

Artículo original

## **Evaluación de concordancia entre esfigmomanómetros manuales y dispositivos automáticos en la medición de presión arterial**

Assessment of agreement between manual sphygmomanometers and automatic devices for blood pressure measurement

Daniela Abigail Cobo Álvarez<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3927-870X>

Iván Pimienta Concepción<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-7623-7499>

Carlos Valverde González<sup>2</sup> <https://orcid.org/0009-0008-4290-0281>

<sup>1</sup>Universidad Regional Autónoma de los Andes (UNIANDES Ambato). Ecuador

<sup>2</sup>Universidad Regional Autónoma de los Andes (UNIANDES Santo Domingo). Ecuador.

\*Autor para la correspondencia: [ua.danielacobo@uniandes.edu.ec](mailto:ua.danielacobo@uniandes.edu.ec)

### **RESUMEN**

**Introducción:** La precisión de las mediciones de presión arterial con esfigmomanómetros manual puede influenciarse por varios factores.

**Objetivo:** Evaluar la concordancia entre los esfigmomanómetros manuales y los dispositivos automáticos en la medición de la presión arterial sistólica y diastólica en pacientes adultos en Ecuador.

**Métodos:** Se analizaron 133 pacientes adultos de Ecuador. Se emplearon métricas como el coeficiente de correlación intraclase (CCI), el análisis de Bland-Altman y la regresión lineal para evaluar concordancias en la medición de presión arterial. Se calculó el coeficiente alfa de Cronbach para verificar consistencia interna y confiabilidad de las mediciones.

**Resultados:** Existió fuerte concordancia entre los métodos de medición de la presión arterial. Los coeficientes de correlación intraclase mostraron valores altos: 0,970 y 0,986 respectivamente para mediciones únicas, y aún más altos, 0,985 y 0,993 respectivamente para medidas promedio. Las pruebas F demostraron diferencias significativas entre los métodos en ambas mediciones. Además, los coeficientes alfa de Cronbach indicaron consistencia interna fuerte: 0,985 para la presión arterial sistólica y 0,993 para la diastólica. Estos hallazgos sugirieron discrepancias entre los métodos, pero a pesar de las diferencias detectadas, los resultados mostraron una concordancia adecuada para su aplicación práctica.

**Conclusiones:** Se evidenció una fuerte concordancia entre los métodos de medición, respaldada por los altos valores de CCI y el análisis de Bland-Altman. Aunque no se halló una asociación lineal significativa en el análisis de regresión, la consistencia en las mediciones sugiere una similitud práctica entre ambos métodos para medir la presión arterial.

**Palabras clave:** presión arterial sistólica; presión arterial diastólica; coeficiente de correlación intraclase; esfigmomanómetro manual; análisis de Bland-Altman.

## ABSTRACT

**Introduction:** The accuracy of blood pressure measurements with manual sphygmomanometers can be influenced by several factors.

**Objective:** To assess the concordance between manual sphygmomanometers and automatic devices in the measurement of systolic and diastolic blood pressure in adult patients in Ecuador.

**Methods:** A total of 133 adult patients from Ecuador were analysed. Metrics such as intraclass correlation coefficient (ICC), Bland-Altman analysis and linear regression were used to assess concordance in blood pressure measurement. Cronbach's alpha coefficient was calculated to verify internal consistency and reliability of measurements.

**Results:** There was strong agreement between blood pressure measurement methods. Intraclass correlation coefficients showed high values: 0.970 and 0.986 respectively for single measurements, and even higher, 0.985 and 0.993 respectively for average measurements. F-tests showed significant differences between the methods for both measurements. In addition, Cronbach's alpha coefficients indicated strong internal consistency: 0.985 for systolic and 0.993 for diastolic blood pressure. These findings suggested discrepancies between the methods, but despite the differences detected, the results showed adequate agreement for practical application.

**Conclusions:** Strong agreement between measurement methods was evident, supported by high ICC values and Bland-Altman analysis. Although no significant linear association was found in the regression analysis, the consistency in measurements suggests a practical similarity between the two methods for measuring blood pressure.

**Keywords:** systolic blood pressure; diastolic blood pressure; intraclass correlation coefficient; manual sphygmomanometer; Bland-Altman analysis.

Recibido: 29/09/2023

Aceptado: 27/10/2023

## Introducción

Este estudio se justifica por la importancia crucial de la medición precisa de la presión arterial en el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de enfermedades cardiovasculares. La existencia de discrepancias entre los esfigmomanómetros manuales y los dispositivos automáticos en la medición de la presión arterial podría influir en la toma de decisiones clínicas. Evaluar la concordancia entre estos métodos en una población específica, como la de pacientes adultos de Ecuador, proporciona información vital para garantizar mediciones precisas y confiables en la práctica médica diaria, respaldando así un cuidado de salud más efectivo y preciso.

La situación problemática en este estudio se centra en evaluar la concordancia entre los esfigmomanómetros manuales y los dispositivos automáticos en la medición de la presión arterial sistólica y diastólica en pacientes adultos de Ecuador.

La pregunta de investigación que se busca responder en este estudio es: ¿Existe una concordancia adecuada entre los esfigmomanómetros manuales y los dispositivos automáticos en la medición de la presión arterial sistólica y diastólica en pacientes adultos de Ecuador?

Según los estudios previos sobre la medición de la presión arterial, la hipertensión se considera un factor de riesgo crucial para las enfermedades cardiovasculares. En los últimos años, aumenta la prevalencia de la hipertensión en niños, lo cual se relaciona con el incremento de casos de sobrepeso y obesidad en la población infantil, entre otros factores. Es crucial un diagnóstico preciso y un tratamiento

temprano para prevenir posibles daños orgánicos. La Academia Americana de Pediatría recomienda realizar la Monitorización Ambulatoria de la Presión Arterial en niños con factores de riesgo o sospecha de hipertensión arterial para confirmar el diagnóstico y guiar el tratamiento.<sup>(1)</sup>

En el ámbito médico, la hipotensión después de una operación es un problema de salud comúnmente subestimado que se relaciona con altos niveles de enfermedad y muerte, así como un uso más elevado de los recursos de atención médica. También plantea desafíos significativos en el ámbito clínico, tecnológico y humano para la prestación de servicios de salud. Se trata de un factor de riesgo modificable y prevenible, que requiere seguirse su estudio sistemático.<sup>(2)</sup>

En ensayos clínicos, se observa que al reducir efectivamente la presión arterial se logra disminuir la frecuencia de enfermedades cardiovasculares (CV) y su mortalidad. Un estudio en España que involucra a 164 pacientes con hipertensión concluye que el factor predictor más significativo de la morbimortalidad cardiovascular en pacientes con hipertensión es la ausencia de un control riguroso de la hipertensión. Además, se encuentra que las mujeres experimentan menos complicaciones cardiovasculares (CV).<sup>(3)</sup>

En este contorno investigativo, el objetivo del estudio es evaluar la concordancia entre los esfigmomanómetros manuales y los dispositivos automáticos en la medición de la presión arterial sistólica y diastólica en pacientes adultos de Ecuador.

## Métodos

El se clasificó de tipo observacional, analítico, transversal y prospectivo, desarrollándose en Ecuador, durante el mes de diciembre de 2022.

## Población de estudio

Se reclutaron 133 pacientes adultos (mayores de 18 años) en Ecuador, sin distinción de sexos y sin diagnóstico previo de trastornos cardiovasculares. Se excluyeron pacientes con condiciones médicas que pudieran influir en las mediciones de presión arterial, así como a pacientes que no dieran su consentimiento informado para participar en el estudio.

## Variables de estudio

Las variables evaluadas en el estudio fueron las siguientes:

- **Presión arterial sistólica:** se definió como el valor más alto registrado en la lectura de la presión arterial, representando la fuerza ejercida por la sangre contra las paredes de las arterias durante la contracción del corazón. Esta medida se expresó en milímetros de mercurio (mmHg) y se registró tanto con esfigmomanómetros manuales como con dispositivos automáticos.
- **Presión arterial diastólica:** se conceptualizó como el número inferior en la lectura de la presión arterial y reflejó la presión en las arterias cuando el corazón se relaja entre latidos. Al igual que la presión arterial sistólica, se midió en milímetros de mercurio (mmHg) y se tomó con esfigmomanómetros manuales y dispositivos automáticos.
- **Media de la presión arterial:** se calculó tanto para la presión arterial sistólica como para la diastólica, representando el promedio de múltiples mediciones obtenidas con cada método de medición.
- **Diferencias de media de la presión arterial:** se determinó tanto para la presión arterial sistólica como para la diastólica, evaluando la divergencia entre las mediciones promedio obtenidas con los esfigmomanómetros manuales y los dispositivos automáticos.
- **Edad:** fue definida como el número de años completos al inicio del estudio

y se consideró una variable numérica sociodemográfica utilizada para caracterizar la población de estudio.

### **Procedimiento de estudio**

El procedimiento del estudio garantizó un entorno clínico tranquilo para evaluar a los participantes, utilizando tanto esfigmomanómetros manuales como dispositivos automáticos para medir la presión arterial. Para evitar posibles sesgos, se asignó aleatoriamente el orden de la medición con cada dispositivo.

Dos estudiantes de último año de Medicina realizaron las mediciones de presión arterial con los dispositivos asignados. Cada estudiante efectuó tres mediciones separadas con cada dispositivo, con intervalos adecuados entre ellas para evitar sesgos por fatiga. Las medias de las mediciones de presión arterial sistólica y diastólica obtenidas con cada dispositivo fueron calculadas para el análisis estadístico.

El análisis de Bland-Altman se utilizó para evaluar la concordancia entre los métodos de medición, comparando las diferencias entre las mediciones de ambos métodos frente a sus medias. Este método identificó los límites de acuerdo entre los dispositivos utilizados. Al graficar las diferencias entre las mediciones contra sus medias, se identificaron patrones de acuerdo, sesgos sistemáticos o discrepancias entre los dispositivos en diferentes rangos de presión arterial.

Además, se emplearon métricas de regresión lineal para evaluar la concordancia en las mediciones de presión arterial y se calculó el coeficiente alfa de Cronbach para verificar la consistencia interna y confiabilidad de las mediciones.

Se utilizaron esfigmomanómetros manuales de la marca Welch Allyn, reconocida por su calidad y precisión en la medición de la presión arterial. En cuanto a los dispositivos automáticos, Omron fue la marca empleada, que también es reconocida y ampliamente utilizada en la medición automática de la presión

arterial, conocida por su fiabilidad y tecnología avanzada en dispositivos de monitoreo de la presión arterial.

### **Hipótesis del estudio**

Las hipótesis nulas (H0) y alternativa (H1) para este estudio de comparación entre esfigmomanómetros manuales y dispositivos automáticos en la medición de la presión arterial, para un nivel de significancia del 5 %, se expresaron de la manera siguiente:

- **H0 (hipótesis nula):** no existe diferencia significativa entre las mediciones de presión arterial obtenidas por los esfigmomanómetros manuales y los dispositivos automáticos.
- **H1 (hipótesis alternativa):** existe una diferencia significativa entre las mediciones de presión arterial obtenidas por los esfigmomanómetros manuales y los dispositivos automáticos.

En términos estadísticos, estos enunciados hipotéticos se refirieron a la igualdad (H0) o a la existencia de alguna diferencia significativa (H1) en las mediciones de presión arterial realizadas por ambos métodos. El análisis estadístico posterior se encargó de evaluar si había evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula a favor de la hipótesis alternativa, o si no había suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, considerando un nivel de significancia del 5 %.

### **Consideraciones éticas**

Se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes y se contó con la aprobación del comité de ética adecuado. El estudio se realizó siguiendo las normativas éticas, los principios de buena práctica clínica y en concordancia con las directrices de la conferencia de Helsinki y sus actualizaciones para investigaciones con seres humanos.



## Resultados

La edad promedio de los participantes fue de 41,97 años, con una variación de 46 años, abarcando desde los 19 años como mínimo hasta los 65 años como máximo. El error estándar para la edad fue de 1,250, lo que indicó la precisión de la estimación de la media de edad, y la desviación estándar fue de 14,416, mostrando la dispersión de las edades respecto a la media.

Estos datos evidenciaron que el grupo de participantes tuvo una edad media cercana a los 42 años, con una variabilidad moderada. La amplia dispersión, representada por la desviación estándar, indicó que las edades de los participantes se extendieron a lo largo de un rango considerable alrededor de la media. El error estándar bajo señaló una estimación precisa de la edad promedio del grupo.

La Tabla 1 presenta los resultados correspondientes al coeficiente de correlación intraclase (CCI) calculado para las mediciones de presión arterial sistólica utilizando dos métodos diferentes (esfigmomanómetro manual y dispositivo automático).

**Tabla 1-** Coeficiente de correlación intraclase (CCI) para la concordancia entre métodos de medición de presión arterial sistólica

Coeficiente de correlación intraclase							
	Correlación intraclase <sup>b</sup>	Intervalo de confianza al 95 %		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig
Medidas únicas	0,970 <sup>a</sup>	0,958	0,979	65,522	132	132	0,000
Medidas promedio	0,985 <sup>c</sup>	0,979	0,989	65,522	132	132	0,000

Modelo de dos factores de efectos mixtos donde los efectos de personas son aleatorios y los efectos de medidas son fijos.

a. El estimador es el mismo, esté presente o no el efecto de interacción.

- b. Coeficientes de correlaciones entre clases del tipo C que utilizan una definición de coherencia. La varianza de medida intermedia se excluye de la varianza del denominador.
- c. Esta estimación se calcula suponiendo que el efecto de interacción está ausente, porque de lo contrario no se puede estimar.

- Coeficiente de correlación intraclase (CCI):

Para las medidas únicas: el CCI reportado fue de 0,970 con un intervalo de confianza del 95 % entre 0,958 y 0,979. Esto indicó una alta concordancia entre las mediciones de presión arterial sistólica obtenidas por ambos métodos cuando se consideran las mediciones individuales. Un CCI cercano a 1 sugiere una fuerte concordancia entre los métodos.

Para las medidas promedio: el CCI reportado fue de 0,985 con un intervalo de confianza del 95 % entre 0,979 y 0,989. Esto indicó una concordancia aún mayor cuando se promedian las mediciones de presión arterial sistólica obtenidas por ambos métodos. Este resultado sugirió una consistencia notablemente alta entre los dos métodos cuando se promedian las mediciones.

- Prueba F y significancia:

La prueba F con un valor de 65,522 y un valor de  $p < 0,001$  indicó que existió una diferencia significativa entre las mediciones obtenidas por los dos métodos. Sin embargo, este resultado no se enfocó en la concordancia, sino en la diferencia entre las mediciones.

- Modelo utilizado:

Se describió el modelo utilizado para el análisis, mencionando que se empleó un modelo de dos factores de efectos mixtos donde los efectos de personas fueron aleatorios y los efectos de medidas fueron fijos.

En resumen, los resultados del coeficiente de correlación intraclase (CCI) indicaron una alta concordancia entre los métodos de medición de presión arterial sistólica,

tanto cuando se consideran las mediciones individuales como cuando se promedian. Esto sugirió una consistencia notable entre los dos métodos evaluados. Además, se observó una diferencia significativa entre las mediciones, pero esto no afectó la alta concordancia entre los métodos.

La Tabla 2 expone los resultados correspondientes al coeficiente de correlación intraclase (CCI) calculado para las mediciones de presión arterial diastólica utilizando dos métodos diferentes (esfigmomanómetro manual y dispositivo automático).

**Tabla 2-** Coeficiente de correlación intraclase (CCI) para la concordancia entre métodos de medición de presión arterial diastólica

Coeficiente de correlación intraclase							
	Correlación intraclase <sup>b</sup>	Intervalo de confianza al 95 %		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig
Medidas únicas	0,986 <sup>a</sup>	0,980	0,990	137,698	132	132	0,000
Medidas promedio	0,993 <sup>c</sup>	0,990	0,995	137,698	132	132	0,000

Modelo de dos factores de efectos mixtos donde los efectos de personas son aleatorios y los efectos de medidas son fijos.

a. El estimador es el mismo, esté presente o no el efecto de interacción.

b. Coeficientes de correlaciones entre clases del tipo C que utilizan una definición de coherencia. La varianza de medida intermedia se excluye de la varianza del denominador.

c. Esta estimación se calcula suponiendo que el efecto de interacción está ausente, porque de lo contrario no se puede estimar.

Los resultados obtenidos del coeficiente de correlación intraclase (CCI) para la presión arterial diastólica indican una excelente concordancia entre los métodos de medición utilizados:

- **Medidas Únicas:** el CCI reportado fue de 0,986, con un intervalo de confianza del 95 % entre 0,980 y 0,990. Este resultado reflejó una alta concordancia

entre las mediciones individuales de presión arterial diastólica realizadas por el esfigmomanómetro manual y el dispositivo automático. Un CCI cercano a 1 sugiere una fuerte concordancia entre los métodos.

- Medidas Promedio: se observó un CCI de 0,993 con un intervalo de confianza del 95% entre 0,990 y 0,995. Este resultado indicó una concordancia aún mayor al promediar las mediciones de presión arterial diastólica entre ambos métodos. Esto mostró una consistencia notablemente alta entre los métodos de medición.
- La prueba F con valor de 137,698 y  $p < 0,001$  también mostró diferencia significativa entre las mediciones obtenidas por ambos métodos. Este resultado también enfocó en la diferencia entre las mediciones.

El análisis se realizó utilizando un modelo de dos factores de efectos mixtos, considerando los efectos aleatorios de las personas y los efectos fijos de las medidas. Se utilizó el enfoque "tipo consistencia no acuerdo absoluto", enfocándose en la concordancia entre las mediciones en lugar del acuerdo absoluto.

En resumen, estos resultados demostraron una excelente concordancia entre el esfigmomanómetro manual y el dispositivo automático en la medición de la presión arterial diastólica, tanto en mediciones individuales como en promedio, lo que resaltó la fiabilidad y la consistencia de ambos métodos en la evaluación de esta variable cardiovascular clave.

Adicionalmente, los resultados revelaron que el coeficiente alfa de Cronbach mostró un valor de 0,985 para la presión arterial sistólica y un valor de 0,993 para la presión arterial diastólica. Estos valores destacaron una alta consistencia interna y fiabilidad de las mediciones realizadas tanto para la presión arterial sistólica como para la presión arterial diastólica.

Este hallazgo implicó que las mediciones obtenidas, tanto en el caso de la presión arterial sistólica como en la diastólica, presentaron una consistencia interna y confiabilidad significativas entre las diferentes pruebas realizadas por los métodos de medición empleados (esfigmomanómetro manual y dispositivo automático). Un valor de alfa de Cronbach cercano a 1 indica una mayor homogeneidad y consistencia en las mediciones, respaldando la confiabilidad de ambas metodologías para evaluar la presión arterial, lo que fortalece la validez de los resultados obtenidos en este estudio comparativo.

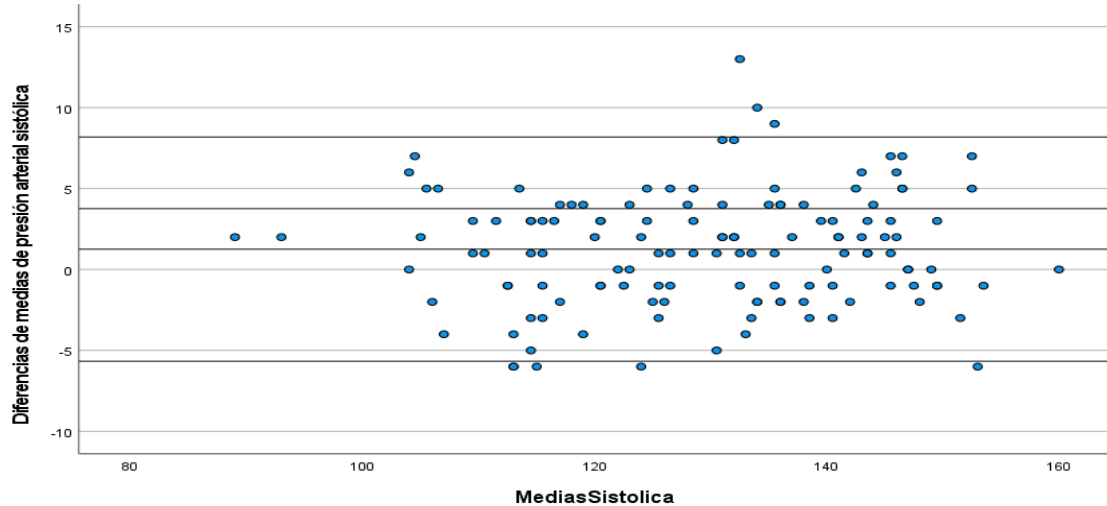
### **Análisis de Bland-Altman**

Para efectuar el análisis de Bland-Altman, se calcularon las diferencias, para lo cual se creó una variable que representó las diferencias entre las mediciones de los dos dispositivos (presión arterial del dispositivo automático y el esfigmomanómetro manual para cada individuo), restándose las mediciones de un dispositivo de las mediciones del otro dispositivo para obtener las diferencias. Posteriormente se calcularon la media de las mediciones tomadas por ambos dispositivos para cada sujeto y la diferencia absoluta entre las mediciones de los dispositivos, es decir, el valor absoluto de la diferencia entre las mediciones.

Para realizar el análisis estadístico se utilizó el software estadístico SPSS versión 27 para obtener estadísticas descriptivas como la media y la desviación estándar de las diferencias entre los dispositivos. También se calculó el intervalo de confianza del 95 % para la diferencia de medias y se graficó el análisis de Bland-Altman, tal como se muestra en la Figura 1, en la que se expone el caso de la presión arterial sistólica, pero se hizo también para la presión diastólica, con resultados muy similares.

En la Figura 1 se aprecia, para la presión arterial sistólica, en el eje X la media de las mediciones de ambos dispositivos y el eje Y las diferencias entre las

mediciones. Respecto a la media de las diferencias, se trata de una línea que representa la media de todas las diferencias entre las mediciones realizadas por ambos dispositivos. Es el punto central alrededor del cual se distribuyen las diferencias. Por su parte, los límites de acuerdo están dibujados a dos desviaciones estándar por encima y por debajo de la media de las diferencias. Estos límites proporcionaron un rango dentro del cual se espera que la gran mayoría de las diferencias entre los métodos caigan si hay una concordancia razonable entre ellos.



**Fig. 1-** Análisis de Bland-Altman para la presión arterial sistólica.

La mayoría de los puntos de dispersión caen dentro de los límites de acuerdo, lo cual indicó una buena concordancia entre los métodos de medición. Mientras más puntos estén dentro de estos límites, mayor es la consistencia entre las mediciones. Si hay puntos dispersos por fuera de los límites de acuerdo, sugiere que existen diferencias significativas entre los métodos de medición y puede indicar una falta de concordancia o un sesgo sistemático entre ellos.

Al observar la distribución de los puntos alrededor de la línea de la media de las diferencias se aprecia que los puntos están distribuidos uniformemente a lo largo de la línea central, lo cual sugirió que no había sesgo sistemático. Al no percibirse patrones o agrupaciones en un área específica, no se consideró la presencia de un sesgo en la medición. Los límites de acuerdo permitieron determinar que las diferencias entre las mediciones estaban dentro de un rango aceptable para considerar ambos métodos como concordantes.

Finalmente, en la Tabla 3 se expone el análisis de los coeficientes estandarizados y no estandarizados para la presión arterial sistólica (en el estudio también se hizo para la presión arterial diastólica con resultados similares).

**Tabla 3-** Análisis de los coeficientes estandarizados y no estandarizados para la presión arterial sistólica

Coeficientes <sup>a</sup>						
Modelo		Coeficientes estandarizados		Coeficientes no estandarizados	t	Sig.
		Beta	Desv. Error			
1	(Constante)	-1,199	2,807		-0,427	0,670
	Medias Sistólica	0,019	0,022	0,077	0,880	0,381

<sup>a</sup> Variable dependiente: Diferencias de medias de presión arterial sistólica.

En la Tabla 3 se aprecia que el valor de la constante fue -1,199, que indicó el valor esperado de la diferencia en las mediciones de presión arterial sistólica cuando la variable predictora (en este caso, "Medias Sistólica") fuera cero. El coeficiente estandarizado Beta para la variable "Medias Sistólica" fue 0,019, lo cual sugirió que un aumento de una unidad en la variable predictora (medias sistólicas) se asoció con un cambio de 0,019 unidades en las diferencias de las mediciones de presión arterial sistólica. Sin embargo, el coeficiente de regresión para esta variable no fue

estadísticamente significativo, ya que el valor  $p$  (Sig.) fue mayor que el nivel de significancia usual de 0,05 (fue 0,381).

En resumen, según los resultados presentados en esta tabla, no se observa una relación significativa entre las diferencias en las mediciones de presión arterial sistólica realizadas por los dos métodos y la variable predictora utilizada en este análisis (Medias Sistólica). El coeficiente de regresión para "Medias Sistólica" no fue estadísticamente significativo, lo que sugirió que no había una asociación lineal significativa entre estas variables en el modelo de regresión propuesto.

## Discusión

En el análisis estadístico que se realiza en este estudio, se utilizan varias métricas para evaluar la concordancia entre los esfigmomanómetros manuales y los dispositivos automáticos en la medición de la presión arterial sistólica y diastólica. Las métricas incluyen el coeficiente de correlación intraclase (CCI), el análisis de Bland-Altman y la regresión lineal.

Los resultados del CCI son altos, indicando una concordancia sustancial entre los métodos de medición tanto para la presión arterial sistólica como para la diastólica. Además, el análisis de Bland-Altman muestra que la mayoría de las diferencias entre las mediciones de los dos dispositivos se encuentran dentro de los límites de acuerdo, lo cual sugiere una buena concordancia entre los métodos. Sin embargo, al realizar la regresión lineal para evaluar si hay una asociación lineal entre las diferencias en las mediciones de presión arterial sistólica y la variable predictora "Medias Sistólica", se encuentra que el coeficiente de regresión no es estadísticamente significativo. Esto indica que no hay una asociación lineal significativa entre estas variables en el modelo de regresión propuesto.



Los autores consideran que los resultados indican una alta concordancia entre los dispositivos en términos de valores de presión arterial, ya que los valores del CCI y el análisis de Bland-Altman sugieren una consistencia entre las mediciones. La regresión lineal específicamente para la presión arterial sistólica indica que no hay una asociación lineal significativa entre las diferencias de las mediciones y la variable predictora "Medias Sistólica", pero esto no implica necesariamente que exista una diferencia significativa entre los métodos en términos prácticos.

Por lo tanto, se destaca la alta concordancia observada entre los métodos de medición, respaldada por los altos valores de CCI y el análisis de Bland-Altman. Sin embargo, a pesar de la falta de una asociación lineal significativa en el análisis de regresión, la consistencia en las mediciones sugiere una similitud práctica entre los métodos evaluados para la medición de la presión arterial.

Particularmente, la prueba F con valores de  $p < 0,001$  indican que hay al menos una diferencia significativa entre los métodos de medición de la presión arterial, por lo que, en este contexto, se interpreta que hay diferencias significativas en la concordancia entre los esfigmomanómetros manuales y los dispositivos automáticos para la medición de la presión arterial sistólica y diastólica.

Sin embargo, al considerar que la prueba F evalúa si hay diferencias significativas entre grupos, pero no indica la magnitud de esas diferencias, los valores de  $p$  pequeños sugieren que las diferencias entre los métodos son estadísticamente significativas, pero no ofrecen información sobre la relevancia clínica o práctica de esas diferencias. Por ello, se complementa esta información con otras métricas como el coeficiente de correlación intraclase (CCI) y el análisis de Bland-Altman para comprender la magnitud y la relevancia práctica de esas diferencias.

La hipótesis nula ( $H_0$ ) y alternativa ( $H_1$ ) se evalúan a la luz de los resultados obtenidos. La hipótesis nula ( $H_0$ ) plantea que no existe diferencia significativa entre las mediciones de presión arterial obtenidas por los esfigmomanómetros

manuales y los dispositivos automáticos, y los resultados del estudio indican una alta concordancia entre ambos métodos de medición, con el respaldo de un coeficiente de correlación intraclase (CCI) elevado, el análisis de Bland-Altman con la mayoría de las diferencias dentro de los límites de acuerdo y pruebas estadísticas que muestran una concordancia sustancial entre los dispositivos para la medición de la presión arterial sistólica y diastólica. Sin embargo, en el análisis de regresión para la presión arterial sistólica, no se encuentra una asociación lineal significativa entre las diferencias en las mediciones y la variable predictora.

En este contexto, aunque se encuentran diferencias estadísticamente significativas en la concordancia entre los métodos de medición, las magnitudes de estas diferencias podrían no ser clínicamente relevantes, ya que la concordancia entre los dispositivos fue alta y se considera adecuada para su uso práctico. Por lo tanto, aunque se cumple parcialmente con la hipótesis nula al demostrar diferencias estadísticamente significativas entre los métodos de medición, se observa una concordancia suficiente y una similitud práctica entre los dispositivos, lo que sugiere que, a pesar de las diferencias detectadas, ambos métodos podrían ser intercambiables en la práctica clínica para medir la presión arterial en la población estudiada.

Evaluar la concordancia entre los esfigmomanómetros manuales y los dispositivos automáticos en la medición de la presión arterial sistólica y diastólica en pacientes adultos desempeña un papel importante para abordar el problema de la fiabilidad y la precisión en la medición de la presión arterial clínica. La variabilidad en la medición de la presión arterial es un aspecto crucial en la evaluación de la salud cardiovascular, y la elección del dispositivo de medición puede influir significativamente en la precisión de las mediciones, lo cual impacta en la toma de decisiones clínicas precisas y en el manejo adecuado de condiciones médicas como la hipertensión arterial.

La hipertensión arterial es común en pacientes con insuficiencia cardíaca (IC). Sin embargo, existe una cantidad limitada de información acerca de su frecuencia, variación diaria y su relación con los diferentes tipos de insuficiencia cardíaca. Un grupo de investigadores españoles lleva a cabo un estudio entre 2017 y 2021 que incluye a 266 pacientes (con una edad promedio de  $72 \pm 12$  años, siendo un 67 % hombres y un 46 % con fracción de eyección reducida). Encuentran que el 83 % de los pacientes presenta hipertensión: el 68 % tiene su presión bajo control, el 10 % tiene hipertensión no controlada, el 10 % presenta hipertensión de bata blanca y el 11 % tiene hipertensión enmascarada.<sup>(4)</sup>

Un estudio que se lleva a cabo en Argentina señala que los Movimientos Periódicos de las Piernas durante el Sueño (PLMS), que se diagnostican mediante polisomnografía, se caracterizan por movimientos repetitivos y estereotipados de las piernas que ocurren a lo largo de la noche. Cada uno de estos movimientos está relacionado con microdespertares y provoca aumentos en la frecuencia cardíaca, la presión arterial y la actividad del sistema nervioso simpático. De manera inesperada, encuentran una correlación estadísticamente significativa y opuesta al correlacionar los movimientos periódicos de las piernas durante el sueño, en un grado patológico, con la presión arterial sistólica y media durante 24 horas, la presión arterial sistólica durante el día y la noche, así como también la presión arterial media durante la noche. Se observaron hallazgos similares en la presión de pulso.<sup>(5)</sup>

Un estudio que se realiza en China señala que el manejo intensivo de la presión arterial sistólica resulta en mejoras en los resultados del ensayo clínico que se denomina Estrategia de intervención de la presión arterial en pacientes hipertensos de edad avanzada (STEP). Existe incertidumbre sobre si los niveles iniciales de ácido úrico en sangre alteran los beneficios del control riguroso de la presión arterial sistólica. Concluyen que no se encuentran pruebas que indiquen que los

beneficios que se derivan del control intensivo de la presión arterial sistólica son diferentes en función de las concentraciones iniciales de ácido úrico en sangre.<sup>(6)</sup>

La hipertensión resistente (HR) tiene un impacto significativo en varios órganos y aumenta la morbilidad y mortalidad. Un estudio que se realiza en Barcelona concluye que la inclusión de espironolactona en el tratamiento de pacientes con HR ayuda a mejorar el daño orgánico que se asocia con la hipertensión, al reducir los niveles de albuminuria y los parámetros ecocardiográficos que se relacionan con la enfermedad cardíaca que tiene como causa la hipertensión.<sup>(7)</sup>

En el entorno de estudiantes de Medicina, como los que participan en esta investigación, es crucial reconocer que una mayor discrepancia en la presión arterial (DIA) entre los brazos ( $\geq 10$  mmHg) se relaciona con un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular y fallecimiento. Existen escasos estudios que describan cómo se debe evaluar la diferencia en la presión arterial entre los brazos y la fiabilidad de esta medición en diferentes visitas médicas.<sup>(8)</sup>

La hipertensión representa el factor de riesgo más significativo para la carga global de enfermedades. Identificar y tratar la hipertensión son aspectos críticos para la salud pública y el bienestar individual, ya que mantener niveles adecuados de presión arterial reduce considerablemente los riesgos asociados con esta condición, disminuyendo tanto la morbilidad como la mortalidad.<sup>(9)</sup>

Estas directrices de práctica clínica para el manejo de la hipertensión arterial, que desarrolla la Sociedad Española de Hipertensión, tienen como propósito proporcionar pautas simplificadas para el diagnóstico y tratamiento en la atención diaria, además de estrategias para promover la salud pública. Estas guías se basan en las directrices europeas del año 2018 de la Sociedad Europea de Cardiología y la Sociedad Europea de Hipertensión, aunque también toman en cuenta aspectos relevantes de las guías del *American College of Cardiology/American Heart*

*Association* del 2017 y de la Sociedad Internacional de Hipertensión del 2020.<sup>(9)</sup>

El enfoque convencional para diagnosticar y monitorear la hipertensión en pacientes es la medición de la presión arterial en el consultorio médico. No obstante, este método presenta ciertas limitaciones, como el sesgo del observador o la falta de detección de reacciones de alerta específicas en el entorno clínico. Estos inconvenientes comprometen la precisión de este método como herramienta diagnóstica. En los últimos años, múltiples sociedades científicas a nivel internacional reiteran la recomendación de utilizar mediciones de la presión arterial fuera del ambiente clínico, ya sea en el hogar o mediante monitoreo ambulatorio, utilizando dispositivos automáticos validados.<sup>(10)</sup>

Una investigación que se desarrolla por investigadores chilenos, con similitudes al presente estudio, señala la importancia de asegurar mediciones precisas de la presión arterial, dado el compromiso de Chile con la Iniciativa *HEARTS* en las Américas y la relevancia del control y la prevención de la hipertensión para reducir la mortalidad asociada con enfermedades no transmisibles. Este informe proporciona datos relevantes sobre las adquisiciones y patrones de compra de dispositivos de medición de la presión arterial en la plataforma Mercado Público. Se identifica una tendencia ascendente en la compra de dispositivos automáticos que se validan durante el período que se analiza.<sup>(11)</sup>

Los autores sugieren que los estudios futuros en el campo de la medición de la presión arterial podrían explorar la mitigación de la incertidumbre, considerando un enfoque en la noción de neutralidad. Esta perspectiva no solo se centra en la dicotomía entre verdad y falsedad, sino que también abarca un tercer estado intermedio, conocido como indeterminación, tal como lo han demostrado investigaciones recientes.<sup>(12,13,14,15)</sup> Estos estudios podrían profundizar en la comprensión de los factores subyacentes que contribuyen a las discrepancias en

las mediciones de la presión arterial, explorando cómo estos elementos de indeterminación pueden influir en la precisión de los resultados. Investigaciones adicionales podrían dirigirse hacia el desarrollo de metodologías más precisas que consideren esta noción de neutralidad, con el objetivo de mejorar la fiabilidad y exactitud de las mediciones de la presión arterial en entornos clínicos y diagnósticos.

## Conclusiones

El estudio realizado en pacientes adultos de Ecuador reveló una marcada concordancia entre los esfigmomanómetros manuales y los dispositivos automáticos en la medición de la presión arterial sistólica y diastólica. Los altos valores obtenidos en el coeficiente de correlación intraclase (CCI) y en el análisis de Bland-Altman respaldaron esta conclusión. A pesar de observarse discrepancias entre los métodos, los resultados indicaron una adecuada concordancia para su aplicación práctica, lo que sugiere que ambos métodos podrían ser considerados como similares en términos de medición de la presión arterial.

Aunque se evidenciaron diferencias significativas entre los métodos en ambas mediciones, la consistencia interna, demostrada por los coeficientes alfa de Cronbach, reveló una fuerte coherencia en las mediciones. Aunque el análisis de regresión no mostró una asociación lineal significativa, la similitud práctica entre ambos métodos en la medición de la presión arterial sugiere que podrían ser igualmente confiables en entornos clínicos y de diagnóstico.

En resumen, los resultados obtenidos respaldan la idea de una concordancia adecuada entre los esfigmomanómetros manuales y los dispositivos automáticos en la medición de la presión arterial. Aunque se detectaron diferencias entre los métodos, la consistencia y similitud práctica entre ellos sugieren que ambos

podrían ser utilizados de manera intercambiable en la práctica clínica, ofreciendo resultados comparables en la medición de la presión arterial en pacientes adultos.

## Referencias bibliográficas

1. González Celedón CM, Carrillo Verdugo D, Peredo Guerra MS, Salas Del Campo P, Bolte Marholz L, Ceballos Osorio ML, Alarcon Ortiz CA. Hipertensión Arterial en Pediatría. Rol de la Monitorización Ambulatoria de Presión Arterial (MAPA) [Arterial Hypertension in Pediatrics. Role of Ambulatory Blood Pressure Monitoring (ABPM)]. *Andes Pediatr.* 2023 Oct;94(5):577-587. Spanish. <https://10.32641/andespediatr.v94i5.4886>.
2. Monge García MI, Jiménez López I, Lorente Olazábal JV, García López D, Fernández López AR, Pérez Carbonell A, et al. Postoperative arterial hypotension: the unnoticed enemy. *Rev Esp Anesthesiol Reanim (Engl Ed)*. 2023 Aug 29:S2341-1929(23)00126-9. <https://10.1016/j.redare.2022.10.009>.
3. Muíño-Domínguez D, Gómez-Sánchez L, Gallego-Fernández V, Seoane-Pillado T, López-Álvarez XL. Experiencia de 20 años en el control de la hipertensión arterial en un centro de salud en España: control estricto versus no estricto [Twenty-year experience in strict versus non-strict control of arterial hypertension in a health center in Spain]. *Semergen.* 2023 Sep;49(6):101999. <https://10.1016/j.semereg.2023.101999>.
4. de Juan Bagudá J, Rodríguez Chaverri A, Caravaca Pérez P, Aguilar-Rodríguez F, García-Cosío Carmena MD, Mirabet Pérez S, et al. Twenty-four hour ambulatory blood pressure monitoring in patients with stable heart failure. Prevalence and associated factors. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2023 Nov;76(11):852-861. English, Spanish. <https://10.1016/j.rec.2023.02.018>.

5. Valiensi SM, Folgueira A, Ponce de León M, Alfie J. Análisis de movimientos periódicos de piernas durante el sueño, presión arterial de 24 horas y frecuencia cardíaca. [Analysis of periodic leg movements during sleep, 24-hour blood pressure and heart rate]. *Rev Fac Cien Med Univ Nac Cordoba*. 2023 Mar 31;80(1):3-10. Spanish. <https://10.31053/1853.0605.v80.n1.36765>.
6. Wang XQ, Tan JS, Zhang SY, Zhang WL, Cai J. Association of serum uric acid with benefits of intensive blood pressure control. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2023 Aug;76(8):635-644. English, Spanish. <https://10.1016/j.rec.2023.01.003>.
7. Galceran I, Vázquez S, Crespo M, Pascual J, Oliveras A. Hypertensive mediated organ damage evolution in resistant hypertension patients after adding spironolactone. *Nefrologia (Engl Ed)*. 2023 May-Jun;43(3):309-315. <https://10.1016/j.nefro.2022.12.002>.
8. Martínez-Sánchez N, Palasí A, Pera G, Martínez LM, Albaladejo R, Torán P. Diferencia de presión arterial entre brazos: concordancia entre 2 métodos automáticos de medición simultánea y reproducibilidad entre visitas. *Aten Primaria*. 2022 Dec;54(12):102514. <https://10.1016/j.aprim.2022.102514>.
9. Gorostidi M, Gijón-Conde T, de la Sierra A, Rodilla E, Rubio E, Vinyoles E, et al. Guía práctica sobre el diagnóstico y tratamiento de la hipertensión arterial en España, 2022. Sociedad Española de Hipertensión - Liga Española para la Lucha contra la Hipertensión Arterial (SEH-LELHA). *Hipertens Riesgo Vasc*. 2022 Oct-Dec;39(4):174-194. <https://10.1016/j.hipert.2022.09.002>.
10. Divisón-Garrote JA, Velilla-Zancada S, Artigao-Rodenas LM, García-Lerín A, Vicente-Molinero A, Piera Carbonell AM, et al. Home blood pressure self-measurement: "Current situation and new perspectives". *Hipertens Riesgo Vasc*. 2023 Apr-Jun;40(2):85-97. <https://10.1016/j.hipert.2022.07.005>.
11. Silva P, Benavides C, Barake F, Neira C, Aguilera C, Hernández H, et al. Perfil de



compra de dispositivos de medición de presión arterial, Chile 2018-2020. *Rev Panam Salud Publica*. 2022 Sep 2;46:e132. Spanish. <https://10.26633/RPSP.2022.132>.

12. Smarandache F, Estupiñán Ricardo J, González Caballero E, Leyva Vázquez MY, Batista Hernández N. Delphi method for evaluating scientific research proposals in a neutrosophic environment. *Neutrosophic Sets and Systems*. 2020;34(1). Disponible en: [https://digitalrepository.unm.edu/nss\\_journal/vol34/iss1/26](https://digitalrepository.unm.edu/nss_journal/vol34/iss1/26)

13. González Chico MG, Hernández Bandera N, Herrera Lazo S, Laica Sailema N. Assessment of the Relevance of Intercultural Medical Care. Neutrosophic sampling. *Neutrosophic Sets and Systems*. 2021;44(1). Disponible en: [https://digitalrepository.unm.edu/nss\\_journal/vol44/iss1/46](https://digitalrepository.unm.edu/nss_journal/vol44/iss1/46)

14. Álvarez Gómez ME, Méndez Cabrita M, Coka Flores DF, Rodríguez Reyes CG. Neutrosociology for Analyzing Public Procurement in Ecuador around the Health Emergency. *Neutrosophic Sets and Systems*. 2021;44(1). Disponible en: [https://digitalrepository.unm.edu/nss\\_journal/vol44/iss1/37](https://digitalrepository.unm.edu/nss_journal/vol44/iss1/37)

15. Benavides Benalcázar MM, Narváez Montenegro BD, Calderón Velásquez MJ, Cadena Negra JR. "Neutrosophic Statistics for the Exploratory Analysis of Data Provided by Publications in Social Sciences." *Neutrosophic Sets and Systems* 44, 1 (2021). [https://digitalrepository.unm.edu/nss\\_journal/vol44/iss1/32](https://digitalrepository.unm.edu/nss_journal/vol44/iss1/32)