

Monitoreo prolongado, automático y ambulatorio de la presión arterial Registro simultáneo con el electrocardiograma dinámico —sistema Holter

SILVIO E. GUERCHICOFF
SAUL DRAJER*
ALBERTO VAZQUEZ
CESAR KOGAN
CARLOS M. NIJENSOHN*
RUBEN SIFRIM

Cardiodinámica,
Buenos Aires, Argentina

* Servicio de Cardiología,
Hospital Israelita,
Buenos Aires, Argentina

Se presentan las primeras experiencias de uso de un equipo portátil, automatizado de registro de PA sistólica y diastólica (Pressurometer II, Del Mar Avionics). Este registro se efectúa en cinta magnética junto al ECG clásico de dos derivaciones del sistema Holter. En total 4 sujetos normales y 13 hipertensos fueron estudiados. En los normales se estudió la reproductibilidad del método en comparación con el registro clásico manual. En los hipertensos se analizó el comportamiento diurno y nocturno, efecto de diversas situaciones de la vida diaria y de fármacos. El método parece confiable, reproducible y de utilidad para el uso clínico e investigacional en pacientes hipertensos, hipotensos y anginosos, entre otros.

La presión arterial (PA) que se mide en el consultorio por el método indirecto auscultatorio clásico, en condiciones de reposo, no siempre es la expresión real de las múltiples variaciones temporales que ella sufre a lo largo del día. Factores tales como reposo, ejercicio, sueño, stress, actividad sexual, trabajo, medicación, etc., producen modificaciones cíclicas de la PA. Durante las 24 horas puede apreciarse que las presiones sistólica (PAS) y diastólica (PAD) se distribuyen en dos pico de frecuencias, correspondiendo el más alto a los valores de vigilia y el inferior a los del sueño,¹ habiéndose observado diferencias de hasta un 20%.

Varios autores refieren que la presión casual obtenida en consultorio es más alta que las registradas por equipos portátiles automatizados.^{2, 3, 4} Armitage y col. encontraron que un tercio de los pacientes considerados hipertensos en el primer control clínico (PA > 160/190) estaban luego normotensos en registros prolongados, siendo la PAD promedio menor en 12 mm de Hg.

Tanto en las determinaciones efectuadas en consultorio como en el hospital, los valores resultan más elevados que en los registros de 24 horas, infiriéndose que los equipos portátiles producirían menor stress que la consulta.

Sokolow⁵ demostró además que la severidad del daño orgánico (riñón, cerebro, etc.) se correlaciona más estrechamente con las presiones promedio de 24 horas que con los registros casuales aislados. Por otra parte, en las etapas iniciales de la enfermedad hipertensiva y en hipertensos lábiles puede observarse lo contrario,

o sea presiones casuales normales con picos hipertensivos durante el registro continuo.

Esta comunicación tiene por objeto presentar los primeros estudios efectuados en nuestro medio utilizando un equipo portátil para el registro indirecto y ambulatorio de la PA y simultáneamente del ECG dinámico por el sistema Holter (ECGDSH). Los datos de la PA y ECG fueron analizados por medio de un rastreador ("Scanner") capacitado para el análisis automático y a alta velocidad de dichas variables.

MATERIAL Y METODOS

A) Equipamiento

Para el registro seriado, frecuente y automático de la PA se utilizó el equipo Pressurometer II (Del Mar Avionics). Las tomas se efectúan por inflado automático del manguito a intervalos programados u opcionalmente cada vez que el paciente acciona el sistema. Un micrófono de cristal colocado sobre la arteria humeral en posición convencional percibe los ruidos de Korotkoff que, transformados en señal eléctrica, son luego procesados electrónicamente.⁶

Dicho equipo consta de 7 componentes mayores:

1. *Regulador de tiempos* ("timer"), que controla electrónicamente las secuencias operativas.
2. *Conjunto de motor y bomba*, que provee aire presurizado para el inflado del manguito.

3. *Válvula electroneumática*, que controla el inflado y desinflado del manguito.

4. *Manguito de goma* (12 x 25 cm), con 2 tabuladuras convencionales.

5. *Transductor de presión*, que convierte la señal de presión en un pulso eléctrico correlacionado con los ruidos de Korotkoff.

6. *Circuito de conversión de datos*, que consiste en:

- a) circuito amplificador de los ruidos de Korotkoff y de la información de presión del manguito;
- b) codificador y circuito de memoria de datos para su presentación en el indicador digital;
- c) circuito de transmisión de datos de PA, sistólica y diastólica, para su registro en Holter.

7. *Indicador*, que presenta en forma digital los valores de PA para cada determinación (opcionalmente en pacientes aprensivos puede apagarse).

Estos componentes se encuentran contenidos en un estuche metálico rectangular de 19 x 13 x 5 cm con un peso total que incluye batería recargable (níquel-cadmio, de 26 horas) de 1.700 gramos.

El diagrama en bloque (Fig. 1) resume los detalles técnicos del equipo. La figura 2 muestra la posición clásica de los electrodos para ECG-

Tabla 1

Valores promedios de PAS y PAD ($\bar{X} \pm DS$) con equipo automatizado y método clásico manual, en brazos derecho e izquierdo en 4 individuos normotensos (48 tomas simultáneas)

	<u>Presión arterial sistólica</u>	
	Brazo derecho	Brazo izquierdo
"Manual"	122,9 ± 7	119,4 ± 3
"Equipo"	121,6 ± 6	121,2 ± 7
	<u>Presión arterial diastólica</u>	
	Brazo derecho	Brazo izquierdo
"Manual"	82,6 ±	80,4 ± 2
"Equipo"	79,5 ± 4	75,2 ± 6

Tabla 2

Pacientes hipertensos - Material clínico

Nº	Paciente	Edad	Sexo	Diagnóstico clínico	Observ.
1	L.C.	41	M	hipertensión esencial	leve
2	J.L.	56	M	hipertensión esencial	moderada
3	R.P.	49	M	hipertensión esencial	lábil
4	H.P.	43	M	hipertensión esencial	moderada
5	R.S.F.	60	F	hipertensión esencial	leve
6	C.F.	50	M	hipertensión esencial	severa
7	E.P.	60	M	hipertensión esencial	moderada
8	G.S.	55	M	hipertensión esencial	severa
9	I.L.	51	M	hipertensión esencial	reciente
10	M.T.	39	F	hipertensión esencial	reciente
11	L.C.	44	M	hipertensión lábil	-
12	H.E.	56	M	hipertensión esencial	leve
13	F.V.	57	M	hipertensión esencial	fibrilación auricular

DSH ya descripta⁷ y el manguito y transductor de presión del tensiómetro con sus respectivas conexiones a un grabador Holter y al equipo de presión.

La detección de los ruidos de Korotkoff está sincronizada eléctricamente con la onda R del ECG a los efectos de descartar ruidos parásitos, así como regular el ritmo de desinflado.

Todas las presiones que se registran a lo largo del día y que se observan en el indicador digital, son simultáneamente grabadas en la cinta magnética del grabador Holter, que al mismo tiempo registra las dos derivaciones electrocardiográficas (Fig. 3).

Esta cinta es analizada en un rastreador (Electrocardioscanner Avionics Modelo 660B) y los valores de PA se imprimen en el gráfico de tendencia (Fig. 4).

Las determinaciones de PA pueden efectuarse a intervalos programados de 7,5, 15 ó 30 minutos a lo largo de las 24 horas, obteniéndose entre 48 y 192 tomas. El equipo "reconoce" como presiones arteriales sistólica y diastólica al primer y último ruidos de Korotkoff (fases I y V respectivamente). A fin de controlar el correcto funcionamiento y posición del transductor, se efectúa un test con equipo convencional de mercurio en el momento de la conexión.

B) Población estudiada

Esta presentación comprende el estudio de personas normales y pacientes hipertensos en los que se utilizó el método descrito en A. Se seleccionaron 4 normotensos, en aparente estado de salud, 2 hombres (de 29 y 38 años de edad) y 2 mujeres (52 y 60 años) para evaluar la

reproducibilidad en comparación con el método auscultatorio.

Las presiones se registraron en condiciones de reposo y en posición sentado. Dos operadores médicos tomaron independiente y simultáneamente las presiones arteriales en ambos brazos. En una primera instancia el equipo fue colocado en el brazo derecho y el registro "manual" efectuado en el izquierdo, tomándose 6 determinaciones consecutivas. Esta secuencia se invirtió a continuación, pasándose el equipo al brazo opuesto.

Asimismo se correlacionó las lecturas observadas en el indicador del equipo con las obtenidas en el gráfico de tendencia (Fig. 4) para detectar posibles errores del observador al leer dicho gráfico.

Todos estos datos fueron analizados estadísticamente, calculándose los valores promedio con sus desviaciones standard y efectuándose rectas de regresión para el estudio de la correlación lineal.

En los hipertensos se obtuvo información sobre las variaciones de PAS y PAD a lo largo del día, durante las actividades de la vida cotidiana y el sueño. De este último grupo de 13 pacientes, presentamos los ejemplos más significativos.

Tabla 3

Valores máximos de PAS y PAD (mmHg) y de FC e ITTM en la actividad diurna y en el sueño en 13 hipertensos (promedio ± DS)

Valores máximos	Actividad diurna	Sueño
PAS	205 ± 28	148 ± 20
PAD	130 ± 13	103 ± 18
FC	112 ± 14	88 ± 16
ITTM	21625 ± 5030	11836 ± 3259

Tabla 4

Indicaciones del monitoreo ambulatorio de la presión arterial

1) Clínicas	Hipertensión	Lábil Sintomática Maligna
	Hipotensión	Sintomática Ortostática Medicamentosa
	Angina de pecho	Correlación con ECG ITTM de actividades cotidianas
Evaluación terapéutica		

2) Epidemiológicas: Estudios de población. Rastreo de factores de riesgo, etc.

3) Laborales: Tareas de alto riesgo (conductores, pilotos, etc.). Seguros. Retiros. Invalidez.

4) Evaluación de fármacos: Beta bloqueantes, diuréticos, vasodilatadores, hipotensores, etcétera.

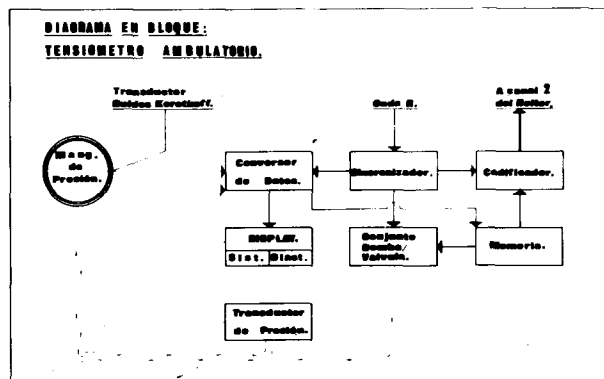


Fig. 1. Diagrama en bloque: tensiómetro ambulatorio. Detalles en el texto.

RESULTADOS

A) Sujetos normales

La comparación entre las lecturas del equipo y las del método clásico en un total de 48 determinaciones para cada uno de ellos (96 en total) en 4 individuos normotensos no demuestra discrepancias significativas.

En la Tabla 1 se presentan los valores tensionales correspondientes para brazo derecho e izquierdo con ambos métodos en este grupo de normotensos.

La comparación ulterior de las presiones registradas en estos sujetos entre la lectura del indicador digital y las obtenidas del gráfico de tendencia se presentan en las Figuras 5 (PAS) y 6 (PAD).

El error de lectura del observador es prácticamente nulo, obteniéndose correlaciones muy altas del orden de $r: 0,98$ para sistólica y $r: 0,96$ para diastólica (Figs. 5 y 6).

B) Pacientes hipertensos

Se estudiaron 13 pacientes hipertensos, considerados esenciales en base a los datos clínicos y de laboratorio, con diferentes grados de severidad, que se presentan en la Tabla 2.

En la Tabla 3 se muestran los valores máximos e ITTM (PAS x FC) de vigilia y sueño. Puede apreciarse que los promedios de todas las variables citadas son siempre más elevados en vigilia que durante el sueño. Así, la PAS máxima durante vigilia fue en promedio de 57 mmHg más elevada respecto a sueño (205 y 148 mmHg

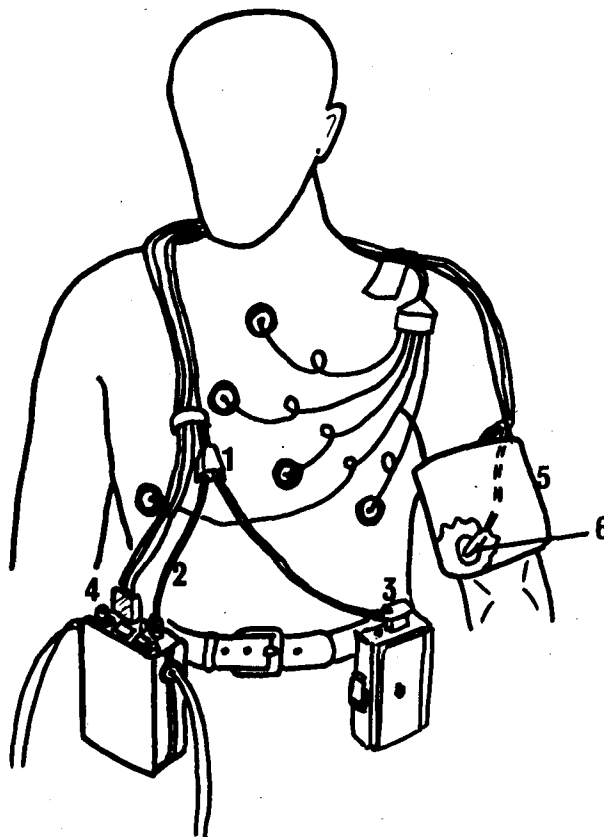


Fig. 2. 1: cable en "Y". 2: conector para sincronización onda R. 3: Conector a Holter. 4: tubuladuras del tensiómetro. 5: manguito neumático. 6: micrófono para ruidos de Korotkoff.

respectivamente) y la PAD máxima fue de 130 y 103 mmHg en iguales circunstancias.

Las presiones muestran grandes variaciones a lo largo del día, en especial en relación con la actividad física habitual. A continuación resumimos algunos casos de interés clínico.

R.P., 49 años, sexo masculino, despachante de aduana, portador de hipertensión lábil, presenta valores aislados de PA elevada (170/110 mmHg) que durante el reposo psicofísico y/o sueño descienden a cifras normales. Durante una fuerte discusión de trabajo se registra una PA de 225/160 mmHg y un pulso de 90/min que rápidamente retornan a valores normales. El paciente anotó en el diario agitación, calor y enrojecimiento facial.

I.L., 51 años, sexo masculino; fue estudiado en dos oportunidades, antes y durante un tratamiento anti-

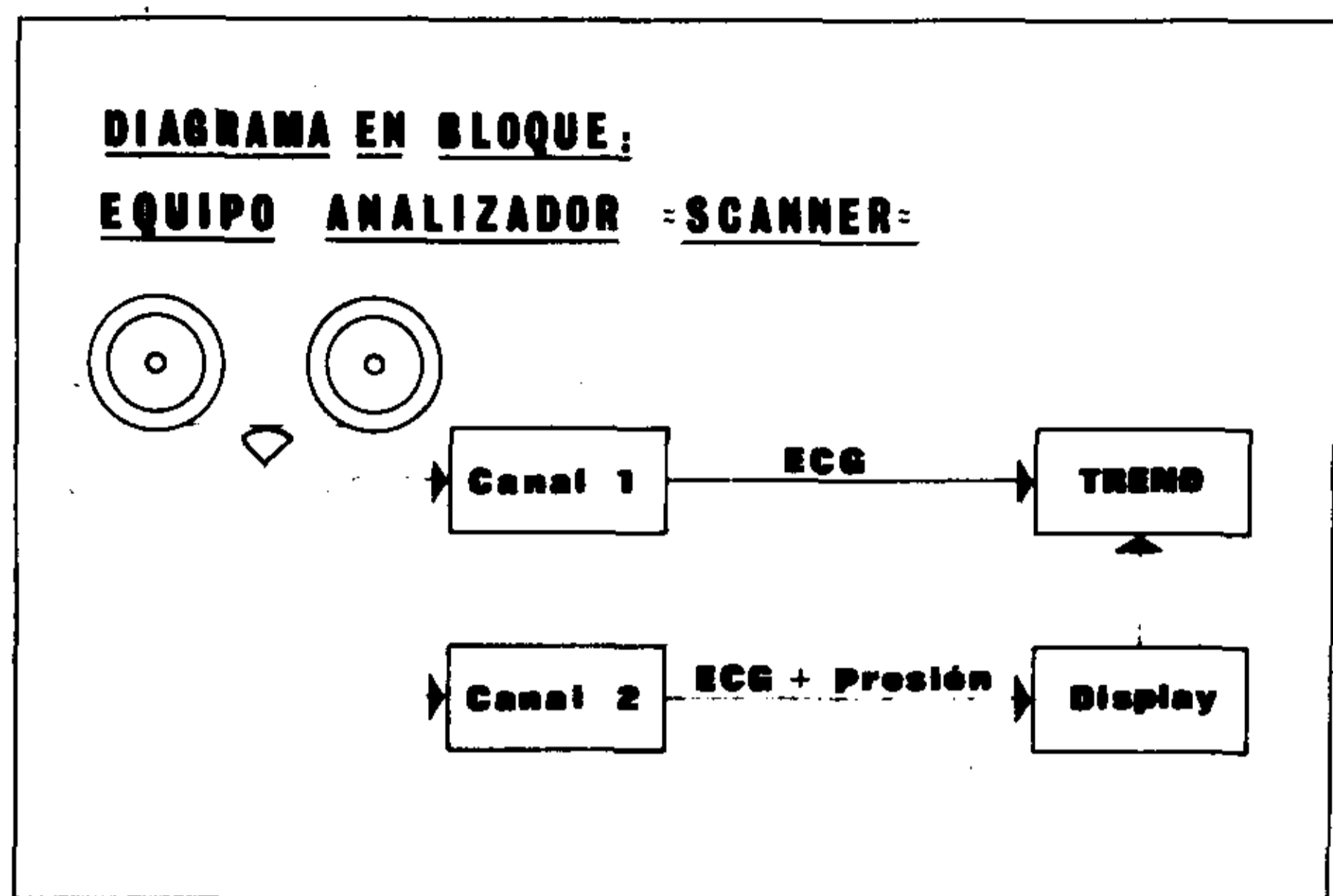


Fig. 3. Diagrama en bloque. La cinta magnética es analizada a alta velocidad, obteniéndose en el canal 1 la derivación ECG MV3 y en el canal 2 V5R-V5 y la información de las presiones sistólica y diastólica. Ambas se presentan en forma digital y también se imprimen en el gráfico de tendencia (ver Fig. 4).

hipertensivo, para evaluar la respuesta farmacológica. La Figura 7 presenta los valores tensionales en condiciones basales y de tratamiento. Se aprecia bajo tratamiento una "amortiguación" de los valores pico, observándose un evidente resultado terapéutico.

F.V., 57 años, hipertenso con antecedentes de varias crisis de pérdida brusca del conocimiento, motivo por el cual se decide su internación. Durante la misma se efectúa Holter de 24 horas con registro simultáneo de la presión arterial, encontrándose una fibrilación auricular permanente con extrasistolia ventricular aislada y presiones entre 220/120 y 160/90 mmHg. Coincidentemente el paciente repite el cuadro neurológico, pudiéndose constatar que el mismo se debía a fibrilación ventricular que fue revertida por choque eléctrico.

En este paciente se planteó el diagnóstico diferencial entre crisis isquémica transitoria cerebral y arritmia cardíaca como causa etiológica, lo que obviamente se debía a esta última.

H.P., hombre. La Figura 8 muestra las variaciones de la PA en un paciente hipertenso moderado en situaciones de la vida diaria. Se aprecia la influencia de actividades diversas; durante una reunión de trabajo, bajo gran tensión psíquica, la PA llega a 202/104 mmHg (20,10 horas). Hacia el fin del registro se ve otro "pico" tensional, con ascenso de la PA diastólica a 116 mmHg, durante un esfuerzo isométrico.

DISCUSION

Los estudios clásicos sobre hipertensión arterial y su relación con el daño vascular se basan en el

registro de dicha variable en condiciones de reposo, en el consultorio. Los tests ergométricos permitieron luego estudiar el comportamiento tensional en condiciones normalizadas de esfuerzo físico. Hasta hace relativamente poco tiempo no era factible estudiar estas variables en las condiciones de la vida cotidiana.

Shaw⁸ y Richardson⁹ publicaron en 1963 y 1964 las primeras experiencias clínicas de registro ambulatorio de la PA, por catéter intraarterial. Trabajos utilizando métodos indirectos tales como el registro de los ruidos de Korotkoff son algo posteriores. Estos equipos sufrieron mejorías sustanciales en la última década en cuanto a confiabilidad, automatización, tamaño y peso, superándose el escepticismo inicial.^{10,11}

La posibilidad de disponer simultáneamente de un equipo incruento para registro continuo, prolongado, de la PA y del ECG en un mismo paciente parece abrir perspectivas insospechadas para el estudio integral del aparato cardiovascular. Ello será útil no sólo en el paciente hipertenso sino también, entre otros, en el anginoso, en el que la posibilidad de disponer de datos de FC y PA permite calcular el ITTM y correlacionarlo con los cambios del segmento ST y con la clínica.

En la Tabla 4 presentamos las indicaciones del método. Estas se clasifican en clínicas, epidemiológicas, laborales y para evaluación de fármacos.

En el futuro será necesario establecer nuevos criterios de normalidad de la respuesta tensional, ya que los habitualmente aceptados por los Organismos de Salud (O.M.S., Comités de Expertos, etc.) se refieren a una situación basal ideal. Por otra parte, aún los valores máximos normales en ergometría no pueden ser aplicados directamente por tratarse de presiones alcanzadas bajo esfuerzos extremos —situación casi experimental— y en todo caso restringidas a esfuerzo físico exclusivamente. Las actividades cotidianas (trabajo, manejo de vehículos, coito, etcétera), los cambios de posición corporal, y el stress producen variaciones constantes (por ejemplo, Fig. 8) de la PA.

Se comprende, además, que la decisión de

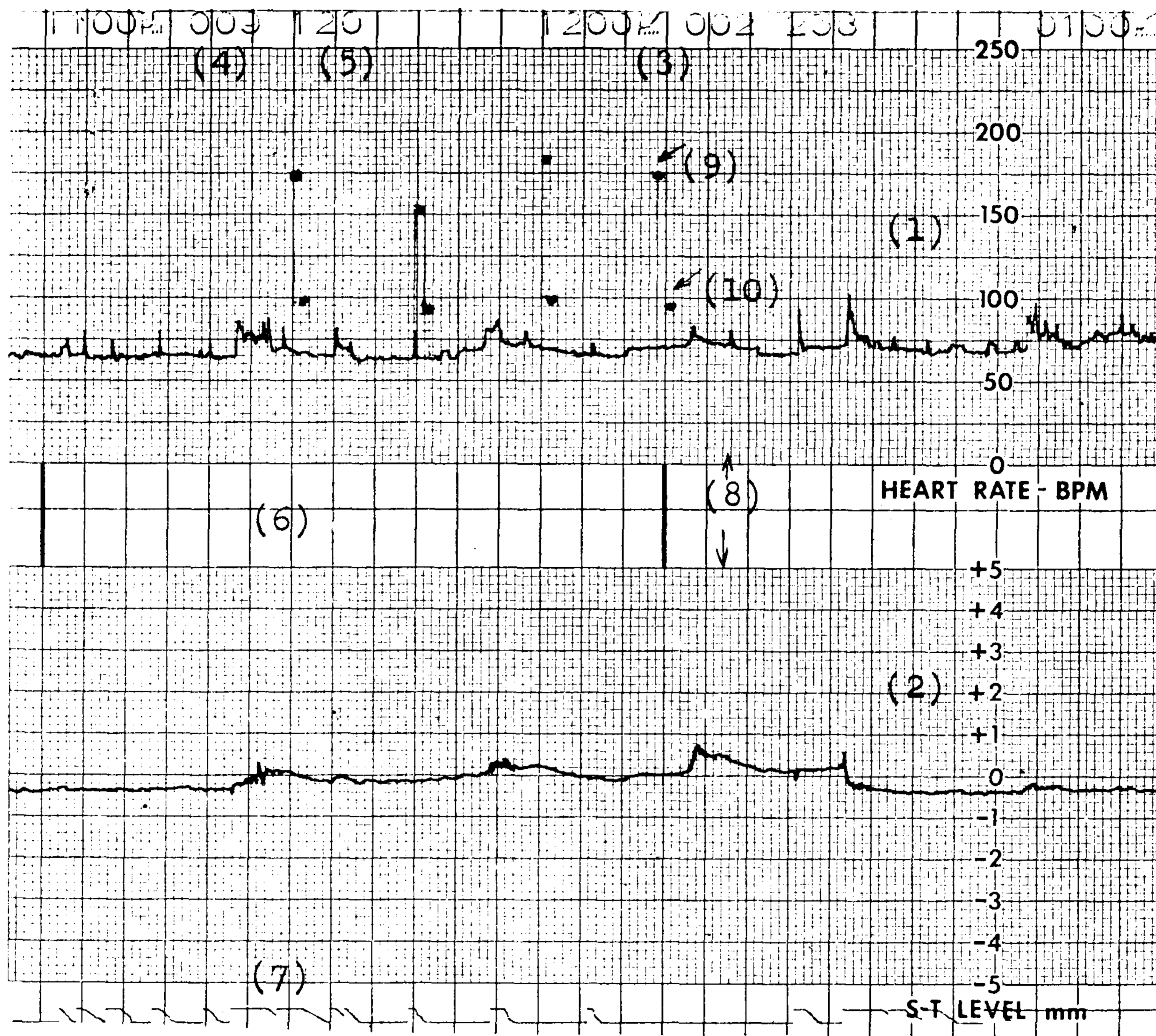


Fig. 4. 1. Escala de frecuencia cardíaca. 2. Escala de nivel del segmento ST. 3. Hora. 4. Número de extrasístoles ventriculares/hora. 5. Número de extrasístoles supraventriculares/hora. 6. Agrupamientos de riesgo de extrasístoles ventriculares. 7. Indicador similar a 6, para extrasístoles supraventriculares. 8. En el gráfico de tendencia, cada milímetro horizontal es igual a 1 minuto real. 9. Tensión arterial sistólica. 10. Tensión arterial diastólica.

tratar farmacológicamente a un hipertenso asintomático parte de dos premisas clásicas: 1) se lo considera hipertenso; 2) se entiende que con el tratamiento se está previniendo o retardando el desarrollo del daño orgánico. Ambas afirmaciones pueden verse perturbadas si se considera que el árbol arterial soporta presiones muy variables durante el día, aun a partir de un mismo

valor de reposo, en diferentes individuos.

La PAS es un determinante mayor de riesgo cardíaco según los clásicos estudios de Kannel en Framingham,¹² ya que parece acelerar la aterogénesis. La PAD se correlaciona claramente, por otro lado, con el daño orgánico, especialmente cuando se toman los valores ambulatorios con equipo portátil.²

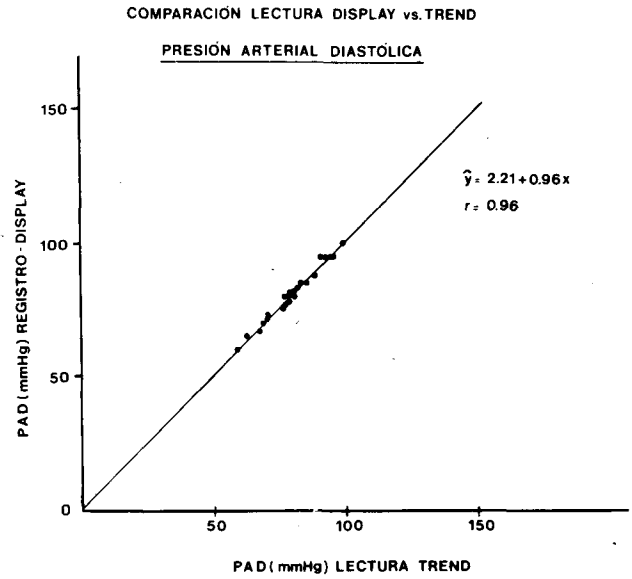
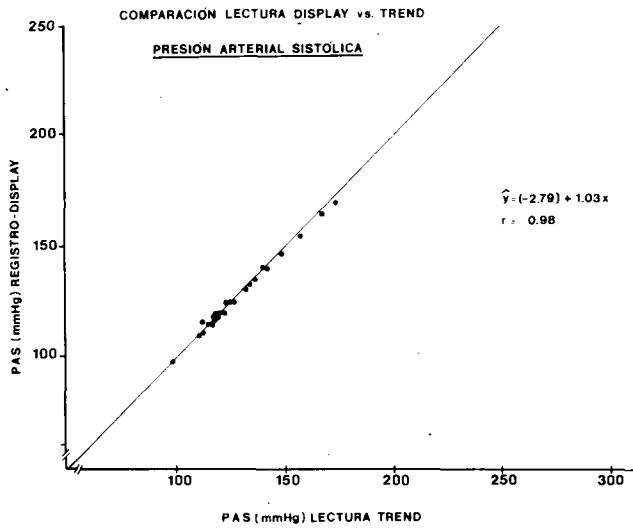


Fig. 5. Correlación lineal comparando la lectura de presiones sistólicas en el indicador del rastreador (display) y en el gráfico de tendencia sobre papel (Trend).

Fig. 6. Correlación lineal comparando la lectura de presiones diastólicas en el indicador del rastreador y en papel (gráfico de tendencia).

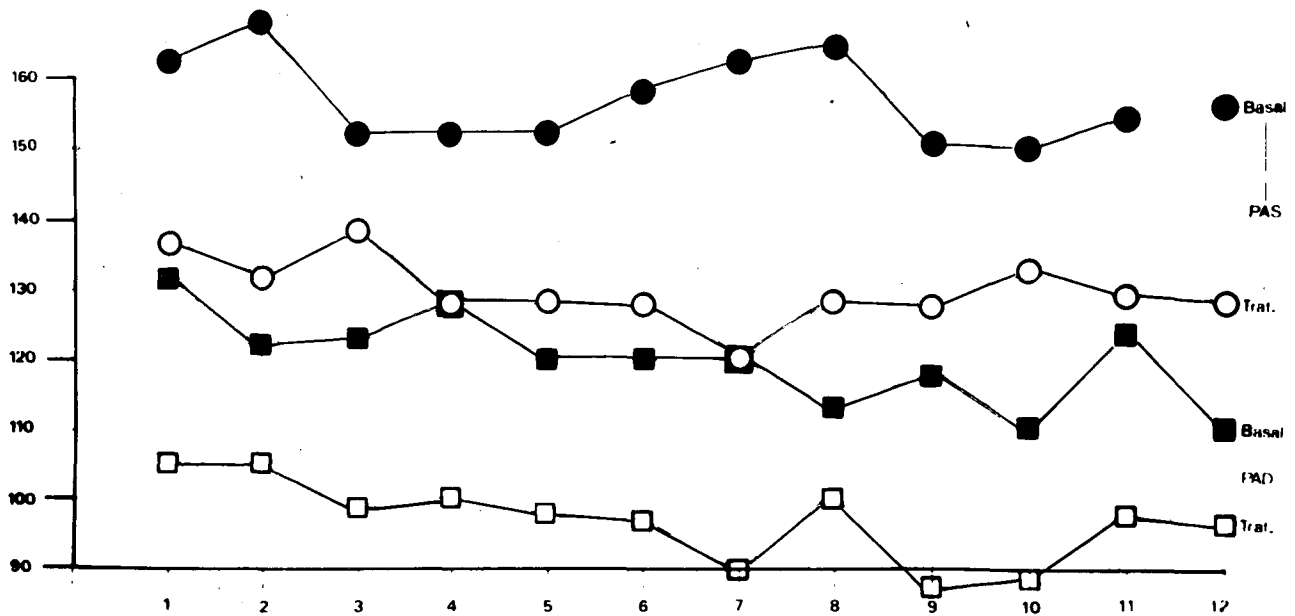
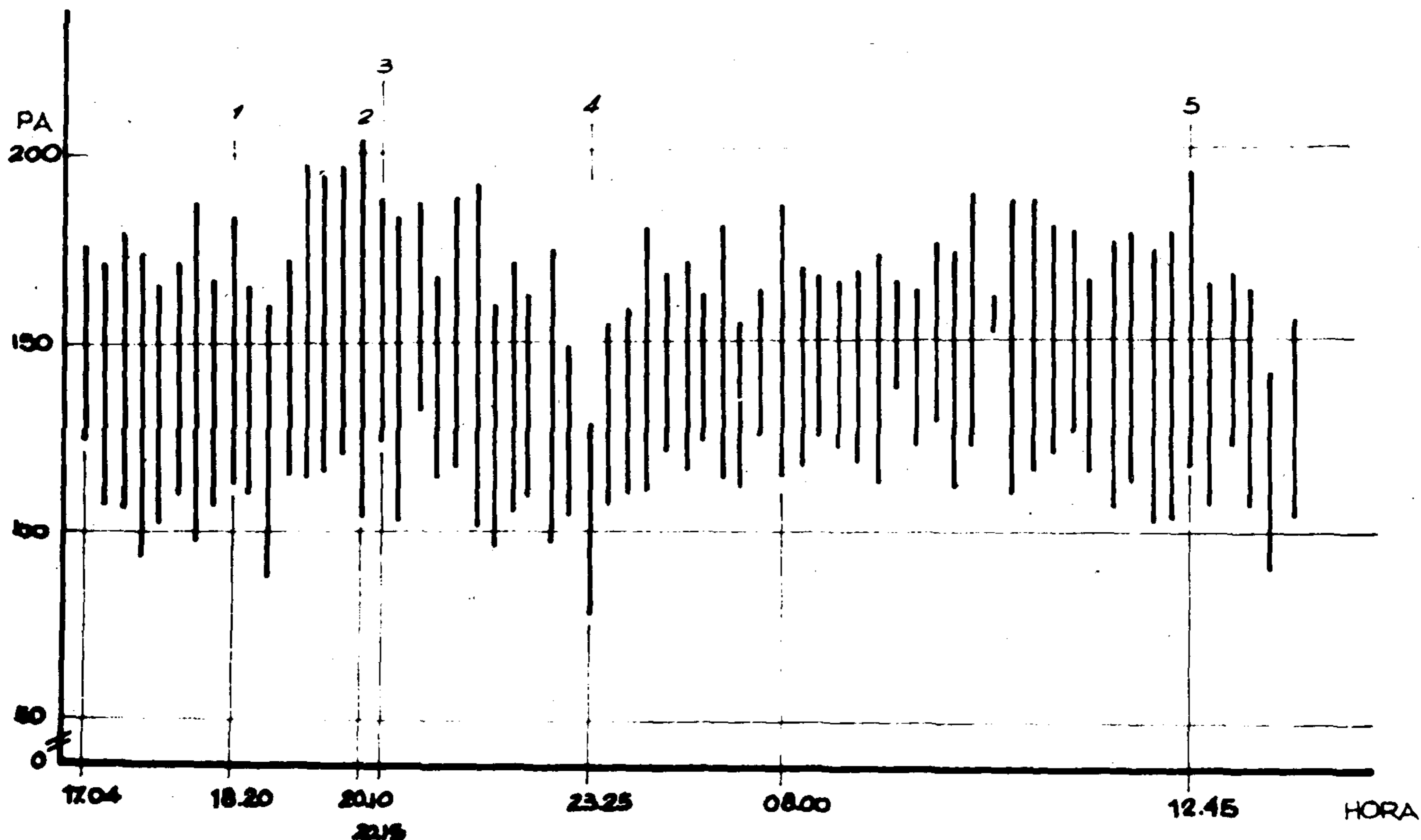


Fig. 7. Valores de PAS y PAD. Basales (símbolos negros) y bajo tratamiento (símbolos blancos), en un paciente antes y después de tratamiento antihipertensivo.



- 1: Incidente doméstico.
- 2: Reunión de trabajo.
- 3: Dos pisos por escalera.
- 4: Durmiendo.
- 5: Esfuerzo físico (10 kg peso).

Fig. 8. Variaciones de la PA sistólica y diastólica en diversas situaciones de la vida diaria (véase texto).

Aceptadas ambas afirmaciones (primero, por definición, el paciente en cuestión es hipertenso, y, segundo, tiene sentido prospectivo el tratarlo), queda aún pendiente un tercer problema: la evaluación del tratamiento instituido. Ello es así porque la eficacia terapéutica juzgada por la toma casual y aislada de la PA puede no ser real. Importa establecer durante cuántas horas diarias la PA permanece controlada adecuadamente y por lo tanto la prevención del daño arterial se lleva a cabo.

Todas estas inquietudes sólo podrán ser contestadas en la medida en que se trabaje en el tema en forma sistemática. Los estudios pioneros de Armitage² y Littler¹³ han establecido algunas bases en dicho sentido.

La caída de la PA durante el sueño es un he-

cho fisiológico conocido desde hace mucho tiempo. El porcentaje de dicha caída varía según se trate de normo o hipertensos y de autor a autor.¹⁴ En nuestra serie de hipertensos dicha caída fue en promedio de 28% para la PAS y de 21% para la diastólica. Los fármacos antihipertensivos no parecen modificar esta relación vigilia/sueño.

Con respecto a pacientes hipotensos sintomáticos no existen, de nuestro conocimiento, trabajos que relacionen el registro prolongado, ambulatorio de la PA con los síntomas y creemos que constituyen un capítulo poco explorado de la cardiología que merece mayor profundización.

La angina de pecho, de esfuerzo, clásica, ha sido motivo de numerosas publicaciones en los

últimos años. Así lograron establecerse secuencias fisiopatológicas claras relacionadas con los cambios clínicos, electrocardiográficos y de consumo miocárdico de oxígeno. El concepto de ITTM, de indudable valor, ha arrojado luz sobre el mecanismo de la crisis anginosa. Es indudable, sin embargo, que algunos pacientes refieren crisis de dolor de pecho en condiciones en que —a priori— se estima no se producen cambios significativos del ITTM o por lo menos de la FC. El registro asociado de PA y ECG fuera del consultorio o del laboratorio de ergometría permitirá esclarecer en mayor medida la secuencia fisiopatológica en juego. Cambios aislados de la PA, sin modificaciones significativas de la FC, como el que se observa en la Fig. 8 en un paciente en plena actividad durante una reunión de trabajo, pueden explicar algunas de estas discrepancias. Es probable también que en algunos pacientes la crisis anginosa, acompañada de desnivel ST (infra o supra), se produzca sin cambios concomitantes del ITTM.

AMBULATORY BLOOD PRESSURE RECORDING BY HOLTER TECHNIQUE

First experiences using an automatized portable recorder of systolic and diastolic pressures in ambulatory unrestricted man are presented. BP together with the classic —2 channel— Holter EKG, are recorded in a magnetic tape. Four normal subjects as well as 13 hypertensives were studied. Reproducibility of the method was studied in normal individuals in comparison to manual classic method. In the hypertensives, the behaviour of BP day and night as well as the variations due to normal daily situations and

drugs were studied. The technique seem to be according to our experience, accurate and useful for clinical and investigational purposes in patients with hypertension, hypotension, angina pectoris and other pathologies.

BIBLIOGRAFIA

1. Littler WA, West MJ, Honour AJ, Sleight P: The variability of arterial pressure. *Am Heart J* 95: 180, 1978.
2. Armitage P, Rose GA: The variability of measurements of casual blood pressure. *Clin Sci* 30: 325, 1966.
3. Sleight P: Continuous recording of direct arterial pressure in unrestricted patients. *Circulation* 51: 1101, 1975.
4. Irving JB, Kerr F, Ewing DJ, Kirby BJ: Value of prolonged recording of blood pressure in assessment of hypertension. *Brit Heart J* 36: 859, 1974.
5. Sokolow M, Werdegar D, Kain HK, Hinman AT: Relationship between level of blood pressure measured casually and by portable recorders and severity of complications in essential hypertension. *Circulation* 34: 279, 1966.
6. Del Mar Avionics: Pressurometer II, information for the technician, 1978.
7. Guerchicoff S, Drajer S: Electrocardiografía dinámica - Sistema Holter. *Rev Arg Cardiol* 43: 231, 1975.
8. Shaw DB, Knapp MS, Davies DH: Variations of blood pressure in hypertensives during sleep. *Lancet* 1: 797, 1963.
9. Richardson DW, Honour AJ, Fenton GW, Stott FD, Pichering GW: Ambulatory blood pressure. *Clinical Science* 26: 445, 1964.
10. Labarthe DR, Hawkins CM, Remington RD: Evaluation of performance of selected devices for measuring blood pressure. *Am J Cardiol* 32: 546, 1973.
11. Hinman AT, Engel BT, Bickford AF: Portable blood pressure recorder. Accuracy and preliminary use in evaluating intradaily variations in pressure. *Am J heart J* 63: 663, 1962.
12. Kannel WB: Role of blood pressure in cardiovascular morbidity and mortality. *Progr Cardiovasc Dis* 17: 5, 1974.
13. Littler WA, Honour AJ, Sleight P, Stott FD: Continuous recording of direct arterial pressure and electrocardiogram in unrestricted man. *Brit Med J* 3: 76, 1972.
14. Littler WA, Honour AJ, Carter RD, Sleight P: Sleep and blood pressure. *Brit Med J* 3: 346, 1975.