

Revista Mexicana de Cardiología

Volumen **16**
Volume

Número **2**
Number




Abril-Junio **2005**
April-June

Artículo:




Estudio de la variabilidad circadiana de la presión arterial sistémica en alumnos sanos de la Facultad de Medicina de la UNAM

Derechos reservados, Copyright © 2005:
Asociación Nacional de Cardiólogos de México, AC

Otras secciones de este sitio:

-  [Índice de este número](#)
-  [Más revistas](#)
-  [Búsqueda](#)

Others sections in this web site:

-  [Contents of this number](#)
-  [More journals](#)
-  [Search](#)

Estudio de la variabilidad circadiana de la presión arterial sistémica en alumnos sanos de la Facultad de Medicina de la UNAM

Miguel R López Cuéllar,* Joaquín Reyes Téllez-Girón,** Arcelia E Díaz Araúzo,*
Carolina Escobar Briones,* Hernando Díaz-Araúzo,* Blanca A Solís Juárez***

RESUMEN

Con la finalidad de conocer el ritmo de la presión arterial en sujetos con constantes vitales y datos demográficos normales, sanos, se estudió a 46 voluntarios, estudiantes de medicina de la UNAM, con edad promedio de 19 años y límites entre 18 y 22 años. Se registró simultáneamente presión arterial y pulso, durante 24 horas, con tomas realizadas personalmente, cada tres horas durante las actividades cotidianas habituales. Se utilizó baumanómetro electrónico, oscilométrico de muñeca. El inicio fue a las 8:00 h y la terminación a las 8:00 h del día siguiente. Se estimó la presión media y el trabajo del corazón. Se analizaron las presiones sistólica, diastólica, media y frecuencia cardiaca (pulso) y trabajo del corazón. Basados en las características de la oscilación sinusoidal, los resultados obtenidos se dividieron en tres grupos: de oscilación sinusoidal marcada en 8; de oscilación sinusoidal moderada en 31 y sin oscilación sinusoidal en 7. El patrón de oscilación circadiana de las presiones sistémicas y de la frecuencia cardiaca se caracterizó por un ascenso matutino promediado de 3.3 mmHg entre 8:00 y 14:00 h, un descenso vespertino-nocturno promediado de 10.6 mmHg entre 23:00 y 5:00 h, que finalizó en la madrugada y un ascenso a partir de las 5:00 am para alcanzar a las 8:00 h del día siguiente la presión inicial. Las fluctuaciones de la presión diastólica fueron menos frecuentes, siendo ésta más estable que la presión sistólica. La presión media y el trabajo del corazón disminuyeron de las 23:00 h a las 5:00 am 8 mmHg, (8.6%) y 1,497 mmHg/lat/min (15.2%), respectivamente. La ritmicidad circadiana de la presión arterial sistémica, pulso, presión de perfusión y trabajo de corazón encontradas en nuestro estudio en jóvenes sanos menores de 20 años de edad, es semejante a la descrita en la literatura en los adultos normales iniciados en el proceso de envejecimiento cardiovascular y en los viejos.

Palabras clave: Ritmo-circadiano, presión arterial, pulso, oscilación sinusoidal.

ABSTRACT

A study was completed on 46 healthy with normal demographic characteristics volunteers averaging 19 years old ranging between 18 and 22 years old. The volunteers are students of medicine from "Universidad Nacional Autónoma de México" (UNAM). During the study it was measured in parallel the arterial pressures and the heart frequency during 24 hours. The measures were made individually and personally every three hours under normal activities starting at 8:00 hours. The arterial pressure and heart rate were used to determine the medium pressure and heart work. The arterial pressures, heart rate, medium pressure and heart work were then analyzed. Based on the result it was three different levels of circadian rhythm or sinusoidal behaviors: 1) High fit to a sinusoidal oscillation; eight cases. 2) Moderate fit to a sinusoidal oscillation; thirty-one cases. 3) Without sinusoidal oscillation; seven cases. In general, it was observed that circadian oscillation of the systemic pressure increase in the morning averaging 3.3 mmHg, between 8:00 am and 14:00 hours, and a decrease at night averaging 10.6 mmHg between 23:00 and 5:00 am. In addition, the diastolic pressure was observed was more stable than the systemic arterial pressure. The work heart and the medium pressure decreased between 23:00 and 5:00 hours, averaging 8 mmHg and 1,497 mmHg/lat/min and 8 mmHg respectively. In conclusion, the circadian rhythm of the systemic arterial, pressure of perfusion (medium pressure) and the heart work in our study on younger people than 20 years old are similar those found it in the literature in healthy adults that initiated the ageing in the cardiovascular process.

Key words: Circadian rhythm, arterial pressure, heart rate and sinusoidal oscillation.

INTRODUCCIÓN

Los ritmos circadianos son oscilaciones biológicas, de las variaciones de una función en aproximadamente 24 horas, regulados por el núcleo supraquias-

* Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina, UNAM.

** Jefe del Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina, UNAM.

*** Estudiante de Medicina, Facultad de Medicina, UNAM.

mático, que modula las funciones hipotalámicas neurovegetativas endocrinas por factores ambientales externos o zeitgeber¹ que ajustan la periodicidad y se adelantan para dar las respuestas anticipadas (homeostasis predictiva).

El patrón rítmico de variabilidad diaria de la presión arterial durante las 24 horas de un día (circadiano), como lo refiere Aguilar-Roblero y Aréchiga^{2,3} fue descrito por Aschoff y confirmado por otros autores.⁴⁻¹¹ Este patrón nictemeral, relaciona la variabilidad de la presión entre otros factores, con los periodos de actividad y descanso.¹²⁻¹⁴

La tendencia en la presentación de las manifestaciones de algunas enfermedades cardiovasculares a determinadas horas del día¹⁵⁻¹⁷ como se observa en el infarto de miocardio,¹⁸⁻²⁰ muerte súbita,^{21,22} angina de pecho²³ accidente cerebrovascular trombotico y hemorrágico^{24,25} y en otras enfermedades,²⁶ se han relacionado con los ritmos circadianos. Llama la atención que en la mayoría de las publicaciones, el ritmo circadiano de la presión arterial, se hizo en grupos pequeños con 2 a 5 individuos normales y de diferentes edades.²⁷⁻²⁹

El propósito primario en este trabajo, fue obtener las variaciones circádicas de la presión arterial sistémica normal, en un grupo representativo de individuos sin la presencia de los efectos cardiovasculares de la edad adulta mayor (envejecimiento), sanos; con edad cronológica, raza, lugar de origen y ocupación semejantes. Posteriormente, consideramos conveniente analizar en forma paralela, el ritmo circadiano de la frecuencia cardiaca y el de los valores estimados de la presión media y del trabajo del corazón.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se registró la presión de la arteria radial durante 24 horas, con tomas a intervalos de cada 3 horas, a 46 voluntarios, estudiantes de medicina de la UNAM, considerados sanos, de acuerdo a la evaluación clínica previa realizada por los autores, en sus actividades cotidianas (dormir, asistir a clases, estudiar, labores domésticas etc.), durante el verano del año

2002, con edad promedio de edad de 19 años (43%) y extremos de 18 años (30%) a 22 años (4%). Treinta y dos mujeres (71%) y 14 hombres (29%). Se registró simultáneamente la presión arterial sistólica, diastólica y la frecuencia cardiaca (pulso). Se calculó la presión arterial media según la fórmula: $P.m. = P.d. + 1/3 (P.s.-P.d.)$; ^{30,31} como indicativo de la perfusión tisular. Se estimó el trabajo del corazón como el producto de multiplicar la presión sistólica por la frecuencia cardiaca (pulso).³²

El estudio se realizó durante los meses de julio y agosto en los que el amanecer ocurre a las 07:00 horas y el anoecer a las 20:30 horas. Se registró la presión arterial sistémica y el pulso (frecuencia cardiaca) de la arteria radial, utilizando un baumanómetro electrónico, de método oscilométrico de muñeca marca Braun Kromberg, alemán, (modelo 6052 de 3V/2W), cuyo adecuado funcionamiento fue confirmado confrontando sus mediciones con las de baumanómetro de columna de mercurio calibrado. Los registros se iniciaron a las 8:00 y finalizaron a las 8:00 del día siguiente, fueron realizados personalmente por cada estudiante (que previamente fue especialmente adiestrado en la toma y registros de presiones) a intervalos de 3 horas, el sueño fue interrumpido para realizar los registros de presión de las horas 23:00, 2:00 am y 5:00 am.

El análisis se hizo en grupos separados de presión sistólica, presión diastólica, presión media, pulso y trabajo del corazón, utilizando la base de datos y ecuaciones básicas de estadística del programa Microsoft Excel para calcular promedio, media, modo y desviación estándar, comportados como una función sinusoidal (coseno).^{29,32,33} Se excluyó aquellos voluntarios que estuvieran tomando medicamentos, obesos o con embarazo. Ninguno de los participantes pertenecía a algún grupo deportivo de alto rendimiento.

RESULTADOS

Las cifras de presión, frecuencia cardiaca y datos demográficos (*Cuadro I*) estuvieron en los límites de normalidad establecidos.^{34,35}

Cuadro I. Características demográficas y signos vitales. Se señalan en concentrado los datos de los 46 sujetos estudiados.

Género (sexo)	Sujetos (no.)	Edad* (años)	Peso* (kg)	Estatura* (cm)	T A* (mmHg)	Pulso* (lat/min)	Temp* (°C)
Fem	32	19	59.85	159.94	118/73	77.92	36.39
Masc	14	19.2	78.03	173.67	123/73	73.79	36.53

* Valores promedio.

El rango de valores de la presión sistólica fue de 193 mmHg a 83 mmHg, con promedio de 119.5 mmHg y desviación estándar 16 mmHg, el de la presión diastólica fue de 108 mmHg a 47 mmHg, con promedio de 75 mmHg y desviación estándar de 10 mmHg. La presión media varió: de 125 mmHg a 67 mmHg, con promedio de 87 mmHg y desviación estándar de 14 mmHg.

La presión sistólica, de las 11:00 a las 14:00 h, ascendió 5 mmHg, de las 14:00 h hasta las 4:00 am descendió progresivamente, 14 mmHg y después ascendió, hasta las 8:00 h del día siguiente (*Figura 1*).

La presión diastólica, a las 11:00 h ascendió 2 mmHg; descendió ligeramente hasta las 20:00 h e incrementó su descenso de las 20:00 a las 23:00 h 10 mmHg, permaneció en las mismas cifras hasta las 2:00 am y luego ascendió paulatinamente hasta las 8:00 h del día siguiente (*Figura 2*).

La presión media ascendió de las 8:00 a las 14:00 h, a un nivel máximo promedio de 4 mmHg; descendió ligeramente hasta las 20:00 h e incrementó su descenso de las 20:00 a las 23:00 h a un nivel promedio de 8 mmHg, permaneció en estas mismas cifras hasta las 2:00 am y después ascendió hasta las 8:00 h del día siguiente (*Figura 3*). Estos hechos indican que la perfusión sanguínea decrece en promedio 10% entre las 23:00 h y las 2:00 am y en algunos sujetos esta disminución puede ser hasta del 46%.

El rango de valores del pulso fue de 128 lat/min a 50 lat/min con valor promedio de 73.8 lat/min y desviación estándar de 14.1 lat/min. La frecuencia del pulso incrementó 13.79% de las 8:00 a las 17:00 h, con frecuencia promedio de 87 lat/min y fue más baja a las 23:00 h con promedio de 73 lat/min, correspondiente a un descenso de 16.09%; manteniéndose en estas cifras hasta las 5:00 am, para subir hasta las 8:00 h del día siguiente (*Figura 4*). En relación al trabajo del corazón el rango varió de 17,589 mmHg/lat/min a 5,400 mmHg/lat/min, con trabajo del corazón promedio de 9,064 mmHg/lat/min y desviación estándar de 2,335 mmHg/lat/min. Se observó un ascenso matutino del trabajo del corazón, máximo a las 17:00 h con cifras promedio de 9,817 mmHg/lat/min que correspondió a incremento del 9.36% y descenso vespertino de las 17:00 h a las 5:00 am con valor mínimo promedio 8,320 mmHg/lat/min que correspondió al 15.25%; en algunos sujetos la reducción fue hasta de 36% (*Figura 5*). De acuerdo con las características de las oscilaciones fue posible dividir el comportamiento de los valores graficados en tres grupos: 1) Con marcada o evidente oscilación sinusoidal, 8 casos,^{1,4} (*Figuras 6 y*

7), comprenden el 17.4%. 2) Con moderada oscilación sinusoidal, 31 casos, comprende el 67.4%. 3) Sin oscilación sinusoidal 7 casos (*Figura 8*), que comprende 14.2%

El patrón general de oscilación sinusoidal (circadiana) de la presión arterial sistémica (sistólica y diastólica) se caracterizó por un ascenso matutino promedio de 3.5 mmHg (3.2%) y un descenso vespertino-nocturno promedio de 12 mmHg (9.7%) que finalizó en la madrugada (2:00-4:00 am), y ascenso a partir de las 5:00 h, para alcanzar a las 8:00 h del día siguiente la presión inicial.

En relación a la presión media o presión de perfusión tisular y el trabajo del corazón o producto de la presión sistólica por el pulso (frecuencia cardiaca) calculados, el patrón de oscilación fue semejante al patrón de oscilación de las presiones sistólica y diastólica; la presión de perfusión tuvo un incremento matutino promedio de 4 mmHg (2.2%) entre las 11:00 y 14:00 h con presión promedio máxima de 92 mmHg, un descenso vespertino promedio de 8 mmHg (8.6%) a las 23:00 h con nivel de presión promedio más bajo de 84 mmHg; y el trabajo del corazón aumentó durante el día 9.36%, con valores máximos promedio a las 17:00 h de 9,817 mmHg/lat/min y descendió en la noche 15.2% con valores promedio más bajos a las 5:00 am de 8,320 mmHg/lat/min.

El patrón del pulso fue semejante al de las presiones y trabajo del corazón, la oscilación sinusoidal mostró un incremento matutino de 12 lat/min (13.79%) entre las 11:00 y 17:00 h y un descenso vespertino de 14 lat/min (16.09%) a las 23:00 h.

DISCUSIÓN

Los datos obtenidos constituyen una muestra homogénea en edad y estado cardiovascular.

En la mayoría de los casos, 84.8%, se observó oscilación sinusoidal (circadiana) de la presión. La explicación para el 14.2% que no presentó oscilación sinusoidal, pudiera relacionarse a defectos en las tomas: técnicos por método defectuoso de toma o por ansiedad o por vigilia en las horas de la noche como lo informó Kerkhof y Van Dongen³⁶ en su estudio, en que intencionalmente a sus 25 participantes no les permitió el sueño durante 26 h continuas de registro de presión. De acuerdo con la oscilación sinusoidal de las presiones sistólica, diastólica y media, existe disminución significativa de sus valores entre las horas 2:00 y 4:00 am de 4 mmHg promedio, de acuerdo a lo expresado por Hermida y

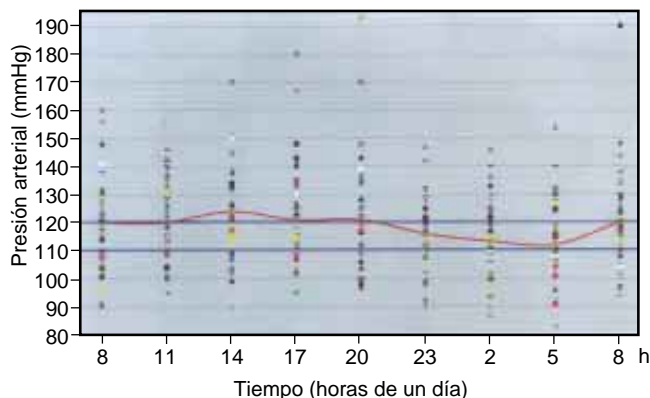


Figura 1. Gráfica de la presión sistólica en 24 horas. Se grafican los 46 voluntarios y se señalan dos referencias de presión en los valores 120 y 110 mmHg para resaltar la variación.

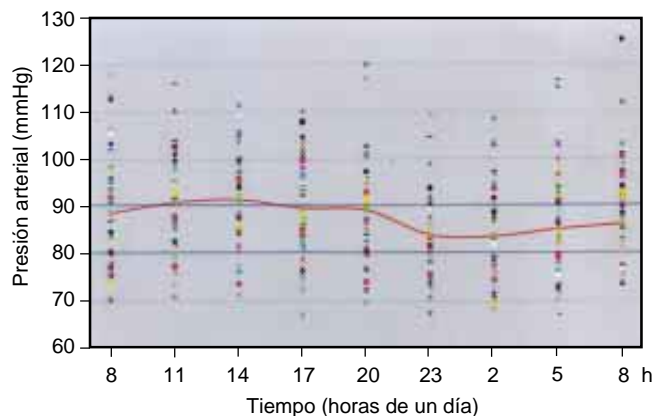


Figura 3. Gráfica de la presión media en 24 horas. Se grafican los 46 voluntarios y se señalan dos referencias de presión en los valores 90 y 80 mmHg para resaltar la variación.

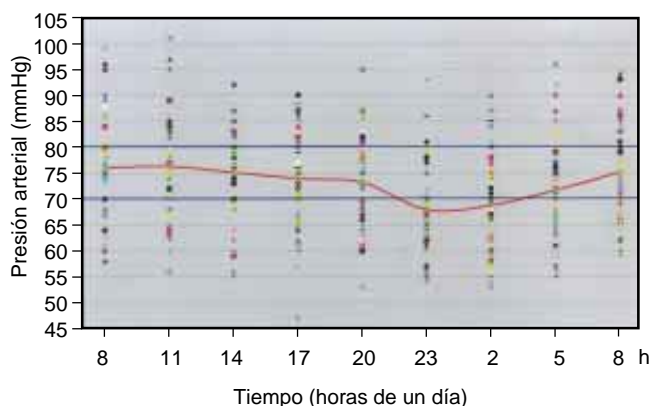


Figura 2. Gráfica de la presión diastólica en 24 horas. Se grafican los 46 voluntarios y se señalan dos referencias de presión en los valores 80 y 70 mmHg para resaltar la variación.

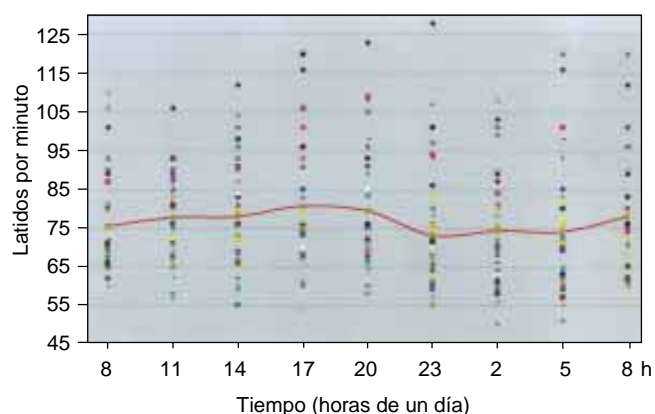


Figura 4. Gráfica de la frecuencia cardíaca (pulso) en 24 horas de los 46 voluntarios.

otros autores³⁷ con la diferencia de que el descenso al nivel más bajo de la presión diastólica (de 14 mmHg) fue más temprano en nuestros casos (23:00 h que en la de otras publicaciones en que lo refieren a las 4:00 am,³² además, aunque las cifras de variación de las presiones fueron semejantes en valor, la hora de los descensos a los niveles más bajos fue distinta en nuestros casos. La presión sistólica tuvo el descenso al nivel promedio más bajo de 12 mmHg (descenso de 9.67%) a las 2:00 am, para las presiones diastólica y media, el descenso fue a las 23:00 h, de 8 mmHg (12.8%) y 7 mmHg (7.7%) respectivamente; y en el estudio referido, los descensos a más bajos niveles fueron tanto para la presión sistólica como diastólica a las 4:00 am. La curva de frecuen-

cia cardíaca fue paralela a la de la presión diastólica. Las variaciones de las presiones y la frecuencia cardíaca son semejantes a las informadas en los sujetos adultos mayores³⁸ y viejos sin patología, en proceso de envejecimiento cardiovascular.

La presión diastólica traduce mejor el control circadiano por estar determinada por el tono vasoconstrictor simpático, que condiciona su contracción tónica y determina el grado de resistencia periférica;³⁹ a diferencia de la presión sistólica, que varía de acuerdo con el estado contráctil del ventrículo y los requerimientos del organismo. La perfusión tisular expresada por la presión media tiene una reducción nocturna menor a la de la presión diastólica y semejante a la del trabajo del corazón durante las horas

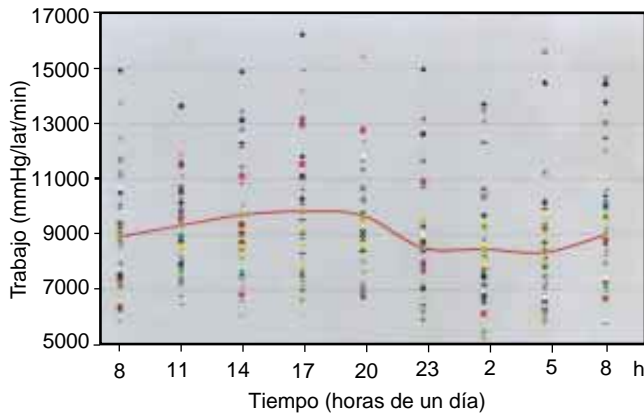


Figura 5. Gráfica del trabajo de corazón en 24 horas, calculado en los 46 voluntarios.

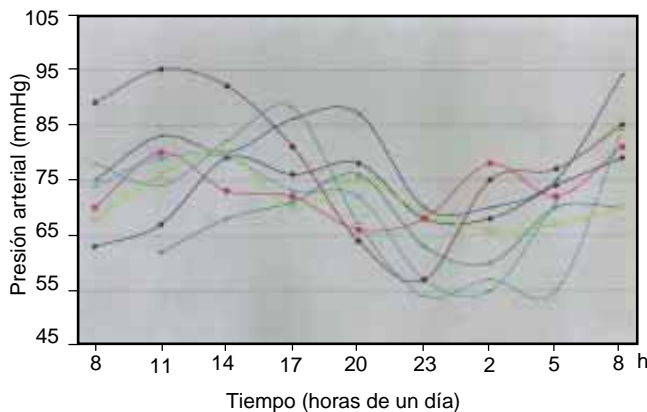


Figura 6. Curvas de presiones diastólicas con marcada oscilación sinusoidal. Ocho casos.

de mayor descenso, 23:00 h. Llama la atención que el valor promedio del trabajo del corazón en nuestros casos (promedio total de 9,064 mmHg/lat/min) fue mayor por 841 mmHg/lat/min al del grupo estudiado por Hermida (8,223 mmHg/lat/min). Este hecho podría explicarse por la relación inversa que existe entre pulso y edad; la edad cronológica promedio fue mayor en los individuos del estudio de Hermida, que la de este estudio.

CONCLUSIONES

La oscilación circadiana de la presión arterial sistémica se caracteriza por un ascenso matutino mínimo promedio de 2-4 mmHg y un descenso vesperti-



Figura 7. Un caso de oscilación sinusoidal característico de la presión diastólica. Muestra el ascenso matutino máximo de 95 mmHg a las 11:00 h, seguido de descenso progresivo con nivel mínimo a las 23:00 h de 57 mmHg y ascenso progresivo posterior.

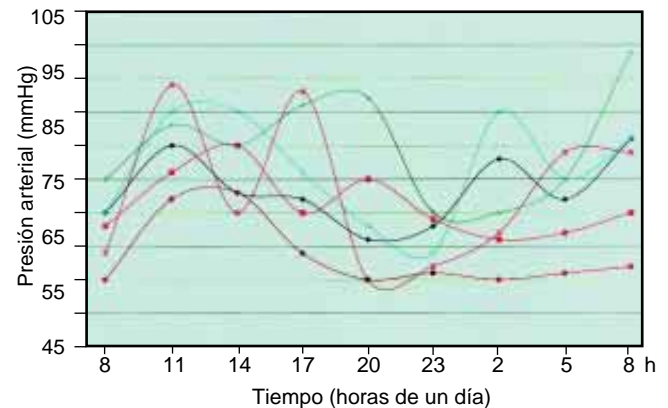


Figura 8. Curvas de presión diastólica sin oscilación sinusoidal. Siete casos.

no de inclinación variable que alcanza la mínima cifra promedio descenso de 14 mmHg entre las 23:00 h y las 2:00 am (diastólica y sistólica respectivamente) con un ascenso posterior. La oscilación del pulso es semejante a la de las presiones. La mayoría de los sujetos sometidos al estudio, presentaron oscilación sinusoidal circadiana y no tenemos una explicación exacta para los casos de ausencia de curva sinusoidal.

Las fluctuaciones de la oscilación de la presión diastólica son menos frecuentes, siendo más estable que las de la presión sistólica. La presión media como índice de perfusión cardiaca y que la frecuencia cardiaca relacionada con la presión sistólica, como índice del trabajo del corazón están depri-

dos durante las horas comprendidas entre las 11:00 de la noche y las 5:00 de la madrugada en el 29.76% para la presión media (presión de perfusión) y 15.2% para el trabajo del corazón.

Las características de ritmicidad circadiana de la presión arterial sistémica, pulso, presión de perfusión y trabajo del corazón encontradas en estos 46 sujetos de 19 años de edad promedio, son semejantes a las encontradas por otros autores en adultos jóvenes mayores de 20 años de edad y en viejos sanos; y establece las peculiaridades de la ritmicidad circadiana de la presión arterial sistémica en la población humana que no han alcanzado el envejecimiento cardiovascular normal.

Consideramos que la ausencia de curva sinusoidal en los voluntarios estudiados son motivo de una investigación posterior para encontrar alguna respuesta.

BIBLIOGRAFÍA

- Cardinali DP. *Características de los ritmos biológicos: Fisiología humana de JAF*. Tresquerres Segunda Edición. Mac Graw-Hill Interamericana Madrid; 1135- 1999.
- Aguilar RR. Teorías básicas de los ritmos biológicos. *Psiquis* 1993; 2(6): 121-132.
- Aréchiga HU, del Campo LAM. *Los ritmos circadianos en medicina*. Cronobiología médica. Editor Searle de México 1999; Tomo 1: 11.
- Millar-Craig MW, Bishop CN, Roffery EB. Circadian variation of blood pressure. *Lancet* 1978; 1(8068): 795-797. (Contributions).
- Hermida RC, Ayala DE, Mojón R, Fernández JR, Alonso I, Silva I et al. Blood pressure patterns in normal pregnancy, gestational hypertension, and preeclampsic. *Hypertension* 2000; (36): 149-158. (Scientific Contributions).
- Coca A. Circadian rhythm and blood pressure control: physiological and pathophysiological factors. *J Hypertension* 1994; 12(Suppl 5): 513-521.
- Rodríguez C, Revilla Ma, Revilla E, Cornelissen G, Aréchiga H, Halberg F. El perfil cronobiológico de la tensión arterial y de frecuencia cardiaca en un grupo familiar determinado mediante monitorización automática. *Gac Med Mex* 1998; 143: 15-25.
- Kario K, Shimada K. Nocturnal change of heart rate and diurnal blood pressure rhythm. *Lancet* 1994; 344(3): 1573-73.
- Stewart I, Mcd G, Knapp MS, Raftery EF. Circadian variation in blood pressure. *Lancet* 1978; 1(8073): 1210-1.
- De Plaen JF. Blood pressure rhythm. *Ann Intern Med* 1991; 114(10): 914-15.
- Conway J. Blood pressure and heart rate variability. *J Hypertension* 1986; 4(3): 163-261.
- Flora JP. Matinal blood pressure. *Am J Hypertens* 1992; 5(6PEI): 411-413.
- Little WA. Sleep and blood pressure: further observations. *Am Heart J* 1979; 97: 35-37.
- Mann S, Altman DG, Raftery EB, Bannister R. Circadian variation of blood pressure in autonomic failure-pathophysiology and natural history hypotension. *Circulation* 1983; 68(3): 477-483.
- Khoury AF, Sunderrajan P, Kaplan NM. The early morning rise in blood pressure is related mainly to ambulation *Am J Hypertens* 1992; 5: 339-344.
- Gerbes AL, Haen E, Arbogast B. Analysis of circadian blood pressure rhythm. *Brit Heart J* 1985; 53(5): 578-579.
- Portaluppi F, Smolensky MH Eds. Time-dependent and control of arterial blood pressure. *Ann NY Acad Sci* 1996; 783: 342-42.
- Portaluppi F, Smolensky MH. Circadian rhythm and environmental determinants of blood pressure regulation in normal and hypertensive conditions. In: *Blood pressure monitoring in cardiovascular medicine and therapeutics*; White WB, Ed. Totowa NJ, Humana Press 2000: 79-118.
- Pastelin HG. Cronobiología en cardiología. En: del Campo LAM, Aréchiga HH. *Cronobiología médica*. Searle de México, México 1999: 99-114.
- Muller JE, Stone PH, Turi ZG. Circadian variation in the frequency of onset of acute myocardial infarction. *N Engl Med* 1985; 313: 1315-1322.
- Willich SN, Levy D, Rocco MB. Circadian variation in the incidence of sudden cardiac death in the Framingham Heart Study population. *Am J Cardiol* 1987; 60: 801-806.
- Willich SN, Lowel H, Lewis M, and the TRIMM Study Group. Association of wake time and the onset of myocardial infarction. *Circulation* 1991; 84: VI-62-67.
- Halberg F. Quo Vadis basic and Clinical Chronobiology: Promise for Health maintenance. *Am J Anatomy* 1983; 168: 453-494.
- Mora-Marcia J, González-Juanatey JR, Rendón J, Roca-Cusachs A, Lehera V, Poch-López de Briñas E. Representación gráfica y análisis de los ritmos circadianos. Método cosinor y análisis de Fournier IMPA. En: *Incremento matutino de la presión arterial. Aspectos fisiológicos y clínicos*. Boehringer Ingelheim España S.A. Barcelona. 2000: 16-23.
- Marsh EE, Biller J, Adams HP Jr. Circadian variation in onset of acute ischemic stroke. *Arch Neurol* 1990; 47: 1178-1180.
- Furlan R, Guzzetti S, Crivellano W. Continuous 24-h assessment of neural regulation of systemic arterial pressure and R-R variations in ambulant subjects. *Circulation* 1990; 81: 537-547.
- Hakberg F, Drayer JIM, Cornelissen G, Weber MA. Cardiovascular reference database for recognizing circadian mesor- and amplitude-hypertension and apparently healthy man. *Chronobiologia* 1984; 11: 275-298.
- Pickering TG. The influence of daily activity on ambulatory blood pressure. *Am Heart J* 1988; 116: 1141-1145.
- Bingham C, Arbogast B, Guillaume G, Lee JK, Halberg F. Interferential statistical methods for estimating and comparing cosinor parameters. *Chronobiologia* 1982; 11: 397-439.
- Berne RM, Levy MN. Mean arterial pressure. In: *Cardiovascular Physiology*. Second Edition. CV Mosby Co. Saint Louis 1972; Chapter 5: 89.
- Gayton AC, Hall JE. La circulación. En: *Tratado de fisiología médica*. Ed. IV; capítulo 5, décima edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana México: 200: 14; 190.
- Hermida RC, Fernández JR, Ayala DE, Mojón A, Alonso A, Smolensky M. Circadian rhythm of double (Rate Pressure) product in healthy normotensive young subjects. *Chronobiology International* (Chronobiol. Int.) 2001; 18(3): 475-479
- Bingham C, Cornelissen GG, Halberg E, Halberg F. Testing period for single cosinor. Extente of human 24-h cardiovascular synchronization on ordinary routine. *Chronobiologia* 1984; 11; 263-274.
- Second Task Force on Blood Pressure Control in Children in 1987. *Pediatrics* 1987; 79: 1.
- Anderson. Cardiac catheterization and angiocardiology. In: Anderson RH, McCartney FJM, Shineborne EA, Tynan M. *Pediatric cardiology*. Churchill Livingstone, London, New York 1987.

36. Von Dongen HPA, Maislin G, Kerkhof GA. Repeated assessment of the endogenous 24-hour profile of blood pressure under constant routine. *Chronobiology Intern* 2001; 18(1): 85-98.
37. Somers VK, Dyken ME, Mark AL, Sympathetic nerve activity during sep in normal subjects. *N Engl J Med* 1993; 328(5): 303-7.
38. Fuster V, Alexander RW, O'Rourke RA eds. Cardiovascular aging in health and therapeutic considerations in older patients with cardiovascular diseases. Fuster V, Alexander RW, O'Rourke RA. In: *Hurst's the heart*. 10th. Edition McGraw-Hill Companies, Inc. New York: 2001; Chapter 90: 2329-2344.
39. Geneser F. Aparato circulatorio. En: *Histología sobre bases moleculares*. Cap. 15 3ª Ed. Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, Bogotá, Caracas, México, São Paulo 2000: 381.

Dirección para correspondencia:

Dr. Miguel R López Cuéllar
Departamento de Anatomía de la
Facultad de Medicina de la
Universidad Nacional Autónoma de México
(UNAM)
4° piso, Edificio B. Circuito Escolar,
Ciudad Universitaria
México, D.F.
C.P. 04510;
Tel: 562-32423
Fax: 562-32425
Correo electrónico: jreyes@servidor.unam.mx