

## Originales

# Monitorización ambulatoria de la presión arterial en niños

E. Lurbe, J. Simon y V. Alvarez

Unidad de Nefrología Pediátrica.  
Hospital General de Valencia, y Hospital Infantil La Fe, Valencia

### RESUMEN

Se realiza registro ambulatorio no invasivo de presión arterial de veinticuatro horas (RANI) en 54 niños sanos normotensos, de siete-dieciséis años de edad. De los registros practicados, 50 fueron adecuados para su análisis, obteniéndose una media de 60 lecturas válidas en cada niño (rango 46-71). El análisis de resultados se verificó global y selectivamente por subgrupos de edad y talla. Se valoraron las medias de la presión arterial sistólica, diastólica y media de veinticuatro horas, período diurno (ocho-veintidós horas) y período nocturno (veintidós-ocho horas). Los valores medios globales durante las veinticuatro horas fueron de presión arterial sistólica  $111 \pm 9$  mmHg, diastólica  $64 \pm 7$  mmHg y media  $76 \pm 7$  mmHg, siendo mayores las correspondientes al período diurno, con un cociente día/noche siempre superior a la unidad, comparativamente mayor en los niños de menor edad y talla. La carga tensional de presión arterial, definida como el porcentaje de lecturas por encima del  $P_{97,5}$  para la talla, osciló entre 0-21 % para la presión arterial sistólica y entre 0-29 % para la diastólica.

Palabras clave: **Presión arterial. Registro ambulatorio presión arterial.**

### AMBULATORY BLOOD PRESSURE MONITORING IN CHILDREN

### SUMMARY

Twenty-four hour noninvasive ambulatory blood pressure measurements were obtained during usual daily activities from 54 healthy normotensive children aged seven to sixteen. Records were considered acceptable in 50 cases, with a mean of 60 valid readings of blood pressure per child (range 46-71). Systolic, diastolic and mean blood pressure were analyzed for the total group and selectively in relation to age and height. The mean of the readings during the twenty-four hours recording were  $111 \pm 9$  mmHg for the systolic and  $64 \pm 7$  mmHg for the diastolic blood pressure, diurnal readings being greater than nocturnal. The day/night quotient was always and greater in the younger and smaller children greater than one.

The —blood pressure burden—, considered as the percent of readings over the 97.5 th percentile for height, ranged from 0-21 % for systolic and between 0-29 % for diastolic blood pressure.

Key words: **Ambulatory blood pressure. Blood pressure.**

Recibido: 24-VIII-90  
En versión definitiva: 12-XI-90  
Aceptado: 13-XII-90

Correspondencia: Dra. E. Lurbe Ferrer  
Unidad de Nefrología  
Servicio de Pediatría  
Hospital General de Valencia  
Avda. Tres Cruces s/n  
46007 VALENCIA

## Introducción

La medida de presión arterial (PA) mediante el esfigmomanómetro de mercurio sigue siendo la técnica clínica estándar para el diagnóstico y control terapéutico de la hipertensión arterial (HTA). Sin embargo, es un hecho bien conocido que el método está sujeto a variaciones inducidas por múltiples factores derivados de los equipos utilizados, del observador, y de los estímulos ambientales que influyen sobre el individuo<sup>1</sup>. Las mediciones casuales o esporádicas obtenidas con este método en grandes masas de población de distintas edades, han servido de base para los estudios sobre los que se apoyan nuestros conocimientos de la historia natural y el pronóstico de los diferentes niveles de PA<sup>2,4</sup>. Sin duda alguna, las conclusiones así obtenidas son válidas porque se basan en gran número de individuos, aunque los valores aislados en muchos casos no sean representativos<sup>2</sup>.

La posibilidad de practicar medidas ambulatorias repetitivas de presión arterial mediante equipos no invasivos, ha permitido un mejor conocimiento del comportamiento de los niveles de PA y de la carga tensional que representa en un individuo concreto<sup>5</sup>. Las medidas obtenidas con este método han demostrado poseer un valor pronóstico superior a las obtenidas esporádicamente en clínica por el método convencional, así como una mejor correlación con los marcadores de repercusión cardiovascular<sup>6,7</sup>.

En la población infantil es todavía escasa la experiencia que se posee respecto al registro ambulatorio no invasivo de presión arterial (RANI). Es por ello que nuestro trabajo pretende como *objetivos*, evaluar la posibilidad de practicar el RANI en niños de distintas edades, conocer su patrón nocturnal de PA y aproximarnos a la posible definición de los criterios de normalidad en el registro de veinticuatro horas.

## Material

Se estudian 28 niñas y 26 niños de siete-dieciséis años, remitidos a la consulta de pediatría por procesos banales, y en los que se descartó la presencia de patología renal o sistémica. Para su cualificación como normotensos se exigió que en tres mediciones realizadas en distintos días, con esfigmomanómetro de mercurio y manguito adecuado, los niveles de presión arterial en disposición de sedestación y tras cinco minutos de reposo fueran inferiores al P<sub>95</sub> para su talla según las tablas de Andre<sup>3</sup>. Tanto el peso como la talla corporales estuvieron individualmente comprendidos entre el P<sub>10</sub> y el P<sub>90</sub> para su edad según las tablas de Tanner, sin que en ningún caso existiese una desviación entre ambos parámetros superior a diez centiles. El índice de masa corporal (IMC) osciló entre 12-29,7 (medida 20,1).

## Métodos

Los registros ambulatorios no invasivos (RANI) de presión arterial, se realizaron con un registro Spacelabs 90202 de 400 gramos de peso, incluidas baterías, que utiliza el método oscilométrico. Consta de: a) manguitos de anchura adecuada según la longitud del brazo, b) módulo portátil que incorpora el compresor de aire y la unidad de almacenamiento de datos de memoria, con autonomía de cuarenta y ocho horas, c) software que permite programar las características del registro y analizar los resultados obtenidos en un ordenador PC. El manguito se deshincha automáticamente a una velocidad de 6 mmHg por segundo, detectando la presión arterial sistólica (PAS) al iniciarse las oscilaciones, y la presión arterial media (PAM) cuando se hacen las oscilaciones de igual amplitud.

De forma estandarizada se inició el registro entre las 08,30 y 09,00 horas, programando la frecuencia de lecturas, cada veinte minutos entre las 06,00 y las 24,00 horas y cada treinta minutos entre las 24,00 y las 06,00 horas. Durante el período diurno (08,00-2,00 horas) se programó una señal acústica previa a la toma que permitió al niño relajar el brazo. Caso de existir artefactos o errores en la lectura, se repitió automáticamente a los dos minutos sin perderse la secuencia previamente preestablecida. Durante las veinticuatro horas de monitorización de la PA los niños realizaron actividad normal, tanto escolar como de juego, aconsejándose únicamente el evitar ejercicios físicos violentos o actividades deportivas.

### Parámetros estudiados

Se analizaron sistemáticamente: a) número total de lecturas y número de lecturas válidas, b) valores medios de la presión arterial sistólica, diastólica, media y frecuencia cardíaca de las veinticuatro horas, período diurno (08-22,00 horas) y nocturno (22.00-08 horas), c) ritmo nocturnal a partir de la PA media de cada intervalo horario y d) carga tensional, valorada como el porcentaje de lecturas superiores a las correspondientes al percentil 97,5 (P<sub>97,5</sub>) de la RAS y de la PAD en relación con la talla.

### Criterios de lecturas y registros erróneos

Se consideraron como *lecturas erróneas*, eliminándose del cómputo total, las que poseían alguna de las siguientes características: 1) PAS > 220 mmHg o < 70 mmHg, 2) PAD > 140 mmHg o < 40 mmHg, 3) PAD > PAS, 4) presión de pulso (PAS - PAD) < 20 mmHg o > 120 mmHg y 5) lectura superior al doble de la anterior o de la posterior.

Se consideraron *registros válidos* aquellos que en el cómputo total de las veinticuatro horas ofrecían un número de lecturas erróneas inferior al 50 % y al menos una lectura válida por cada período horario.

**Resultados**

El análisis de resultados se verificó globalmente sobre el conjunto de la población estudiada y selectivamente sobre la diferenciación de la misma en subgrupos de edad (siete-diez, once-trece y catorce-dieciséis años) y talla (1,24-1,43, 1,44-1,63 y >1,64 m).

**a) Lecturas de presión Arterial**

En base a la programación utilizada en el RANI, el número medio de lecturas obtenidas individualmente fue de 82 (rango 66-104). El promedio de lecturas válidas fue de 60 en cada niño. El porcentaje relativo de lecturas erróneas se distribuyó por igual en los diferentes subgrupos de edad y talla. Con la aplicación de los criterios establecidos sólo cuatro registros fueron desestimados, en niños de nueve, once, doce y catorce años respectivamente. Los 50 restantes fueron considerados como adecuados para su análisis, con un número de lecturas válidas que osciló entre 46 y 71 durante el período de veinticuatro horas.

**b) Valores medios de presión arterial**

Los valores medios globales de PA y FC durante las veinticuatro horas fueron: PAS 111 ± 9 mmHg, PAD 64 ± 7 mmHg, PAM 76 ± 7 mmHg, FC 79 ± 10 ppm. En el período diurno fueron más elevadas (PAS 114 ± 9 mmHg, PAD 67 ± 8 mmHg, PAM 80 ± 7 mmHg, FC 84 ± 11 ppm) que en el nocturno (PAS 106 ± 10 mmHg, PAD 58 ± 8 mmHg, PAM 71 ± 9 mmHg, FC 71 ± 9 ppm). En la tabla I se reflejan los valores medios en las veinticuatro horas, y en los períodos diurno y nocturno en los distintos subgrupos de edad y talla.

**c) Ritmo nictemeral**

El cociente entre los niveles de PA diurnos y nocturnos fue siempre superior a la unidad, tanto globalmente como en los distintos subgrupos, siendo mayor en los niños de menor edad y talla (tabla II). Las lecturas horarias de PAS y PAD en el registro de veinticuatro horas se representan en la figura 1 para el conjunto de los 50 niños. Un similar ritmo nictemeral de PA se observa en los niños agrupados según su edad o talla (fig. 2).

**d) Carga tensional**

En los registros de veinticuatro horas el porcentaje individual de valores de PAS superiores al P<sub>97,5</sub> para la talla, osciló entre 0-21 % (media 3,4, intervalo de confianza para P<sub>97,5</sub>, 0-18). El porcentaje de valores de la PAD superiores a este límite osciló entre 0-29 % (media 8,9, intervalo de confianza para P<sub>97,5</sub>, 0-26). En ningún niño el porcentaje de PAS o PAD superior al P<sub>97,5</sub> superó el 30 %.

**Tabla I.** Niveles medios ±DS de presión arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD), media (PAM) y de frecuencia cardiaca (FC) en el registro ambulatorio de 24 horas, período diurno (08-22 h) y nocturno (22-08 h)

	PAS	PAD	PAM	FC
<b>TOTAL (n=50)</b>				
global 24 h	111 ± 9	64 ± 7	76 ± 7	79 ± 10
diurna	114 ± 9	67 ± 8	80 ± 7	84 ± 11
nocturna	106 ± 10	58 ± 8	71 ± 9	71 ± 10
<b>DISTRIBUCION SEGUN EDAD</b>				
<b>Grupo 7-10 años (n=11)</b>				
global 24 h	105 ± 7	61 ± 7	74 ± 7	83 ± 8
diurna	107 ± 7	66 ± 8	78 ± 7	88 ± 9
nocturna	100 ± 7	52 ± 7	67 ± 7	73 ± 7
<b>Grupo 11-13 años (n=17)</b>				
global 24 h	114 ± 10	66 ± 7	79 ± 8	82 ± 10
diurna	117 ± 11	70 ± 8	83 ± 7	87 ± 10
nocturna	110 ± 9	61 ± 8	74 ± 6	72 ± 6
<b>Grupo 14-16 años (n=22)</b>				
global 24 h	113 ± 7	63 ± 6	75 ± 6	77 ± 12
diurna	115 ± 7	66 ± 7	79 ± 7	81 ± 12
nocturna	109 ± 9	60 ± 6	73 ± 6	70 ± 12
<b>DISTRIBUCION SEGUN TALLA</b>				
<b>Grupo 1,24 - 1,43 m (n=14)</b>				
global 24 h	104 ± 6	61 ± 7	74 ± 7	84 ± 7
diurna	107 ± 7	65 ± 8	78 ± 8	90 ± 12
nocturna	100 ± 7	53 ± 7	68 ± 6	74 ± 7
<b>Grupo 1,44 - 1,63 m (n=22)</b>				
global 24 h	113 ± 9	65 ± 8	77 ± 8	78 ± 10
diurna	116 ± 10	68 ± 8	81 ± 7	85 ± 11
nocturna	109 ± 9	60 ± 8	74 ± 7	73 ± 12
<b>Grupo &gt; 1,64 m (n=14)</b>				
global 24 h	115 ± 7	65 ± 5	67 ± 4	75 ± 8
diurna	118 ± 7	67 ± 7	81 ± 7	79 ± 10
nocturna	112 ± 8	61 ± 6	74 ± 4	67 ± 7

**Tabla II.** Ritmo nictemeral de presión arterial. Cociente día/noche

	PAS	PAD	PAM	FC
Grupo global (n=50)	1,06	1,15	1,11	1,18
<b>DISTRIBUCION SEGUN EDAD</b>				
7-10 años (n=11)	1,08	1,26	1,17	1,20
11-13 años (n=17)	1,06	1,15	1,12	1,21
14-16 años (n=22)	1,06	1,10	1,08	1,15
<b>DISTRIBUCION SEGUN TALLA</b>				
1,24-1,43 m (n=14)	1,07	1,24	1,16	1,20
1,44-1,63 m (n=22)	1,06	1,14	1,10	1,18
> 1,64 m (n=14)	1,06	1,10	1,09	1,17

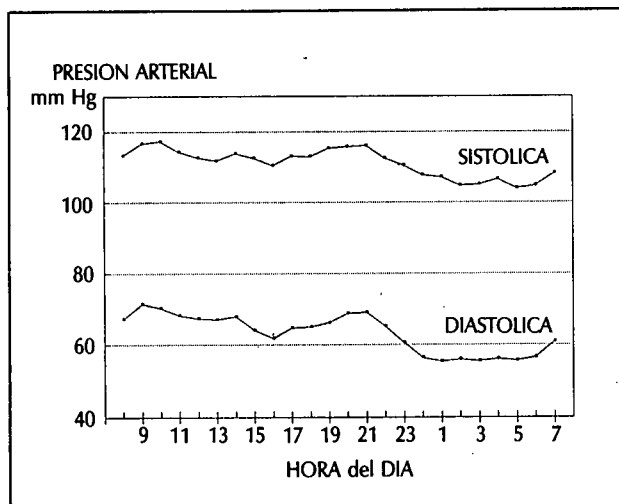


Fig. 1.—Ritmo nictemeral en el conjunto de los 50 registros ambulatorios de presión arterial.

**Discusión**

Aun en las mejores condiciones de medida el parámetro PA es altamente variable debido a: su *variabilidad intrínseca*, ante la capacidad para adaptarse a múltiples circunstancias y cuyo principal determinante es la *activi-*

*dad de los barorreceptores*<sup>8</sup> su ritmo nictemeral dependiente del patrón de vigilancia-sueño<sup>9</sup> y la *reacción de alarma* del individuo ante la toma tensional<sup>10</sup>. Estas variaciones de la presión arterial inducen a que se consideren como hipertensos algunos pacientes que sólo lo son durante su visita al médico, y a que en ocasiones se presenten dificultades en valorar la respuesta al tratamiento. Para obviar estos errores podemos realizar medidas repetidas en la clínica ampliando el tiempo de observación<sup>10</sup>, instaurar programas de automedición por el propio paciente o pariente en casos de niños<sup>11</sup>, o utilizar los registros ambulatorios que utilizan medios no invasivos tipo RANI<sup>5</sup>.

La filosofía en que se basa el uso del RANI es la obtención de múltiples medidas de PA durante las veinticuatro horas del día, sin modificar las condiciones habituales de vida. Con ello se trata de reducir la influencia de la reacción de alarma y conocer la respuesta de la PA a los ritmos habituales de actividad - descanso - sueño específicos de cada individuo. El reducido tamaño del aparatage desarrollado por la tecnología moderna, posibilita su acoplamiento al individuo a estudiar en régimen ambulatorio, sin que se interfiera el desarrollo de su actividad habitual, mostrando una buena concordancia con los registros intraarteriales para los valores medios y siendo altamente reproducibles para el mismo individuo en diferentes días<sup>12,13</sup>. La superioridad del RANI sobre la medición de la PA por el método habitual en clínica se ha

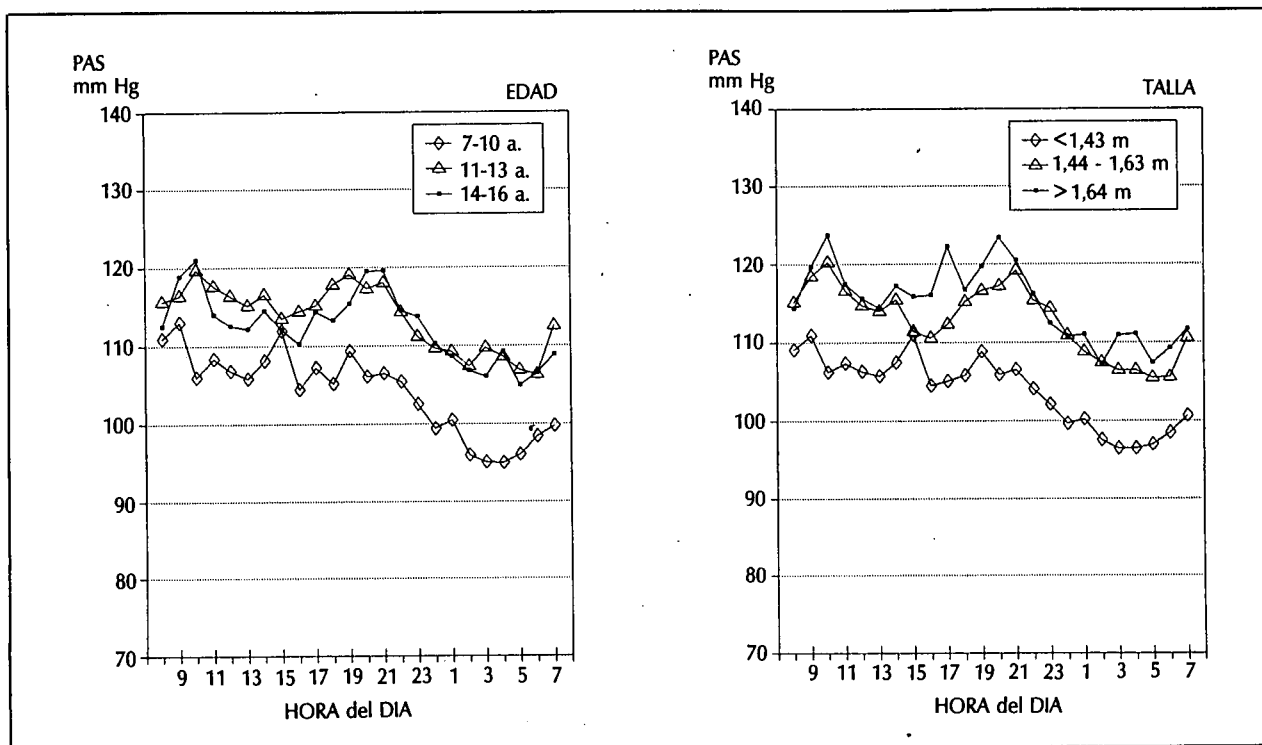


Fig. 2.—Ritmo nictemeral de presión arterial sistólica en función de edad y talla.

demostrado tanto en su mayor capacidad pronóstica en hipertensos como con su mayor correlación con repercusiones cardiovasculares precoces<sup>6</sup>.

La experiencia con la utilización del RANI en niños es todavía muy escasa, estando por definir, tanto la limitación de la técnica en función de la edad como los parámetros más adecuados a valorar y los criterios de normalidad. En nuestro estudio, utilizamos un monitor dotado de método oscilométrico, que se refiere como más adecuado y superior al auscultatorio para su uso en la infancia<sup>14</sup>. Los datos obtenidos muestran la factibilidad del RANI en niños, con un escaso porcentaje de registros no válidos, pese a lo estricto de los criterios aplicados.

En el registro gráfico de veinticuatro horas obtenido a partir de las lecturas medias horarias de PA en el conjunto de la muestra estudiada, se observa un ritmo nictemeral similar al referido en adultos<sup>15</sup>. Los valores más elevados corresponden al período diurno con dos vértices, entre las nueve y las diez horas y entre las ocho y las nueve horas y los más bajos al período nocturno de sueño. Entre el período diurno de *vigilia* y el nocturno de *sueño* se produce un descenso paulatino de la PA coincidente con la fase de *descanso* o de estabilización de actividad en el domicilio; éste se prolonga hasta alcanzar los valores más bajos en el período de sueño profundo entre las 01,00-05,00 horas. A partir de las seis horas se inicia un incremento de la presión arterial correspondiente al *despertar* y que alcanza progresivamente los niveles más altos del registro entre las 09,00-10,00 horas, aunque aquí puede sumarse el efecto de reacción de alarma ante la colocación del equipo.

Nos parece de interés señalar cómo, aún manteniendo las curvas de registro un patrón similar en los distintos grupos de edad (fig. 2), el ritmo nictemeral o cociente día/noche es más marcado cuanto menor es la edad y talla de los niños. Aunque el número de pacientes estudiado es todavía escaso para obtener conclusiones, esta observación concuerda con la idea recientemente señalada de que los valores diurnos dependen del nivel de actividad, y los nocturnos de parámetros antropométricos<sup>16</sup>. Ello supone que el ritmo nictemeral de PA es estrechamente dependiente de los niveles de actividad y de la sucesión de los períodos de *vigilia-sueño* y no de los de *luz-oscuridad*, que poseen otros ritmos biológicos, lo que explicaría la no exacta concordancia en el tiempo del ritmo nictemeral observado en nuestros niños en comparación a los publicados en la literatura anglosajona<sup>17</sup>.

Una información de carácter predictivo obtenida con la RANI y ligada a la repercusión de la HTA sobre los órganos diana sería el denominado patrón de *carga tensional*. Este vendría definido por el porcentaje de lecturas de PA registradas durante las veinticuatro horas, por encima de los límites considerados como normales<sup>18</sup>. El límite superior a la normalidad, variable para una población infantil, se tomó en nuestro estudio como el correspondiente al  $P_{97,5}$  en relación a la talla según las tablas

de Andre, aunque el percentil límite para considerar la normalidad es discutible. Tampoco está establecido el límite superior de la carga tensional. En nuestro grupo de niños normotensos osciló entre 0 y 21 % par la PAS y entre 0 y 28 % para la PAD, no alcanzando en ningún niño porcentajes superiores al 30 %.

Es bien conocido que algunos de los niños con PA en el  $P_{97,5}$  desarrollan HTA a lo largo del tiempo y otros no, sin que sea posible discernir previamente entre ambos. La posibilidad de diferenciar ambos grupos podría ser una de las aplicaciones del RANI en pediatría. En este sentido la valoración conjunta de los valores medios de PAD y de la carga tensional, quizá permitan establecer criterios límite. Como hipótesis, al analizar en un registro la PAD, podríamos diferenciar en un grupo de niños con  $PAD < P_{97,5}$  y carga tensional  $< 30\%$ , claramente hipertensos, que serían cualificados como normotensos; otro con  $PAD > P_{97,5}$  y carga tensional  $> 30\%$  y un tercer grupo intermedio con  $PAD < P_{97,5}$  y carga  $< 30\%$  (fig. 3). El seguimiento de estos grupos en el tiempo nos confirmará o no la validez de esta distinción aunque puede preverse que el tercer grupo representa a niños con mayor reactividad frente a lasituaciones habituales.

En conclusión, el RANI es factible de realizar en niños con un alto porcentaje de registros válidos. Nos permite observar que en niños sanos normotensos existe un perfil nictemeral de PA con valores más elevados durante los períodos de actividad que durante el sueño. Pensamos que la valoración de la carga tensional, como la hemos definido, es un parámetro pronóstico complementario de la información que brindan los valores medios de presión arterial. El tiempo y estudios prospectivos nos darán

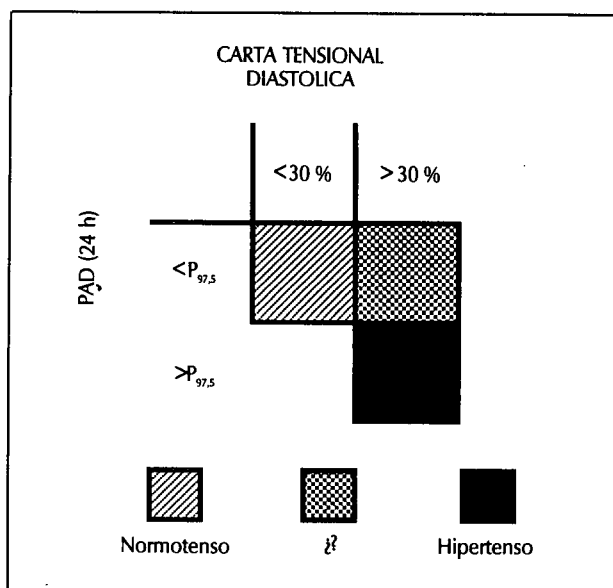


Fig. 3.—Correlación entre presión arterial diastólica (PAD) y su carga tensional.

la verdadera dimensión de la utilización del RANI en el diagnóstico precoz y control terapéutico de HTA en la infancia.

### Bibliografía

- Fröhlich ED, Grim C, Labarthe DR, Maxwell MH, Perloff D y Weidman WH: Recommendations for human blood pressure determination by sphygmomanometers. Report of a special task force appointed by the Steering Committee, American Heart Association. *Hypertension* 11:209A-222A, 1988.
- Joint National Committee on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure: The 1988 Report. *Arch Intern Med* 148:1023-1038, 1988.
- Andre JL, Descamps JP y Gueguer R: La tensión artirielle chez l'enfant et l'adolescent. Valeurs rapportées a l'age et la taille chez 17.067 sujets. *Arch Fr Pediatr* 37:477-482, 1980.
- National Heart, Lung and Blood Institute. Bethesda, Maryland: Report of the Second Task Force on blood pressure control in children. *Pediatrics* 78:1-25, 1987.
- Mancia G, Parati G, Pomidossi G y Di Rienzo M: Validity and usefulness of non-invasive ambulatory blood pressure monitoring. *J Hypertens* 3(suppl 2):S5-S11, 1985.
- Perloff D, Sokolow M, Cowan RM y Juster RP: Prognostic value of ambulatory blood pressure measurements further analyses. *J Hypertens* 7(suppl 3):S3-S10, 1989.
- Devereux RB, Pickering TG, Harsfield GA y cols.: Left ventricular hypertrophy in patients with hypertension: importance of blood pressure response to regularly recurring stress. *Circulation* 68:470-476, 1983.
- Mancia G, Parati G, Pomidossi G, Gasadei R, Di Rienzo M y Zanchetti A: Arterial baroreflexes and blood pressure and heart rate variabilities in humans. *Hypertension* 8:147-153, 1986.
- Sundberg S, Kohrakka A y Gordin A: Rapid reversal of circadian blood pressure rhythm in shift workers. *J Hypertens* 6:393-396, 1988.
- Kaplan NM: Misdiagnosis of systemic hypertension and recommendations for improvement. *Am J Cardiol* 60:1383-1386, 1987.
- Report: Self-measurement of blood pressure: A statement by the World Hypertension League. *J Hypertens* 6:257-261, 1988.
- Weber MA: Whole-day blood pressure. *Hypertension* 11:288-298, 1988.
- James GD, Pickering ThG, Harshfield GA, Riva S y Laragh JH: The reproducibility of average ambulatory, home, and clinic pressures. *Hypertension* 11:545-549, 1988.
- Daniels SR, Loggie JMH, Burton T y Kaplan S: Difficulties with ambulatory blood pressure monitoring in children and adolescent. *J Pediatr* 111:397-400, 1987.
- Weber MA, Drayer JIM, Nakamura DK y Wyle FA: The circadian blood pressure pattern in ambulatory normal subjects. *Am J Cardiol*, 54:115-119.
- Gerber L, Schnall P y Pickering T: Body fat and its distribution in relation to casual and ambulatory blood pressure. *Hypertension* 15:508-513, 1990.
- Wilson PD, Ferencz Ch, Dischinger PC, Brenner JI y Zeger SL: Twenty-four-hour ambulatory blood pressure in normotensive adolescent children of hypertensive and normotensive parents. *Am J Epidemiol* 127:946-954, 1988.
- White WB, Dey HM y Schulmen P: Assesment of the daily blood pressure load as a determinant of cardiac function in patients with mild-to-moderate hypertension. *Am Heart J* 118:782-795, 1989.