

Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica

Volumen
Volume 23

Número
Number 2

Septiembre
September 2002

Artículo:

Estudio comparativo entre la técnica oscilométrica y el método de Riva-Rocci para la medición no-invasiva de la presión arterial en el medio ambiente hospitalario

Derechos reservados, Copyright © 2002:
Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica, AC

Otras secciones de
este sitio:

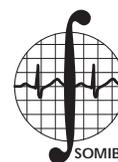
- 👉 Índice de este número
- 👉 Más revistas
- 👉 Búsqueda

*Others sections in
this web site:*

- 👉 *Contents of this number*
- 👉 *More journals*
- 👉 *Search*



Medigraphic.com



Estudio comparativo entre la técnica oscilométrica y el método de Riva-Rocci para la medición no-invasiva de la presión arterial en el medio ambiente hospitalario

Joaquín Azpiroz Leehan,*
Rafael Godínez*

* Departamento de Ingeniería Eléctrica
Universidad. Autónoma Metropolitana-
Iztapalapa.
Email: jazp@xanum.uam.mx

Artículo recibido: 15/agosto/2002
Artículo aceptado: 20/septiembre/2002

RESUMEN

Se presenta un estudio comparativo para la medición indirecta de la presión arterial entre un sistema oscilométrico comercial y la medición estándar según el método de Riva-Rocci (Detección de los ruidos de Korotkoff). El objetivo es evaluar la conveniencia de emplear los métodos oscilométricos dentro de un ambiente donde se requieren mediciones confiables y donde por motivos de seguridad existe la tendencia a contemplar el uso de métodos alternativos a la medición estándar, que emplea a los esfigmomanómetros de mercurio. Se presenta la metodología empleada, los resultados obtenidos, el análisis estadístico de los mismos y se concluye que para el caso de empleo dentro del ambiente hospitalario, el método oscilométrico con medición en el dedo índice, no cumple con las expectativas de confiabilidad y repetibilidad.

Palabras clave:

Medición de presión arterial, método oscilométrico, método de Riva Rocci.

ABSTRACT

We present a comparative study between the conventional Riva-Rocci technique for the non-invasive measurement of blood pressure, and the digital oscillometric device. The objective is to evaluate the oscillometric device in a clinical setting. We present the methodology employed, the results and the statistical analysis, and we conclude that, for this specific device, the repeatability and reliability are not up to the standards in a hospital environment.

Key Words:

Blood Pressure Measurement, Oscilometric Technique, Riva Rocci Method.

INTRODUCCIÓN

La hipertensión arterial sistémica es uno de los factores de riesgo más importantes en el desarrollo de padecimientos cardiovasculares y ce-

rebrovasculares. La incidencia de infarto agudo al miocardio, daño cerebral, insuficiencia cardíaca e insuficiencia renal se incrementa con una presión sanguínea elevada. Debido a que un porcentaje elevado de pacientes con hiper-

tensión arterial sistémica son asintomáticos, la única forma de diagnosticar la enfermedad es con la medición de la presión arterial. Por lo anterior, es vital contar con un sistema confiable de medición de la presión arterial.

La medición de la presión arterial es un procedimiento sencillo y barato; útil para el diagnóstico de la hipertensión arterial y para el seguimiento de los pacientes hipertensos. Su empleo ha incrementado el conocimiento epidemiológico de la hipertensión permitiendo desarrollar estrategias médicas para combatir sus efectos devastadores. En el ambiente hospitalario se emplea para el seguimiento del estado general de los pacientes internados y su coincidencia o desviación con respecto a los valores normales es un índice muy directo acerca del estado de salud de éstos¹.

La tensión arterial representa una medida de presión que ejerce la sangre durante su paso a través de las arterias. La presión sistólica es la presión debida a la contracción de los ventrículos. La presión diastólica es la presión encontrada en la fase de reposo de los ventrículos.

El procedimiento convencional de la medición de la presión arterial, derivado de la detección de los ruidos de Korotkoff (Riva-Rocci) se emplea comúnmente en la clínica y emplea el esfigmomanómetro de mercurio como principal instrumento de medición. Por otro lado, debido a la limitación de la técnica de medición invasiva, el esfigmomanómetro se ha empleado para estandarizar los valores normales de presión arterial sistémica y el diagnóstico de hipertensión. Por lo anterior, cualquier sistema de medición alternativo debe evaluarse, inicialmente, con respecto al esfigmomanómetro. El desarrollo de sistemas de medición como son el esfigmomanómetro aneroide y los sistemas digitales han permitido que se vislumbre el reemplazo del esfigmomanómetro de mercurio en un futuro cercano. La objeción mayor a este tipo de sistemas de medición es la toxicidad potencial del mercurio en caso de derrame. De hecho, la Asociación Americana de Hospitales contempla la eliminación de este metal del medio ambiente hospitalario para el año 2005, y las principales fuentes de posible contaminación se tienen en los termómetros, que ya han sido reemplazados en gran parte por termómetros digitales, y los esfigmomanómetros que están bajo evaluación^{2,3}.

En la actualidad existen varias publicaciones sobre la evaluación comparativa de distintos sistemas de medición indirecta de la presión arterial. Sin embargo, en muchos casos estas publicaciones presentan estudios que se han llevado a cabo bajo condiciones poco controladas o

bien, que se han efectuado bajo condiciones donde existe un claro conflicto de interés por parte de los autores (estudios financiados por los fabricantes de sistemas de medición de la presión arterial). Adicionalmente, queda claro que para cada dispositivo en cuestión, se debe efectuar una evaluación particular bajo condiciones controladas y tomando como referencia el manómetro de mercurio, ya que hasta ahora sigue siendo el estándar bajo el cual deben hacerse las demás comparaciones⁴⁻⁶.

El presente trabajo tiene como objetivo el mostrar una comparación entre un método estándar y el método oscilométrico digital. Se escogió este último por ser el sistema de medición de presión arterial más fácil de emplear, aunque puede ser susceptible a errores. Un objetivo secundario que se persigue es el ilustrar como se puede efectuar un estudio comparativo entre técnicas de medición que puede ser de interés en el medio hospitalario en el caso de evaluar un cambio en la tecnología de medición de parámetros clínicos.

El trabajo está estructurado de la manera siguiente: una primera sección presenta el estado del arte en tecnología de medición de presión indirecta, que presenta a los distintos tipos de equipos, sus ventajas y desventajas. La segunda sección presenta la metodología empleada para esta evaluación, incluyendo el protocolo experimental. Posteriormente se presentan los resultados, junto con los valores obtenidos de las medias y desviaciones estándar. La cuarta sección presenta una discusión acerca de los resultados, incluyendo los resultados de las pruebas de hipótesis realizadas. La sección final presenta las conclusiones de este estudio, las implicaciones de estas y perspectivas a futuro.

TECNOLOGÍAS EN USO

Los monitores de presión arterial se dividen en cinco categorías⁷⁻⁹.

Esfigmomanómetros de mercurio: Es el estándar para la medición de la presión arterial. Es durable, fácil de leer y no requiere ajustes frecuentes. El mecanismo es simple y funciona a base de gravedad. Proporciona medidas confiables y repetibles.

Desventajas: Debido a la toxicidad del mercurio, no se recomienda para uso casero y aun en los hospitales existe la presión para reemplazarlos por dispositivos sin esta toxicidad potencial. En caso de fugas de mercurio, éste debe considerarse como un desecho tóxico y tratarse como tal. Puede ser inadecuado para algunas personas que no

puedan inflar bien el brazalete y para personas con dificultades visuales o auditivas, ya que puede ser difícil leer el menisco en la columna de mercurio. El sistema es sensible al posicionamiento, que debe ser completamente vertical.

Equipo anerode para la presión arterial: Este tipo de equipo se utiliza regularmente en el consultorio médico. Se debe inflar la correa, establecer el ritmo de deflación, y escuchar en el estetoscopio el sonido del paso de flujo sanguíneo a través de la arteria. En el calibrador se observa a qué presión inicia y termina el sonido. Estos aparatos son incómodos para usarse, y aún cuando no son caros y sí son seguros, se considera que la mayoría de las personas prefiere usar dispositivos electrónicos para el monitoreo de la presión arterial en el hogar.

Sus desventajas son el hecho de ser mecanismos relativamente delicados. Es necesario calibrar con un esfigmomanómetro de mercurio a distintas presiones a lo largo de la escala. Puede ser muy difícil de utilizar por los pacientes con deficiencias auditivas o visuales o para quien deba inflar adecuadamente los brazaletes.

Monitores electrónicos de inflado manual: Estas unidades automatizan el proceso de medición de la presión arterial. Aun cuando es necesario inflar la correa manualmente, antes de tomar la lectura, la presión arterial se obtiene de manera automatizada, con lo que se elimina la necesidad de contar con un estetoscopio, y se obtiene la lectura digital de la presión arterial (sistólica y diastólica) y lecturas de pulso.

Monitores electrónicos de inflado automático: Estas unidades representan la mejor combinación de exactitud y comodidad para la mayoría de las personas. La inflación automática resulta más cómoda y permite que las personas con artritis, puedan monitorear su presión arterial sin dolor. Algunos modelos de este dispositivo, incluyen memoria para guardar la última lectura, o impresora, para el registro permanente de las lecturas.

Monitores de presión arterial en forma de pulsera: Estos modelos, compactos y cómodos, permiten tomar la presión arterial rápidamente y con certeza. El fácil uso de estos monitores, ha contribuido al rápido crecimiento del segmento de monitores de presión arterial. Como no es necesario quitarse la chamarra o el suéter, es mucho más rápido que los modelos que se usan en el antebrazo. Las pulseras generalmente son más seguras que las unidades digitales (dedo índice), debido al mayor flujo sanguíneo, y es menos probable que los factores ambientales afecten la lectura de la parte de la muñeca.

Sobre las ventajas de estos equipos, en general se puede decir que en los equipos automáticos se requiere menor habilidad manual para su uso que los sistemas separados de manómetros y estetoscopios. De esta manera se minimiza el error humano, especialmente para el uso particular de los pacientes con deficiencias auditivas o visuales.

Las desventajas son que los mecanismos son más caros y más frágiles. La exactitud de los dispositivos debe ser calibrada contra un esfigmomanómetro de mercurio. En algunos casos, los dispositivos son incapaces de detectar las señales en todos los individuos. Los movimientos corporales pueden afectar la exactitud. Se requiere un posicionamiento muy cuidadoso de los brazaletes.

NORMAS

Según las normas de la American Heart Association (AHA) para la medición de la presión arterial (PA), la PA debe medirse varias veces en distintas ocasiones con el paciente sentado, empleando un esfigmomanómetro de mercurio o algún otro dispositivo no invasivo. La exactitud de los dispositivos que no emplean mercurio debe de asegurarse por medio de una comparación periódica con un esfigmomanómetro de mercurio. Los siguientes procedimientos deben seguirse⁹⁻¹¹.

- Permitir que el paciente permanezca sentado durante varios minutos antes de medir la PA
- Usar la fase 5 de los ruidos de Korotkoff (desaparición del sonido) para medir la presión diastólica.
- Poner el brazalete del esfigmomanómetro al nivel del corazón independientemente de la posición del paciente.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se empleó un esfigmomanómetro oscilográfico marca Mark of Fitness (Mark of Fitness, Inc. Shrewsbury NJ), modelo MF-50, que tiene las siguientes características:

- Este monitor es apropiado para lecturas de presión sistólica y diastólica, y pulsaciones. Tiene una exactitud reportada de ± 3 mmHg.
- El tamaño ajustable de la correa digital, permite que se tome la presión a la mayoría de las personas.
- Se ajusta a circunferencia de dedos de 2.1 a 3 pulg. (55-75 mm).

El esfigmomanómetro estándar empleado para la medición de la presión arterial por los ruidos de Korotkoff fue un esfigmomanómetro marca Adex.

Las poblaciones bajo estudio fueron dos conjuntos de voluntarios sanos (estudiantes universitarios) separados por sexo. La muestra de hombres fue de 10 sujetos con edad promedio de 19.5 años y desviación estándar $S = 1.78$ (Los valores correspondientes a los datos de un estudiante fueron eliminados debido a que su edad de 28 años se alejaba significativamente de las edades de los demás). La muestra de mujeres fue de 11, con edad promedio de 19.09 y $S = 1.97$.

Los sujetos voluntarios se escogieron cuidadosamente para poder efectuar los experimentos bajo las condiciones más parecidas posibles. Las mediciones se efectuaron todas a la misma hora para evitar efectos debidos a variaciones circádicas de la presión.

La adquisición de los valores de presiones arteriales siguió las normas de la AHA, ya mencionadas anteriormente además de seguir el mismo protocolo para ambos sistemas de medición.

Después de explicar el funcionamiento del esfigmomanómetro se procedió a efectuar una sesión de entrenamiento, donde se efectuaron tres mediciones a cada sujeto para que tanto el sujeto bajo prueba como el responsable de la medición estuviera bien familiarizado con el protocolo y para eliminar errores en la medición, tales como la introducción de artefactos de movimiento, el desinflado demasiado rápido del brazalete o el posicionamiento incorrecto del esfigmomanómetro. Las mediciones no fueron sucesivas, sino que se dejó un intervalo de al menos tres minutos entre éstas. Esta sesión también sirvió para verificar la existencia de la repetibilidad entre las mediciones.

Después de la sesión de entrenamiento, se llevó a cabo una sesión de medición bajo condiciones controladas de ruido y posición del paciente, empleando ambos esfigmomanómetros, pero permitiendo un intervalo de tiempo de al menos tres minutos entre las dos mediciones. Los valores sistólicos y diastólicos fueron registrados, así como la existencia o no de anomalías durante el proceso de medición. Los valores de las presiones obtenidas se presentan en la sección de resultados.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos se muestran en los Cuadros 1 y 2: El Cuadro 1 muestra los valores para

la población tanto de hombres como de mujeres, tomada bajo el método de referencia (Korotkoff). El Cuadro 2 muestra los valores obtenidos para las mismas poblaciones, pero para el método oscilográfico.

Algunos de los valores obtenidos fueron eliminados de la muestra debido a que existieron problemas en las condiciones bajo las cuales fueron obtenidos. Algunos valores extremos (outliers) alejados de la media de los valores no se tomaron en cuenta. Por ejemplo, los datos de una voluntaria que el día de la medición se encontraba enferma, con gripe, fiebre y malestar general, o bien en los casos donde el sistema oscilográfico no podía efectuar un registro debido a problemas con el diámetro del dedo del sujeto bajo estudio.

Las Figuras 1, 2, 3, y 4 presentan los valores de las presiones arteriales tal y como fueron medidos para ambos métodos para las presiones sistólicas y diastólicas en los grupos de hombres y mujeres.

Cuadro 1. Valores de la presión arterial (en milímetros de mercurio) medidos por el método de los ruidos de Korotkoff.

Hombres Sistólica	Hombres Diastólica	Mujeres Sistólica	Mujeres Diastólica
110	75	110	80
110	75	110	70
110	70	100	60
120	82	110	80
125	88	100	70
122	68	100	70
120	60	110	60
110	70	100	60
112	72	100	70
118	73	88	60
		114	72

Cuadro 2. Valores de la presión arterial (en milímetros de mercurio) medidos por el método oscilométrico.

Hombres Sistólica	Hombres Diastólica	Mujeres Sistólica	Mujeres Diastólica
110	75	114	74
107	71	100	80
121	80	100	69
106	78	101	68
119	90	108	81
122	74	109	73
105	82	95	70
121	77	103	75
123	80	100	69

A simple vista, lo que se puede observar es que para las presiones sistólicas en hombres, existe una dispersión relativamente grande para ambos tipos de medición. Aparte de esto, es difícil distinguir diferencias en las metodologías a partir de la distribución de los datos, aunque en el caso de los hombres para la presión diastólica sí parece existir una diferencia entre los valores. Los resultados del estudio en función de las medias y desviaciones estándar se presentan en el Cuadro 3.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El análisis estadístico de los datos nos debe proporcionar información acerca de los valores medios de la presión arterial en ambas poblaciones. La selección rigurosa de la muestra de la población, la homogeneidad de la misma y los criterios cuidadosos de inclusión deben eliminar cual-

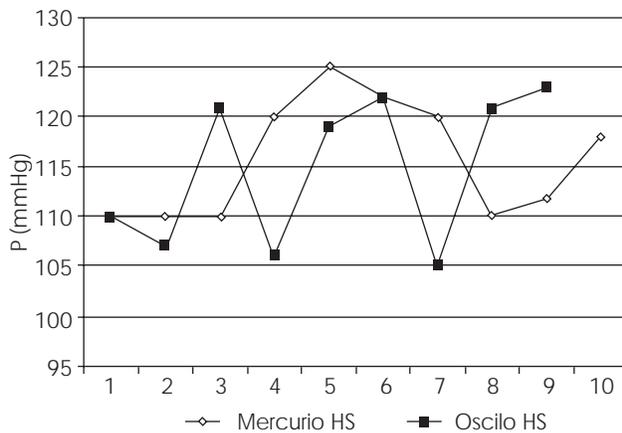


Figura 1. Medición de la presión sistólica en hombres.

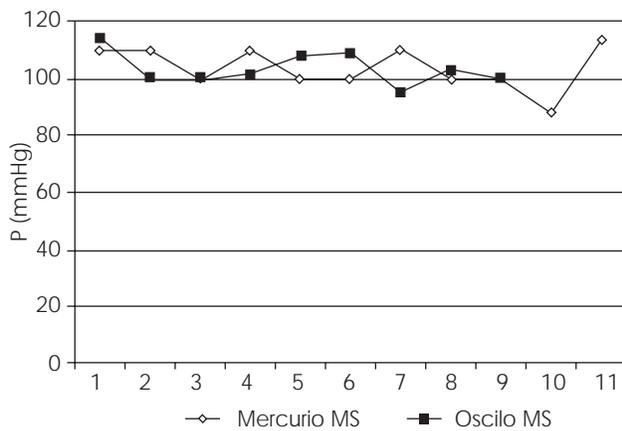


Figura 2. Medición de la presión sistólica en mujeres.

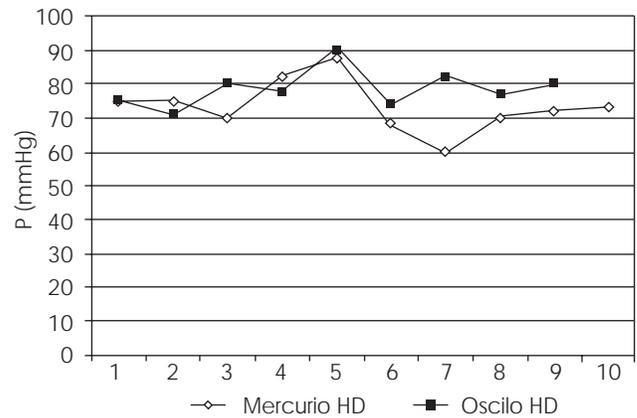


Figura 3. Medición de la presión diastólica en hombres.

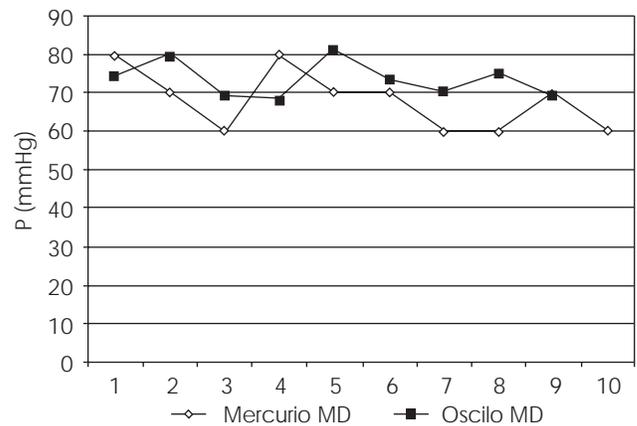


Figura 4. Medición de la presión diastólica en mujeres.

quier tipo de variación dentro de los valores medidos que no sea debida a las diferencias intrínsecas de la metodología. Dentro del experimento, se considera que la repetibilidad de las mediciones no está bajo discusión, de tal manera que una vez que se comprobó esta característica, se hicieron mediciones únicas para cada sujeto de tal manera que se eliminaran los problemas en mediciones sucesivas (donde hay peligro de tener datos falsos al haber colapso arterial). Adicionalmente, se efectuaron pruebas estadísticas adecuadas para el número de datos analizados. Es por esto que se considera adecuado el estudio con un número restringido de datos, pero todos bajo un ambiente controlado.

El análisis estadístico apropiado para el caso de comparación entre medias se realiza por medio de una prueba tipo t. En este caso, al tener números de muestras distintos para los distintos casos, se emplea una prueba t sin parrear (unpaired t-test).

Cuadro 3. Valores promedio y desviaciones estándar de los dos métodos bajo análisis.

Korotkoff: Hombres Sistólica	Korotkoff: Hombres Diastólica	Korotkoff: Mujeres Sistólica	Korotkoff: Mujeres Diastólica
Media = 115.7 S = 5.88	media = 73.13 S = 4.36	media = 103.81 S = 7.61	media = 65.78 S = 5.52
Oscilométrico: Hombres Sistólica media = 110 S = 10.23	Oscilométrico: Hombres Diastólica media = 78.56 S = 5.48	Oscilométrico: Mujeres Sistólica media = 103.73 S = 5.55	Oscilométrico: Mujeres Diastólica media = 73.22 S = 4.79

Los resultados de una comparación entre medias entre los valores de las presiones diastólicas para ambos métodos de medición proporcionan los valores siguientes:

Para los datos de valores para la muestra de hombres, el valor de P es igual a 0.0406. Lo cual se considera como un valor estadísticamente significativo para un intervalo de confianza de un 95%. La media de HOD (hombres, presión diastólica, método oscilométrico) menos HKD (método de Korotkoff) es igual a 5.43. El intervalo de confianza del 95% para esta diferencia está entre 0.27 al 10.60.

Para los datos de valores para la muestra de mujeres, el valor de P es igual a 0.0075. Lo cual se considera como un valor muy significativo estadísticamente para un intervalo de confianza de un 95%. La media de MKD (mujeres, presión diastólica, método de Korotkoff) menos MOD es igual a -7.44; . El intervalo de confianza del 95% para esta diferencia está entre -12.61 y -2.28.

Para el caso de los valores correspondientes a las presiones sistólicas, las diferencias resultaron no ser significativas.

Para los datos de valores para la muestra de hombres, el valor de P es igual a 0.7979. Lo cual se considera como un valor no significativo estadísticamente para un intervalo de confianza de un 95%. La media de HOS (hombres, presión sistólica, método oscilométrico) menos HKS (método de Korotkoff) es igual a -0.81. El intervalo de confianza del 95% para esta diferencia está entre -7.39 al 5.77.

Para los datos de valores para la muestra de mujeres, el valor de P es igual a 0.8774. Lo cual se considera como un valor no significativo estadísticamente para un intervalo de confianza de un 95%. La media de MKD (mujeres, presión diastólica, método de Korotkoff) menos MOD (mujeres, presión diastólica, método oscilométrico) es igual a 0.48. El intervalo de confianza del 95% para esta diferencia está entre -6.03 y 7.00.

Adicionalmente, se efectuó un análisis de mínimas diferencias significativas (LSD) de Tukey, derivado de un análisis de varianza. Los resultados de este análisis concuerdan con los resultados derivados de la prueba t de Student. Los datos para los valores de presión diastólica se muestran en el Cuadro 4 tanto para hombres como para mujeres. El valor F para el caso de hombres y presión diastólica es de 5.77, mientras que los valores LSD de Tukey son $0 = 0.05 = 4.78$ y $0 = 0.01 = 6.59$. En el caso de mujeres, el resultado también es concordante con los valores de la prueba t de Student a un nivel muy significativo: El valor F es de 9.73, mientras que los valores LSD de Tukey son de $0 = 0.05 = 5.05$ y $0 = 0.01 = 6.95$ respectivamente. Para los casos de las presiones sistólicas, los resultados no muestran diferencias significativas con esta prueba.

Estos resultados indican que el sistema electrónico bajo estudio presenta valores por debajo de las mediciones con el método estándar o de referencia. Estas diferencias son estadísticamente significativas y están de acuerdo con otros estudios reportados en la literatura¹²⁻¹⁵, donde los sistemas basados en el método oscilográfico del pulso del dedo índice muestra resultados por abajo de los valores normales. Con relación a los va-

Cuadro 4. Valores de sumas de cuadrados y raíz cuadrática media para el análisis de varianza y diferencias significativas mínimas de Tukey.

P. diastólica, hombres	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Raíz cuadrática media
Entre	1	139,67	1398,67
Dentro	17	411,32	24,19
Total	18	550,99	
P. diastólica, mujeres			
Entre	1	262,19	262,19
Dentro	17	457,79	26,92
Total	18	719,98	

lores estándar admitidos por las agencias reguladoras de JUL. y del Reino Unido, los valores obtenidos se encuentran justo en el umbral de rechazo (5 mmHg de diferencia en los valores medidos contra el estándar).

Por otro lado si evaluamos el desempeño del sistema alternativo por el número de casos falsos positivos o negativo tenemos que considerar lo siguiente: La presión arterial sistólica/diastólica en un sujeto adulto joven sano es de 120/80 mm de Hg, medida con la técnica de Korotkoff y el diagnóstico de hipertensión se realiza cuando se obtienen valores iguales o superiores a 140 y 90 mm Hg en la presión arterial sistólica y/o diastólica respectivamente. Por lo tanto, una diferencia (ΔP) de 10 mm de Hg en la presión diastólica medida con una técnica alternativa a la de Korotkoff puede ser crítica para el paciente. Con la técnica oscilométrica, de 18 casos, en 7 se obtuvieron valores de $\Delta P \geq 10$ mm de Hg en la presión diastólica con respecto a la de Korotkoff, siendo superior en 6 casos e inferior en 1 caso. Por lo anterior, el diagnóstico de hipertensión con el empleo de la técnica oscilométrica tiene que ser confirmado con la técnica de Korotkoff ya que puede tratarse de un caso falso positivo. Con respecto a la presión sistólica, la diferencia $\Delta P \geq 10$ mm de Hg entre ambas técnicas se encontró en 5 casos, pero no parece ser crítica en el diagnóstico de falsos positivos o negativos ya que la diferencia de presiones entre sujetos normotensos e hipertensos es mayor al valor de ΔP obtenido. Sin embargo, para el seguimiento de pacientes hipertensos sí lo es, ya que la clasificación de la hipertensión en ligera ((140-160)/(90-104)), moderada ((161-200)/(105-114)) y grave ((200)/(115)) es importante para el pronóstico y tratamiento del paciente; una diferencia de $\Delta P \geq 10$ mm de Hg podría diagnosticar erróneamente el tipo de hipertensión. En conclusión, el empleo de la técnica oscilométrica de medición de la presión arterial presenta limitaciones como método alternativo ya que puede diagnosticar principalmente falsos positivos en un porcentaje importante de pacientes. Asimismo, puede clasificar erróneamente el tipo de hipertensión.

Estas coincidencias en los resultados refuerzan la conclusión que el método oscilométrico en estos sistemas electrónicos es útil únicamente para monitoreo de tendencias y no para sustituir el estándar de oro (gold standard) en la medición de presión arterial, dentro del medio ambiente hospitalario. Adicionalmente, la metodología em-

pleada en este trabajo puede ser útil dentro del ambiente hospitalario para la evaluación comparativa de distintos tipos de equipo que realizan funciones idénticas, como sería en el caso de comparación entre bombas de infusión, equipos de ultrasonido y otros.

BIBLIOGRAFÍA

- 1999 WHO-ISH. Hypertension practice guidelines for primary care physicians. World Health Organization-International Society for hypertension. *Journal of Hypertension* 1999; 17: 151-183.
- American Society of Hypertension. Recommendations for routine blood pressure measurement by indirect cuff sphygmomanometry. *American Journal of Hypertension* 1992; 5: 207-209.
- Frohlick ED, Grim C, Labarthe DR, et al. Recommendations for human blood pressure determination by sphygmomanometers. Report of a special task force appointed by the Steering Committee, American Heart Association. *Hypertension* 1988; 11: 209A-222A.
- Markandu NK, Whitchee F, Arnold A, Carney C. The mercury sphygmomanometer should be abandoned before it is proscribed. *Journal of Human Hypertension* (2000) 14: 31-36.
- Wright EW. Sphygmomanometers: Internal Analysis of Different Technologies; by Welch Allyn, Inc. Welch Allyn, Inc. publication, 1/11/2000.
- Rotch, et. al. Blood pressure monitoring with home monitors versus mercury sphygmomanometer. *Annals of Pharmacotherapy* 2001; 35: 817-822.
- Beevers G, Lip YH, O'Brien E. ABC of Hypertension Blood pressure measurement. Part I Sphygmomanometry: factors common to all techniques. *BMJ*, 2001; 22(21): 981-95.
- Curb JD, Labarthe DR, Cooper SP, Cutter GR, Hawkins CM. Training and certification of blood pressure observers. *Hypertension* 1983; 32: 510-614.
- Association for the Advancement of Medical Instrumentation (1987), American National Standard for electronic Automated Sphygmomanometers. Washington D.C., U.S.A. AAMI.
- O'Brien E, et al. The British Hypertension Society protocol for the evaluation of automated and semi-automated blood pressure measuring devices with special reference to ambulatory systems. *Journal of Hypertension*, 1990; 8: 607-619.
- E. O'Brien Blood pressure measurement, J a Majors Co (Mar 1, 1999) ISBN: 0727913743.
- Selenta C, Hogan BE, Linden W. How often do office blood pressure measurements fail to identify true hypertension? An exploration of white-coat normotension. *Arch Fam Med*. 2000; 9(6): 533-40.
- Moser, M. (1983). High blood pressure and what you can do about it. New York: The Benjamin Company, Inc.
- Labarthe DR, Hawkins CM, Remington RD. Evaluation of performance of selected devices for measuring blood pressure. *Am J Cardiol* 1973; 32: 546-553.
- Ho TF, Yip WC, Tay JS. Automated blood pressure reading: Its claims and its reliability. *Ann Acad Med Singapore* 1983; 12: 606-608.