



## DIAGNÓSTICO DE LOS INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA LA MEDICIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL EN LOS PACIENTES ATENDIDOS EN UN CENTRO MÉDICO

MIGUEL ÁNGEL LÓPEZ ARRIQUIVEZ, MARTÍN CHÁVEZ MORALES,  
LUIS FELIPE ROMERO DESSENS, RAMÓN ALBERTO LUQUE MORALES

*En los sistemas de salud se dispone de una diversidad de instrumentos, procedimientos, pacientes y competencias técnicas del personal que realiza mediciones. Los elementos pueden tener una influencia significativa en los datos obtenidos pudiendo presentar variabilidad con respecto a las condiciones reales de salud de los pacientes, lo que se puede reflejar en información incorrecta, influyendo en la toma de decisiones equivocadas al momento de diagnosticar y proporcionar terapias a los pacientes. Lo anterior puede deteriorar la salud de los pacientes atendidos y, por consecuencia, su calidad de vida. Este artículo muestra los resultados de una auditoría administrativa de las condiciones metrológicas que deben tener todos los instrumentos de medición de acuerdo a la LFMN, así como de sus características físicas de acuerdo a la normatividad mexicana.*

M.I. MIGUEL ÁNGEL LÓPEZ ARRIQUIVEZ  
Correo: mlopez@industrial.uson.mx  
M.C.I. MARTÍN CHÁVEZ MORALES  
Correo: mchavez@industrial.uson.mx  
DR. LUIS FELIPE ROMERO DESSENS  
Correo: lromero@industrial.uson.mx

M.C. RAMÓN ALBERTO LUQUE MORALES  
Correo: rluque@industrial.uson.mx  
Universidad de Sonora, Departamento de  
Ingeniería Industrial

\*Autor para correspondencia: Miguel Ángel López Arriquivez  
Correo electrónico: mlopez@industrial.uson.mx  
Recibido: 12 de marzo de 2013  
Aceptado: 6 de julio de 2013  
ISSN: 2007-4530



## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de medición son el conjunto de procedimientos, instrumentos, personal y condiciones ambientales necesarias para realizar una medición. Por lo tanto, el control de estos factores son de gran importancia, porque permite tener confiabilidad de los datos obtenidos; se debe garantizar que estos datos de medición representan las condiciones reales de salud de los pacientes. Así pues los profesionales de salud deben utilizar un sistema de medición confiable que les permita en la medida de su competencia tomar decisiones correctas, logrando asegurar que los diagnósticos y tratamientos proporcionados se encuentren en concordancia con la condición de salud de los pacientes atendidos.

En el Plan Nacional de Salud de México (1) se establece que la protección de la salud de los mexicanos requiere de estrategias integrales que fortalezcan y amplíen la lucha contra los riesgos sanitarios y favorezcan la cultura de la salud y el desarrollo de oportunidades para elegir estilos de vida saludables, mediante la prestación de servicios de salud con calidad y seguridad.

Las mediciones de la presión arterial, temperatura corporal y la frecuencia de los latidos del corazón en los pacientes son mediciones realizadas por los profesionales de salud de forma rutinaria y son consideradas como parámetros que determinan la condición de salud de los pacientes. Desde la antigüedad, la presencia del pulso arterial se ha entendido como un signo fundamental de la vida (2).

Adicionalmente, la caracterización de parámetros de la composición de la sangre y orina, al igual que las mediciones eléctricas que sirven para determinar el estado del corazón, del cerebro y de los músculos, son prácticas comúnmente empleadas por los profesionales de salud en el diagnóstico y posterior tratamiento de los pacientes, donde el diseño e implementación de los sistemas de aseguramiento de las mediciones generan confiabilidad de los datos obtenidos. También reflejan la información de salud real de los pacientes, permitiendo a los profesionales de la salud la aplicación de sus conocimientos para la generación de una calidad de vida saludable a los pacientes atendidos en los diferentes sistemas de salud.

En el Foro de Metrología para el Sector Salud (3) se identificó la necesidad de establecer laboratorios de calibración específicos para el área médica a nivel nacional. Esta necesidad se hace más evidente ya que, de acuerdo al Departamento de Comercio de los EUA, la comercialización y uso de instrumentos de medición rehabilitados o de segunda mano en clínicas y hospitales en México se está incrementando. Sin embargo, no se tiene conocimiento de que estos equipos sean evaluados metrologicamente antes de ser utilizados en servicios médicos. Además señalan la necesidad de establecer mecanismos que permitan asegurar la calidad y evaluar los diferentes instrumentos de medición utilizados para brindar servicios de salud, ya que las mediciones realizadas con estos

instrumentos tiene una gran influencia directamente en la calidad del diagnóstico y/o efectividad del tratamiento proporcionados.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para efecto de esta investigación se verificaron las características metrologías de los instrumentos utilizados para la medición de la presión arterial, esfigmomanómetros (Figura 1). La información proporcionada por las mediciones realizadas con estos instrumentos debe reflejar la condición de los parámetros de salud de los pacientes y debe permitir a los profesionales de salud tomar decisiones confiables en los diagnósticos y tratamientos necesarios para cubrir las necesidades de salud de los pacientes atendidos. Los servicios de salud tienen una posición única entre otros servicios debido a la propia naturaleza de los riesgos altamente involucrados (4), los cuales generalmente puede ocasionar la pérdida de la vida o el deterioro de la salud de los pacientes, lo que genera una disminución de su calidad de vida.



Figura 1. Esfigmomanómetro.

Los sistemas de salud deben contar con instrumentos, procedimientos de medición estandarizados y programas de aseguramiento de la calidad de las mediciones de acuerdo con las características de los pacientes. Las fuentes de variabilidad en una medición podrían deberse al mismo procedimiento (instrumentos de medida, factores ambientales), al observador (metodología de medición, déficit sensitivos) y al sujeto observado (5). El presente artículo tiene como objetivo general identificar las condiciones metrologías de los instrumentos utilizados para la medición de la presión arterial, lo cual permita definir las estrategias que nos permitan incrementar la confiabilidad de las mediciones realizadas.

Es importante que todos los instrumentos utilizados en cualquier medición cuenten con la información visible y las características físicas que demuestren que sus resultados de medición son trazables y confiables, como se establece en el artículo 11 de la LFMN (6).



## JUSTIFICACIÓN

Cuando se toman en cuenta los datos obtenidos a partir de una medición no confiable, se pueden presentar dos tipos de errores en el análisis de la información generada, los cuales son:

**DATOS FALSOS POSITIVOS:** Estos datos generan diagnósticos erróneos cuando se determina que el paciente presenta hipertensión y en realidad no la tiene. Esto implicaría proporcionar al paciente medicamentos que no requiere, pudiendo ocasionar otros padecimientos de salud, así como un alto costo al suministrar medicamentos no necesarios.

**DATOS FALSOS NEGATIVOS:** Estos datos generan una información ala especificar al paciente con un diagnóstico de sano cuando en realidad es hipertenso, lo cual implicaría que, al no proporcionarle los tratamientos adecuados, los pacientes pueden presentar una enfermedad degenerativa que afecte su calidad de vida.

El Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud, CENETEC (7), estableció que la importancia de la correcta medición de la presión arterial reside en el hecho de que con un error sistemático de medición, como podría ser la subestimación de 5 mm/Hg de la presión arterial real, podría traducirse en que 21 millones de personas no están recibiendo tratamiento antihipertensivo; lo anterior significa que serán candidatos a la presentación de complicaciones por hipertensión arterial. Por el contrario, un error sistemático de medición de 5 mm/Hg por arriba de la presión arterial real, podría clasificar erróneamente a 27 millones de personas como hipertensas cuando no lo son y exponerlos a los riesgos que implica la prescripción de medicamentos antihipertensivos a personas que no lo requieren.

La hipertensión es una de las enfermedades más comunes en todo el mundo que afligen a los seres humanos debido a la morbilidad y mortalidad. La medición de la

presión arterial es el método principal para la detección de la hipertensión en los pacientes y de los padecimientos correlacionados.

En México, de acuerdo a la estadística de mortalidad de 2008 elaborada por el Sistema Nacional de Información de Salud (8) las causa de mortalidad por enfermedades hipertensivas se encuentran en el séptimo lugar de las causales con un 2.9 % (15,698 defunciones). La primera causa de mortalidad es la diabetes mellitus con un 14,0 % (75,572 defunciones), caracterizada por el incremento de padecimientos del corazón, cerebro vasculares y la insuficiencia renal. En el año 2000, la prevalencia de diabetes fue de 7,5% y la de hipertensión fue de 30,7%; así mismo casi la mitad de los adultos con diabetes tenían hipertensión (9). Actualmente el 8 % de los adultos mayores a veinte años la padecen (1). La segunda causa de mortalidad son las enfermedades isquémicas del corazón, con un 11.1 % (79,579 defunciones) que se caracteriza por una disminución de aporte de oxígeno al corazón por consecuencia de obstrucción y/o estrechamiento de las arterias coronarias. La tercera causa es por enfermedades cerebro vasculares con un 5.6 % (30,212 defunciones), de un total de 538,288 defunciones registradas en México durante el 2008.

La diabetes y las enfermedades isquémicas del corazón y las cerebro vasculares son los principales factores de riesgo de muerte en los pacientes. Por lo tanto la medición de la presión arterial confiable nos proporciona una información que permite poder realizar diagnósticos adecuados y a tiempo a los pacientes y evitar los riesgos a la salud provocados por estos padecimientos. La hipertensión arterial también influye en el desarrollo de las enfermedades isquémicas del corazón y las enfermedades cerebro-vasculares (1).

El funcionamiento adecuado de los establecimientos de atención médica está en relación directa con los

conocimientos, habilidades, destrezas, motivación y ética del personal de salud, para que utilice adecuadamente la tecnología que se pone a su disposición como parte de la infraestructura y equipamiento (10).

Dentro de los servicios de salud, la capacidad de los prestadores de servicios de hacer juicios confiables es, de hecho, una habilidad esencial y crítica (11), por lo cual las mediciones de la presión arterial deben identificar las condiciones reales de los pacientes, para que los diagnósticos generados estén en concordancia con el estado de salud de los pacientes.

## METODOLOGÍA

Para lograr los objetivos de la investigación desarrollada se determinaron las condiciones metrológicas de los esfigmomanómetros utilizados para la medición de la presión arterial en las diferentes áreas de un centro médico mediante la siguiente herramienta de auditoría.

### Auditoría de instrumentos de medición

A fin de adquirir la información de interés se realizó una auditoría de los instrumentos de medición de la presión arterial existentes dentro de las instalaciones del centro médico, verificando el cumplimiento con las características metrológicas establecidas en la guía de verificación (Figura 2).

TIPO:	<input type="text"/>		
INSTRUMENTO:	<input type="text"/>		
MARCA:	<input type="text"/>	MODELO:	<input type="text"/>
SERIE:	CALIBRACIÓN:	SI	NO
FECHA DE PUESTO EN SERVICIO:	<input type="text"/>	CONDICIÓN:	<input type="text"/>
FECHA CALIBRACIÓN:	<input type="text"/>	EMPRESA:	<input type="text"/>
UBICACIÓN:	<input type="text"/>	# MEDICIONES (Día):	<input type="text"/>
DIMENSIÓN DE MANGUITO (cm):	ANCHO	<input type="text"/>	LARGO
LOCALIZACIÓN:	<input type="text"/>	# USUARIOS:	<input type="text"/>
PROGRAMA DE CALIBRACIÓN:	SI	NO	# INSTRUMENTO:
	<input type="text"/>		<input type="text"/>

Figura 2. Guía de verificación de auditoría

## RESULTADOS

3A continuación se muestran los resultados obtenidos mediante la aplicación de la auditoría de los instrumentos en el centro médico. Durante el desarrollo de la investigación se utilizó la Estadística Descriptiva como herramienta para el análisis de los datos por medio de la generación de gráficas, por ser una de las formas más rápidas y eficiente para la realización de los análisis correspondientes.

El centro médico nos proporcionó el inventario de instrumentos de medición con los que cuentan en cada área especificada. De acuerdo a este inventario, que da un total de cincuenta instrumentos de medición, se realizó una auditoría de veinte instrumentos (40 %) de tipo monitor (Figura 3).

ÁREAS	CANTIDAD DE INSTRUMENTOS
URGENCIAS	6
UCI ADULTOS	2
UTI ADULTOS	4
GINECOLOGÍA	2
PEDIATRÍA	13
MEDICINA	6
CIRUGÍA	8
UCIP	3
UCIN	6

Figura 3. Inventario de instrumentos de medición de la presión arterial por ubicación.

Además de los instrumentos inventariados, se localizaron otros en las áreas mencionadas de tipo aneroides de pedestal y empotrados en la pared no inventariados, dando un cantidad de diecisiete instrumentos de medición; de igual manera se les aplicó la guía de verificación correspondiente.

No se auditaron todos los instrumentos por encontrarse localizados en áreas de acceso controlado o por las condiciones de salud de los pacientes a los cuales se les realizaban las mediciones.

Se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la auditoría en donde se agrupó la información específicamente en dos características metrológicas normalizadas que deben cumplir los instrumentos de medición correspondientes a la trazabilidad de la mediciones (sistema de calibración de los instrumentos) y dimensiones de los manguitos (brazalete). Por consiguiente, la obtención de la información que nos permitiera un análisis de los resultados más precisa y una mejor determinación de las conclusiones y recomendaciones, correspondiente a los datos requeridos



por la herramienta, se pueden observar a continuación.

Es importante remarcar que los resultados, de acuerdo a la estadística descriptiva utilizada, nos muestra la tendencia generalizada de que los instrumentos no presentan ningún control administrativo y necesario para demostrar la trazabilidad de las mediciones realizadas y que se puede propagar esta ineficiencia a los otros tipos de instrumentos de medición requerido en los sistemas de salud.

### Resultado 1. Sistema de calibración

Se encontró que los veinte instrumentos tipo monitor y los diecisiete tipo aneroides no contaban con ninguna referencia física (etiqueta de calibración) que demostraran que los instrumentos habían sido calibrados interna o externamente. Por consiguiente, no contaban con la fecha de calibración, nombre del laboratorio de calibración utilizado, así como tampoco un programa de calibración autorizado e implementado.

La totalidad de los instrumentos auditados no contaban con ninguna información visible que demostrara la trazabilidad de las mediciones realizadas, lo cual demuestra que los datos obtenidos no son confiables, desde un punto de vista metrológico.

### Resultado 2. Dimensión de manguito

El manguito es la cámara o bolsa de insuflación por compresión (parte que comprime la arteria externamente lo cual interrumpe el paso de la sangre formada por una cubierta inelástica pero flexible). Por las características de su función es importante que sus dimensiones y las características de los pacientes sean las adecuadas.

Se encontró una gran diversidad de dimensiones de los manguitos en las diferentes áreas auditadas. Las dimensiones van desde 14.5 x 27.0 cm, que son los de dimensiones más grandes, hasta de 2.5 x 7.0 cm, los cuales son los más pequeños, (Figura 4).

Comparando las dimensiones de los manguitos encontrados con las especificaciones establecidas con respecto al tipo de paciente o dimensiones del brazo establecido en la figura 5 para que los resultados obtenidos por las mediciones sean confiables.

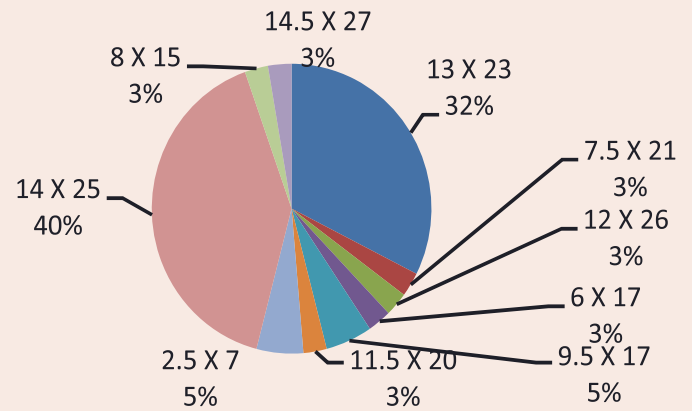


Figura 4. Dimensiones de manguito

Las diferencias entre el tamaño del manguito y la dimensión del brazo pueden generar errores falso positivos o falso negativos según sea el caso, como se indica en el punto 3.

Tipo de paciente	Circunferencia del brazo (cm)	Manguito	
		Ancho (cm)	Largo (cm)
Neonato	5.0 – 7.5	3	5
Preescolar	7.5 – 13.0	5	8
Escolar	13.0 – 20.0	8	12
Adulto	24.0 – 32.0	13	24
Adulto grande	32.0 – 42.0	17	32
Muslo	42.0 -50.0	20	43

Figura 5. Tamaños de manguito. CENETEC.

No se observaron manguitos con las dimensiones exactas establecidas. Las que más se acercan son las de los manguitos de 13 X 23 cm y 14 x 25 para ser utilizados por pacientes adultos con dimensiones del brazo entre 24 – 32 cm que fueron un total de doce instrumentos (32%) y quince instrumentos (40%) respectivamente, utilizados en las áreas de urgencias, medicina, cirugía y pediatría. Los demás manguitos (28%) se encuentran fuera de las especificaciones establecidas por el CENETEC, por lo cual pueden presentar datos no confiables.

### CONCLUSIONES

La aplicación de la metodología tiene como objetivo demostrar si las decisiones tomadas por el personal de salud en el diagnóstico y en los tratamientos proporcionados a los pacientes son realizadas mediante el uso de instrumentos con características metrológicas confiables. Es importante aclarar que estas conclusiones se establecen desde un punto de vista metrológico, es decir

apegados a las características metrológicas y normalizadas que deben tener todos los instrumentos de acuerdo a la LFMN (6) y la normatividad mexicana.

Los resultados muestran, a partir de la aplicación de la herramienta, que existe suficiente evidencia obtenida a partir de la estadística descriptiva utilizada para el análisis de los datos, que las mediciones no son confiables. Los instrumentos auditados no proporcionan datos metrológicamente válidos, no se encontró evidencia de que los instrumentos se encuentren calibrados, lo cual es una condición para demostrar que los instrumentos no pueden proporcionar datos reales de este parámetro de salud. Es importante considerar que las conclusiones son establecidas desde un punto de vista metrológico y no médico.

No se tiene un programa de calibración, se observaron instrumentos que no tenían número de serie, el cual es proporcionado por el fabricante, ni identificación única lo que dificulta conocer la rastreabilidad del instrumento cuando se considera importante. No se encontró información que indicara cuándo fueron puestos en servicio ni el número de mediciones realizadas por cada instrumento, por lo cual no se podría determinar la deriva del mismo. En general, todos los instrumentos tienen una condición buena en sus características físicas. Asimismo, se encontraron instrumentos fijos en la pared entre dos camas, los cuales no se utilizan por no tener accesorios apropiados para la distancia entre el paciente y el instrumento, además colocados en pedestales y no fijos lo cual pueden sufrir daños por el manejo inapropiado. Se encontraron dimensiones de manguitos de los instrumentos diferentes a las especificaciones establecidas por el CENETEC, que es el organismo responsable, dependiente de la Secretaría de Salud en México, del control de uso de este tipo de instrumentos de medición.

## RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados y a las conclusiones obtenidos, se recomienda diseñar un sistema de calibración con respecto a los instrumentos de medición, donde se elabore:

Un procedimiento de calibración aplicable para todos los tipos de instrumentos utilizados donde se asegure la trazabilidad de los patrones utilizados. Se tiene que considerar que se cuenta en el centro médico con un instrumento patrón que se puede utilizar para la calibración de los instrumentos, previa calibración correspondiente, validación del procedimiento de calibración interno, acondicionamiento del espacio físico y capacitación de personal específico para el aseguramiento de calibraciones por desarrollar, así como el diseño de un programa de calibración interna donde se encuentren incluidos todos los instrumentos utilizados en las áreas correspondientes.

Un procedimiento de identificación única de cada instrumento, a fin de que permita rastrear su uso y poder determinar su estatus de confiabilidad en cuanto a los

datos generados por las mediciones, así como el número de mediciones realizadas por cada instrumento y que éstos se puedan utilizar como indicativo para determinar la fecha de próxima calibración.

Un procedimiento técnico mediante la comparación de los resultados obtenidos por las mediciones de los instrumentos de medición de diferentes marcas y modelos, lo cual permita identificar los instrumentos más robustos y confiables, es decir, que no presenten errores de medición significativos, y que esto influya en la medida de lo posible en la adquisición de nuevos instrumentos requeridos por las diferentes áreas mediante el establecimiento de criterios técnicos de aceptación y no precisamente por criterios administrativos.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Secretaría de Salud (2007-2012). Plan Nacional de Salud (PNS). México.
- 2) Avolio, A. P, Butlin, M. and Walsh, A. (2009). Arterial blood pressure measurement and pulse wave analysis—their role in enhancing cardiovascular assessment, physiological measurement, Meas. 31 pp. R1–R47
- 3) CENAM-IMSS (2006). Foro de Metrología para el Sector Salud (FMSS). Recuperado el 05 de Julio de 2013, de <http://www.simet.gob.mx/fss/publico/presentaciones.htm>
- 4) Wan, E., Wan, R., Kamaruzaman, H.J. (2009). Service quality in health care setting. International Journal of Health Care Quality Assurance Vol. 22 No. 5, 2009, pp. 471-482.
- 5) Jiménez, J. (1994). Comparación de métodos cuantitativos de medida. FMC; 1: 404-410.
- 6) Ley Federal de Metrología y Normalización, LFMN (1992).
- 7) Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud, CENETEC (2007). Manual de calibración y mantenimiento de esfigmomanómetros. 40 p.
- 8) Vijayaraghavan, M., He, G., Stoddard, P., Schillinger, D. (2010). Blood pressure control, hypertension, awareness, and treatment in adults with diabetes in the United States-Mexico border region. Revista Panamericana de Salud Pública. 28(3):164–173.
- 9) NOM-178-SSA1-1998, Que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios. Diario Oficial de la Federación.
- 10) Greenfield, D., Pawsey, M., Naylor, J. and Braithwaite, J. (2008). Are healthcare accreditation surveys reliable? International Journal of Health Care Quality Assurance. Vol. 22, No. 2, pp.105-116.

