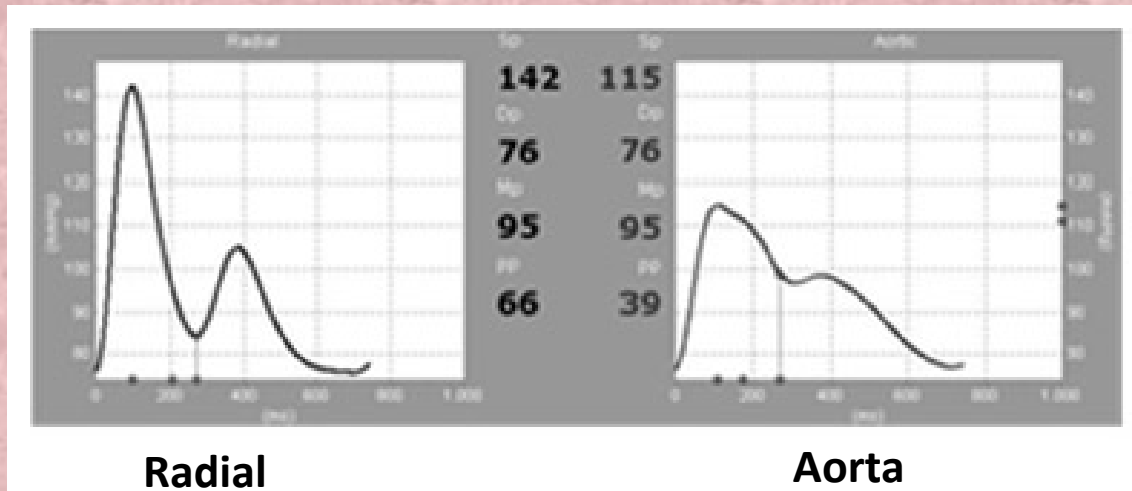


Cambios de la VOP con la Edad



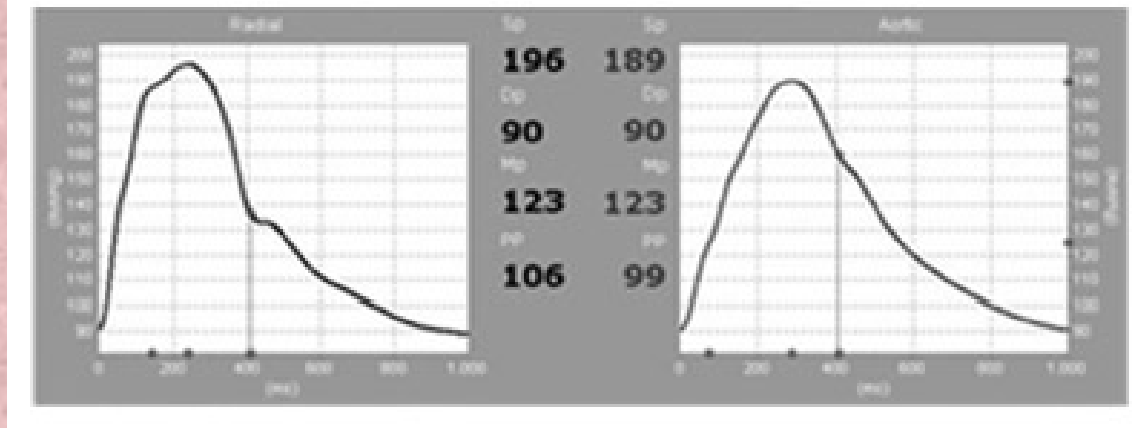
Fenómeno de Amplificación según la edad

• A



En los jóvenes con arterias sanas y distensibles la amplificación es mayor. Siendo la PAS y la PP mayor a nivel periférico (braquial/radial)

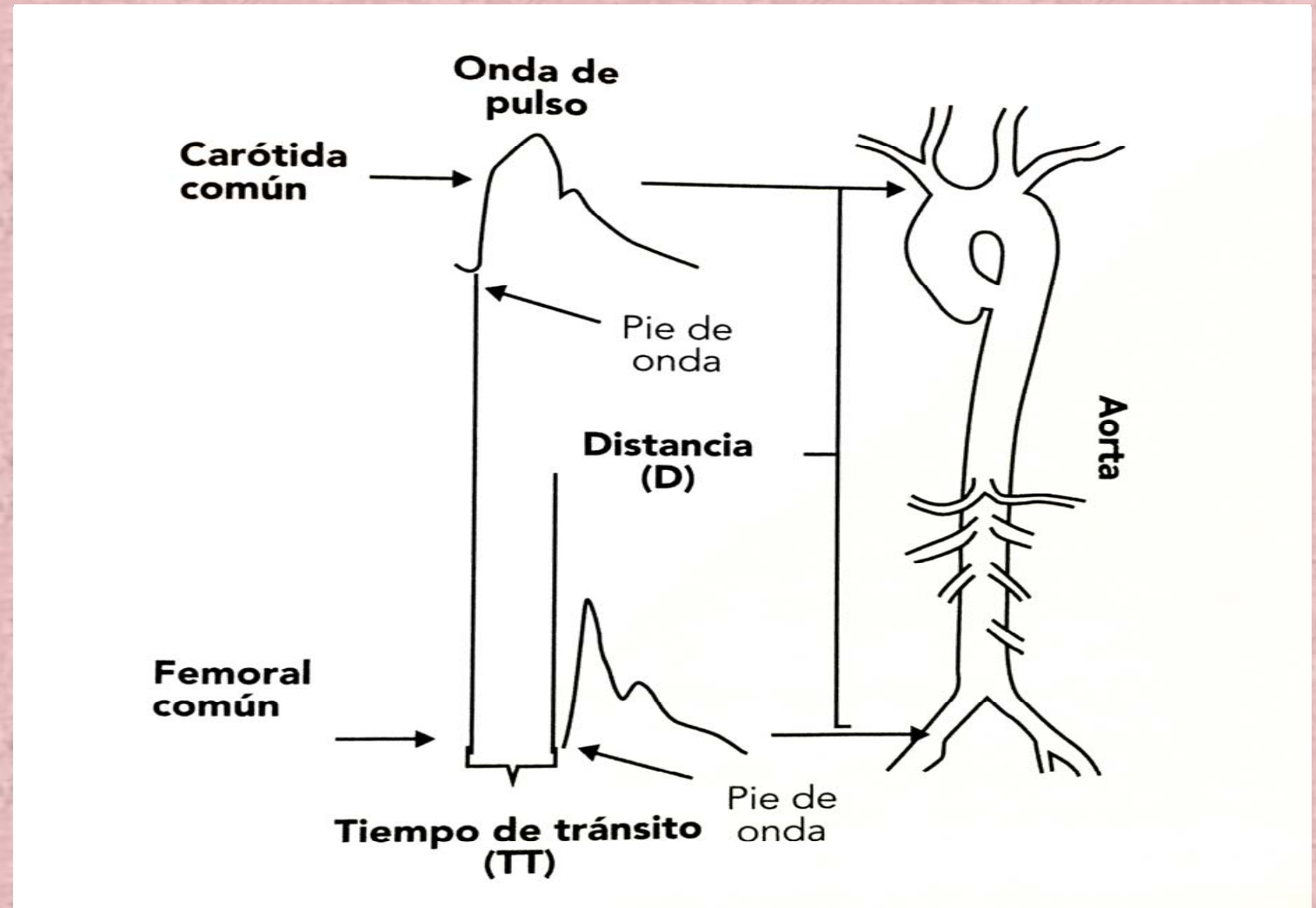
• B



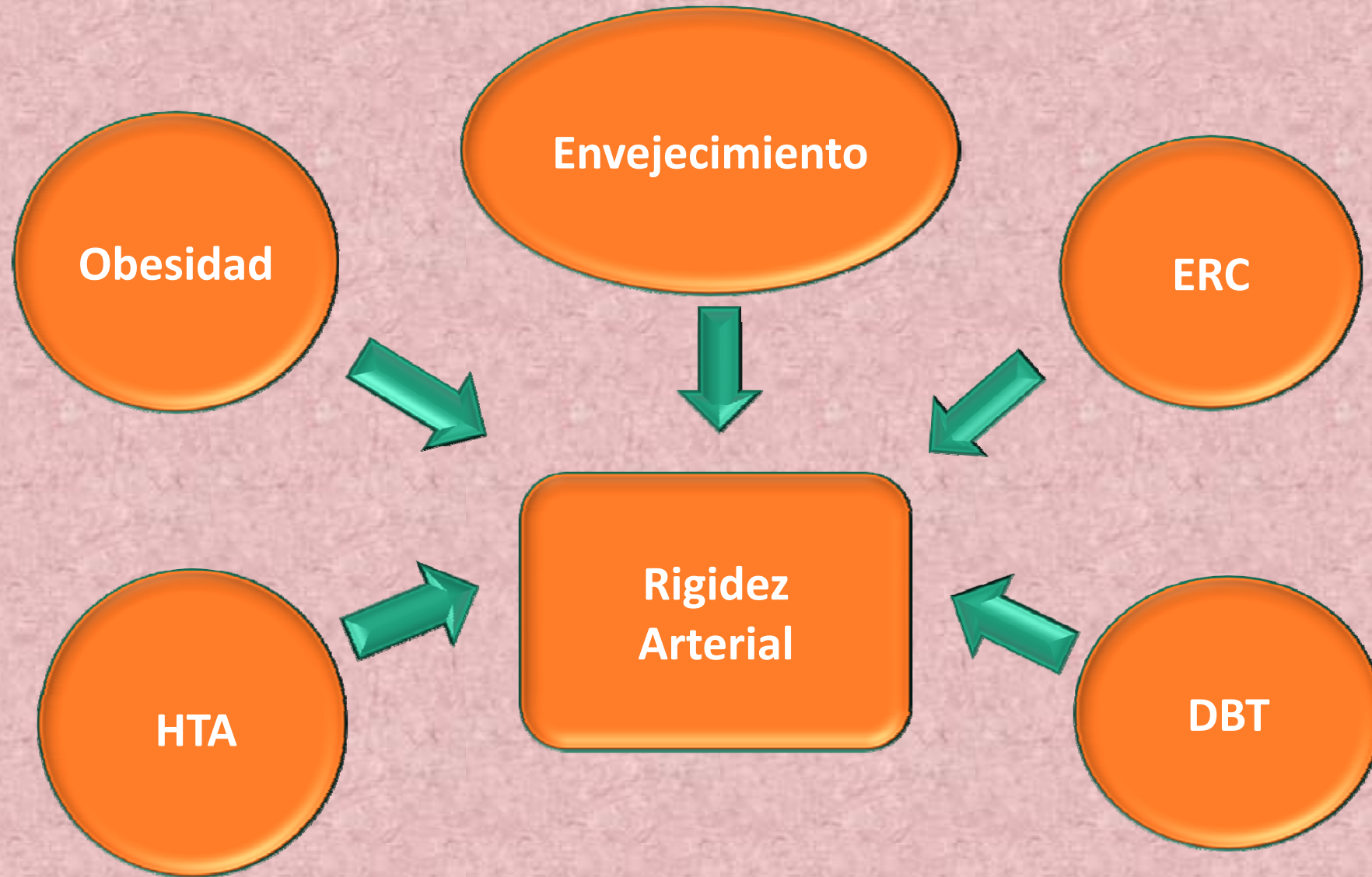
A mayor edad la aorta se torna más rígida y el fenómeno de amplificación es menor. La PAS y la PP son similares

VOP carótido femoral = $D(m)/\Delta t$ (seg.) ***Evalúa la Rigidez arterial***

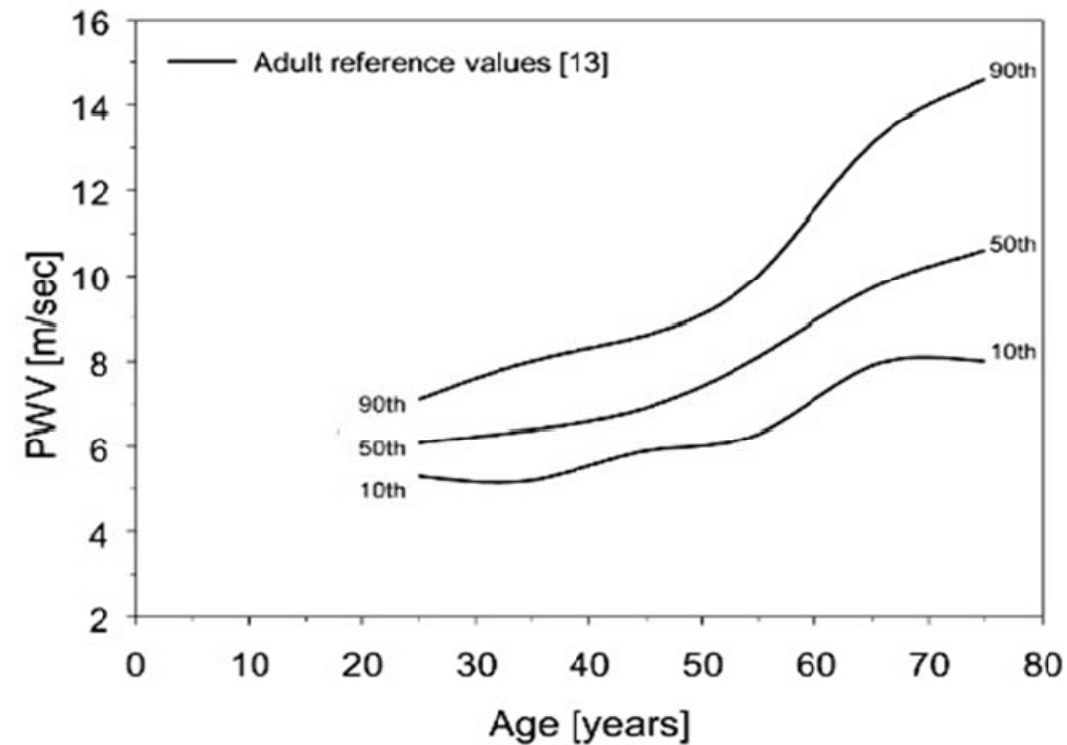
- Pulspen (tonometría)
 - SphygmoCor (tonometría)
 - Vicorder (oscilometría)
 - Complior (mecano-trasductores)
- Con brazalete
- Mobil-o-Graph (oscilometría)
 - Arteriograph (oscilometría)



Factores que afectan la pared vascular



El aumento de la VOP c-f comienza desde la infancia

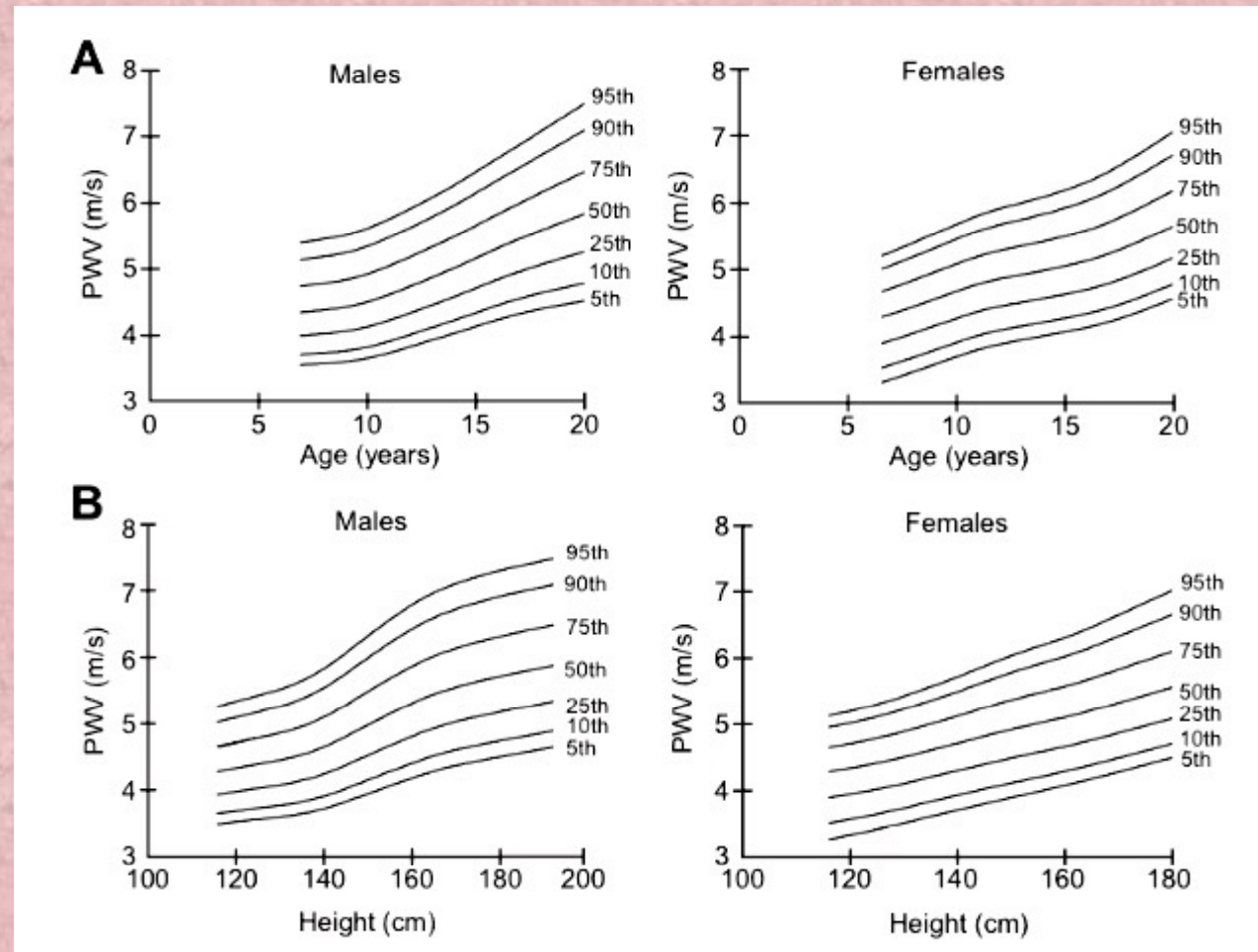


Determinants of pulse wave velocity in healthy people and in the presence of cardiovascular risk factors: 'establishing normal and reference values'. Eur Heart J 2010; 31:2338-2350.

Thurn et al. Aortic Pulse Wave Velocity in Healthy Children and Adolescents: Reference Values for the Vicorder Device and Modifying Factor. Am J Hyperten 2015 ahead of print

Reference Values of Pulse Wave Velocity in Healthy Children and Teenagers

George S. Reusz, Orsolya Csepregal, Mohamed Temmar, Éva Kis, Abdelghani Bachir Cherif, Abddelhalim Thaleb, Andrea Fekete, Attila J. Szabó, Athanase Benetos, Paolo Salvi



Similares VOP con diferentes equipos en niños y adolescentes

Comparisons for PWV among devices in children and adolescents

☞ Pulsepen – SphygmoCor -Vicorder

☞ (Kis et al Hypertens. Res. 2011)

☞ SphygmoCor-Vicorder

☞ (Kracht et al, Am J Hypertens. 2011)

☞ SphygmoCor-SphygmoCor Excel

☞ (Stabouli et al, J Hypertens. 2017)

Similar PWV
values among
devices

En pediatría....

La naturaleza No Invasiva de los estudios para la medición de la Rigidez Arterial hace que su utilización sea ideal en la población pediátrica

Metodología fácil de usar

- ❖ **La tonometría por aplanación es factible y reproducible en niños y adolescentes.
(Lowenthal et al, Am J Hypertens. 2014)**
- ❖ **Los equipos oscilométricos que utilizan brazalete son más convenientes para el paciente, fáciles de usar y operador independiente, ideales para la población pediátrica.
(Savant et al, Pulse 2014)**

Cuestiones metodológicas

- VOP c-f

Validación:

- Pocos equipos validados.
- Escasos datos publicados acerca de validación de equipos contra medición invasiva por cateterismo (12 pacientes).

Distancia: (D)

- Las mediciones de D propuestas están basadas en mediciones en el adulto y no han sido evaluadas ni validadas en niños.

- Presión Aórtica Central

Validación:

- Sólo un equipo brazalete fue validado contra tonometría.
- Con ultrasonido carotideo “Wall Tracking” comparado contra mediciones invasivas (9 niños)

Función de Transferencia:

- Basada sobre datos en adultos pudiendo ser muy distintas por: la diferencia en el tamaño corporal, árbol vascular, MAP y la Frecuencia cardíaca

Presión Arterial y VOP en niños

Table 1. Subject Characteristics Grouped by Blood Pressure

Variable	Normotension (n=424)	High-Normal (n=56)	Hypertension (n=21)	P Value
Age, y	12.2±2.2	14.2±2.4	13.8±2.8†	<0.001
Sex, male/female	201/223	46/10	18/3	<0.001
Height, cm	156±12	168±12	165±13†	<0.001
BMI, kg/m ²	26.5±4.7	27.0±5.1	27.5±4.7	0.517
Peripheral BP				
SBP, mm Hg)	105±8.2	123±4.2	135±8.1*	<0.001
DBP, mm Hg	61±8.1	66±9.1	69±8.4†	<0.001
PP, mm Hg	44±9.3	57±9.5	66±12.6*	<0.001
HR, bpm	78±13.0	74±12.1	75±11.7	0.085
Central BP				
SBP, mm Hg	89±7.4	101±6.1	107±8.1*	<0.001
DBP, mm Hg	62±8.0	67±8.1	69±6.6†	<0.001
PP, mm Hg	27±6.1	34±6.0	37±8.3†	<0.001
AI, %	1.31±15.4	0.55±11.6	-2.46±14.0	0.512
PWV, m/s	4.96±1.1	5.60±1.4	6.06±1.3†	<0.001
PP ratio	1.65±0.3	1.72±0.2	1.86±0.6†	0.002

Lurbe et al, Hypertension. 2012;60:550-555

501 whites, age range 8 to 18 years

- Office BP using a mercury sphygmomanometer
- Pulse wave analysis using a SphygmoCor device
- Measurement of PWV

Table 3. Factors Related to Pulse Wave Velocity in Children and Adolescents (8–18 Y)

Variable	β	P Value	R ²
Model 1			0.11
Age, y	0.066	0.005	
Sex, female vs male	0.041	0.692	
Hypertension, HTN vs high-normal and NT	0.493	<0.001	
Obesity, obesity vs overweight and nonobese	-0.239	0.001	

VOP en niños y adolescentes con ERC

Clin J Am Soc Nephrol. 2017 Jan 6;12(1):19-28. doi: 10.2215/CJN.01090216. Epub 2016 Nov 8.

Cardiovascular Phenotypes in Children with CKD: The 4C Study.

[Schaefer F¹](#), [Doyon A²](#), [Azukaitis K²](#), [Bayazit A²](#), [Canpolat N²](#), [Duzova A²](#), [Niemirska A²](#), [Sözeri B²](#), [Thurn D²](#), [Anarat A²](#), [Ranchin B²](#), [Litwin M²](#), [Caliskan S²](#), [Candan C²](#), [Baskin E²](#), [Yilmaz E²](#), [Mir S²](#), [Kirchner M²](#), [Sander A²](#), [Haffner D²](#), [Melk A²](#), [Wühl E²](#), [Shroff R²](#), [Querfeld U²](#); [4C Study Consortium](#).

BACKGROUND AND OBJECTIVES:

Cardiovascular disease is the most important comorbidity affecting long-term survival in children with CKD.

DESIGN, SETTING, PARTICIPANTS, & MEASUREMENTS:

The Cardiovascular Comorbidity in Children with CKD Study is a multicenter, prospective, observational study in children ages 6-17 years old with initial GFR of 10-60 ml/min per 1.73 m². The cardiovascular status is monitored annually, and subclinical cardiovascular disease is assessed by noninvasive measurements of surrogate markers, including the left ventricular mass index, carotid intima-media thickness, and central pulse wave velocity. We here report baseline data at study entry and an explorative analysis of variables associated with surrogate markers.

RESULTS:

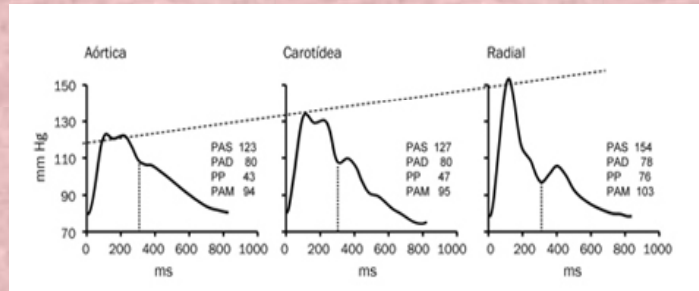
A total of 737 patients were screened from October of 2009 to August of 2011 in 55 centers in 12 European countries, and baseline data were analyzed in 688 patients. Sixty-four percent had congenital anomalies of the kidney and urinary tract; 26.1% of children had uncontrolled hypertension (24-hour ambulatory BP monitoring; n=545), and the prevalence increased from 24.4% in CKD stage 3 to 47.4% in CKD stage 5. The prevalence of left ventricular hypertrophy was higher with each CKD stage, from 10.6% in CKD stage 3a to 48% in CKD stage 5. Carotid intima-media thickness was elevated in 41.6%, with only 10.8% of patients displaying measurements below the 50th percentile. Pulse wave velocity was increased in 20.1%. The office systolic BP SD score was the single independent factor significantly associated with all surrogate markers of cardiovascular disease. The intermediate end point score (derived from the number of surrogate marker measurements >95th percentile) was independently associated with a diagnosis of congenital anomalies of the kidney and urinary tract, time since diagnosis of CKD, body mass index, office systolic BP, serum phosphorus, and the hemoglobin level.

CONCLUSIONS:

The baseline data of this large pediatric cohort show that surrogate markers for cardiovascular disease are closely associated with systolic hypertension and stage of CKD.

La PAS de consultorio fue el único factor asociado significativamente con el aumento de la VOP

Evaluación no invasiva de la Presión Arterial Aórtica

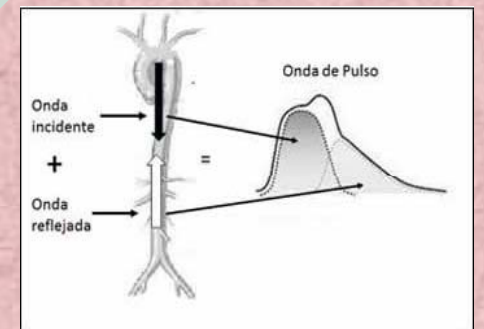


Registro de la onda del Pulso periférica

Calibración de la onda del pulso con la PA braquial

Análisis matemático (función de transferencia)

Estimación de la PA Aórtica



Técnicas de medición de la PA central en condiciones estáticas

- Pulspen (tonometría)
- SphygmoCor (tonometría)
- Vicorder (oscilometría)
- Complior (mecano-trasductores)

Con brazalete

- Mobil-o-Graph (oscilometría)
- Arteriograph (oscilometría)

Central en condiciones estáticas

Cateterismo cardiaco



Tonometría carotídea



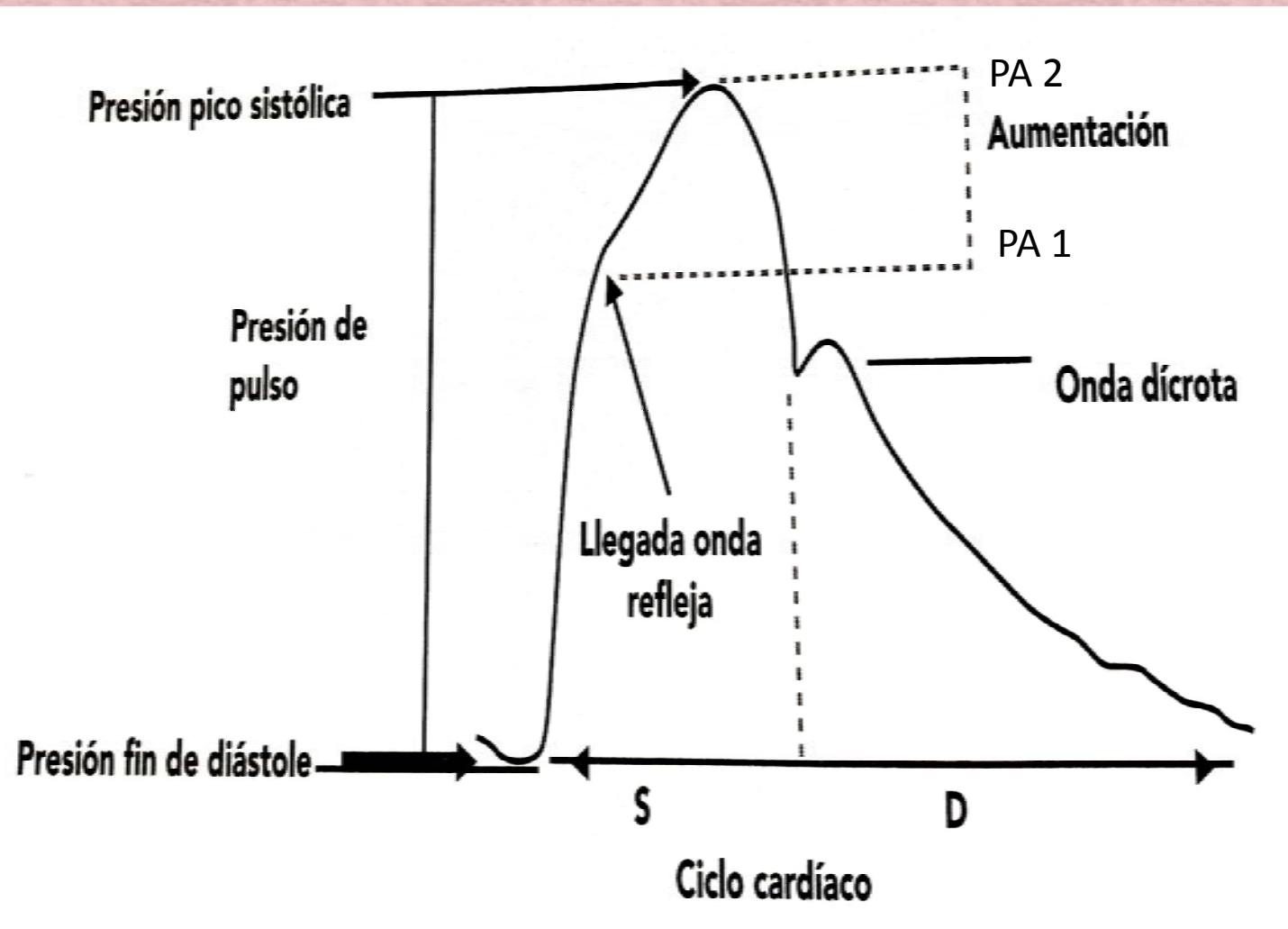
Tonometría radial



Oscilometría braquial



Componentes y parámetros de la onda del pulso central



Presión de Aumentación (AP):

Calculada como PA 2 – PA 1

PA 1: onda de presión incidente en la sístole generada por la contracción del VI

PA 2: onda reflejada añadida a la forma de onda incidente.

Índice de Aumentación (Aix):

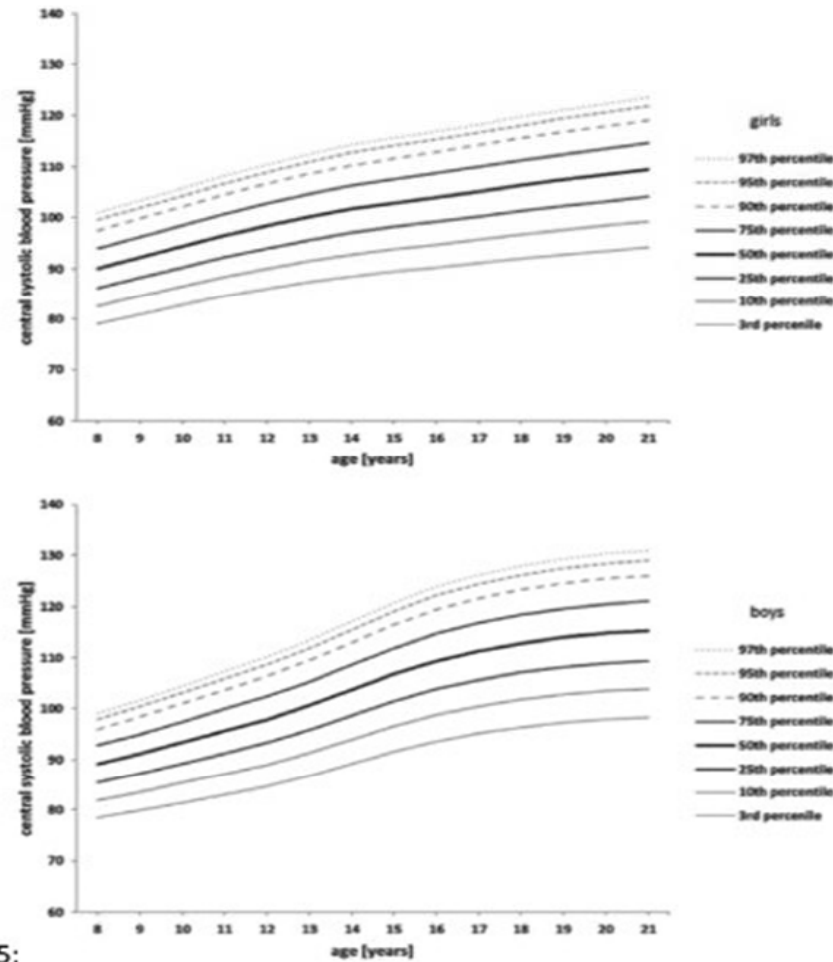
Calculado como el AP dividido por la PP expresada como porcentaje:

$$Aix = \frac{PA\ 2 - PA\ 1}{PAS - PAD} \times 100$$

Representa la magnitud de la reflexión de la onda y la rigidez arterial.

Valores de referencia de PAS Central en niños

Reference values for cSBP



- Elmenhorst et al. Atherosclerosis 2015; 238: 9-16

Prevalencia de Hipertensión Sistólica Aislada

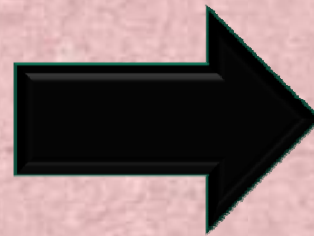
- PAS persistentemente elevada
- PAD Normal
- PA c y onda del pulso central Normales
- PP Normal

“ HTA espuria o falsa”

**O'Rourke et al. Spurious systolic hypertension in youth.
Vasc Med 2000; 5:141 - 145**

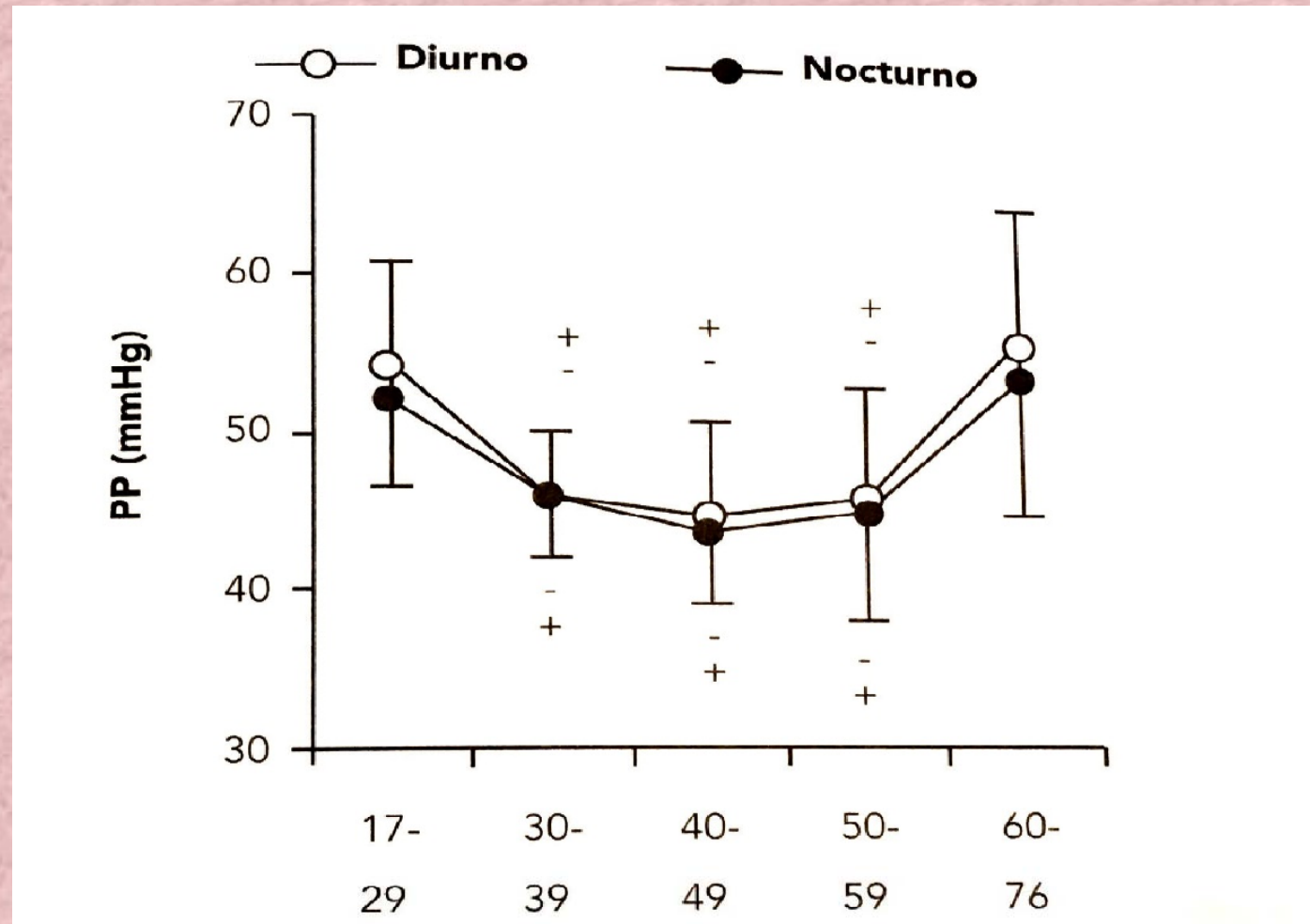
Prevalencia de Hipertensión Sistólica Aislada

- N=138 pacientes
- Edad 4 – 20 años
- 29.8% de los niños y adolescentes con HTA Sistólica Aislada
- **1/3 de estos pacientes tenían PP Normal**



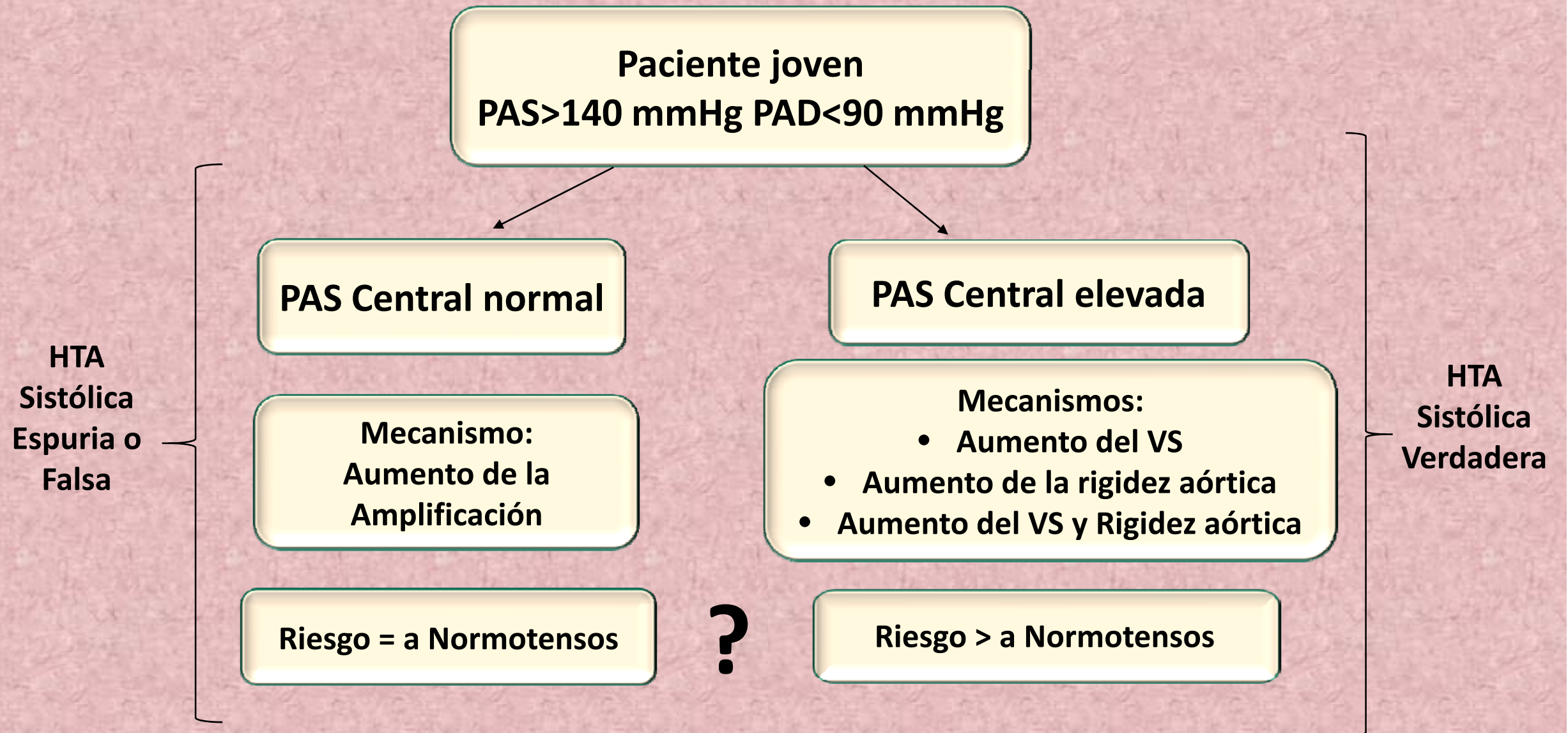
- 1/3 de la población con PP < Pc 90**
- 58.3% varones
- 83.3 % BMI > Pc 97th
- **72.7% tenían HTA de Guardapolvo blanco**
- 27.3% HTA sostenida

Mecanismos hemodinámicos de la HTA sistólica aislada



Presión de pulso ambulatoria diurna y nocturna en relación con la edad

HTA Sistólica Aislada en el joven



La HTA Sistólica Aislada y la HTA sostenida presentan mayor VOP

- 593 overweight and obese patients (mean age, 12.2 ± 2.3 years; 275 women)

	Normotensive	ISHN	ISH	SDH
	511 (86.2)	40 (8.1)	24(4)	10 (1.7)
cf-PWV (m/sec)*	4.91± 0.06	5.16± 0.18	5.70 ± 0.27 ^a	6.44±0.46 ^a

Values are adjusted for age and sex

ISH, isolated systolic hypertension; ISHN, high-normal peripheral PWV, pulse wave velocity; SDH, systolic and diastolic hypertension.

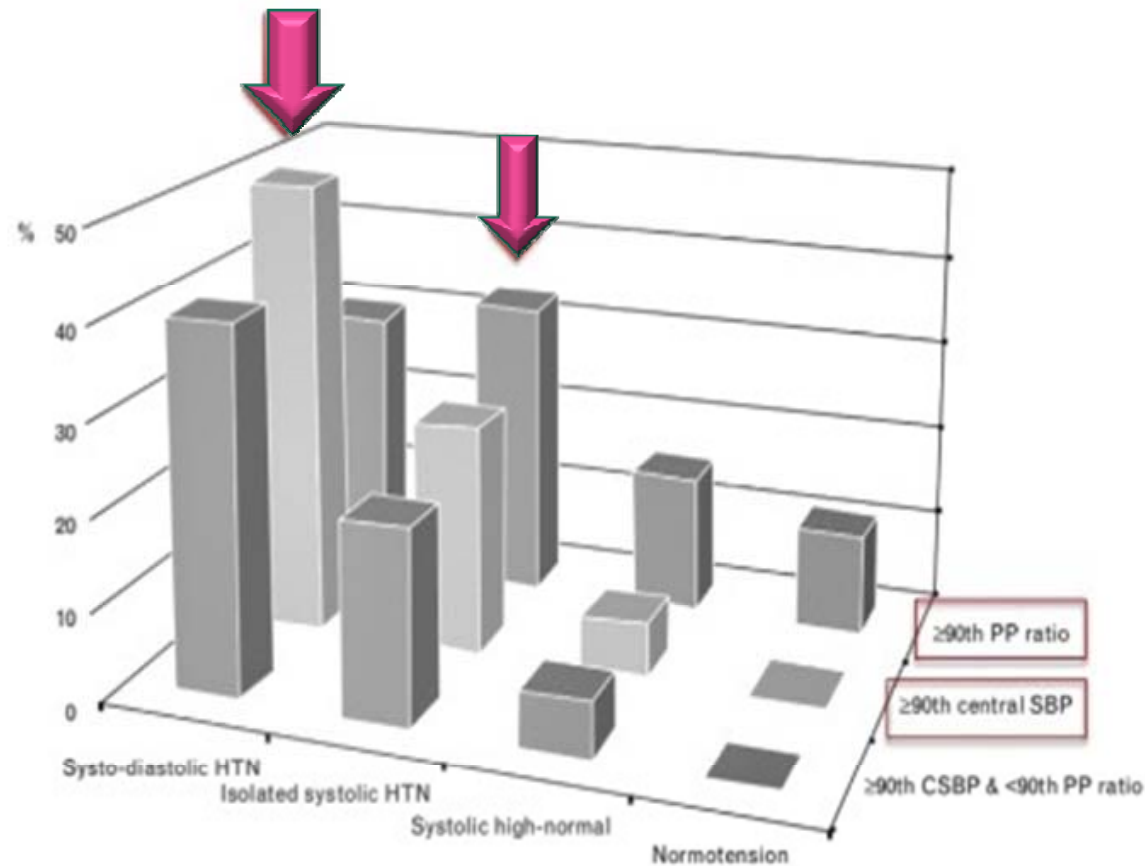
^a Significant differences with normotensive, P < 0.01.

25.0% of ISH and 50.0% of SDH had high cBP

Lurbe et al, Journal of Hypertension 2016, 34:1389–1395

- 25% de los pacientes con HTA Sistólica aislada y
- 50% de los hipertensos sistodiastólicos Presentaron aumento de la PA Central

Presión arterial Central y Presión del pulso



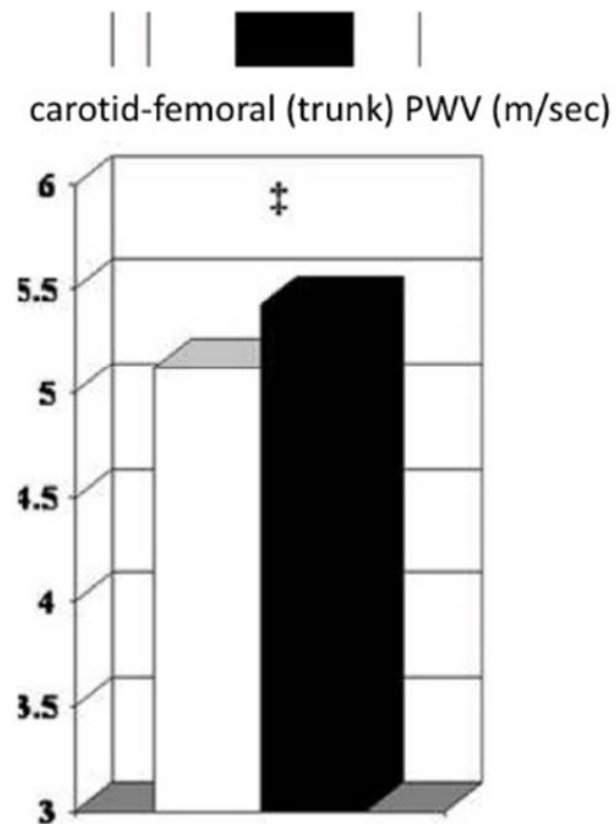
Lurbe et al, Journal of Hypertension 2016, 34:1389–1395

Subgrupo con HTA sistólica Aislada con $PA_c < Pc_{90th}$ vs. $PA_c \geq Pc_{90th}$

- Varones
- Más Altos
- $<$ PAD de consultorio
- Tendencia a $>$ amplificación de la PA
- Sin diferencias en el grado de obesidad, edad o PAS.
- Sin diferencias en VOP
- 75% HTA de Guardapolvo blanco

VOP en jóvenes con DBT Mellitus tipo 1

535 pacientes con DBT tipo 1 ; 241 controles sanos



The SEARCH for Diabetes in Youth Study. Urbina et al, J Pediatr 2010;156:731-7

Conclusiones:

- El daño vascular causado por la HTA comienza temprano en la historia de la enfermedad.
- La Presión aórtica central y la VOP podrían ayudar a establecer los fenotipos de la presión arterial.
- La HTA sistólica aislada juvenil es una entidad heterogénea frecuente en los jóvenes.
- De acuerdo a la PA Central podría establecerse si se requiere o no tratamiento farmacológico, debido a su potencial evolución a HTAGB o a HTA Sostenida.
- La HTA Espuria o falsa debería tratarse con tratamiento no farmacológico. Requiere estricto control.
- Los datos disponibles en la población pediátrica son limitados, siendo necesarios más estudios longitudinales para evaluar su utilidad en niños.

MUCHAS GRACIAS!

