

Análisis de concordancia entre un esfigmomanómetro manual y otro digital usados en una unidad militar, en reposo y tras un ejercicio físico

Franco González M^a Y.¹

Sanidad mil. 2018; 74 (1): 13-19, ISSN: 1887-8571

RESUMEN

Introducción: La medición de la tensión arterial es una de las actividades enfermeras más realizadas en las unidades militares. El personal militar practica diariamente ejercicio físico. Para el control de la presión arterial en la base militar estudiada se utilizan un esfigmomanómetro manual anerode y otro automático oscilométrico. **Objetivos:** Determinar si existe concordancia entre ambos aparatos de medición de la tensión arterial, en reposo y tras un ejercicio físico. **Material y métodos:** Estudio cuasi-experimental antes/después. Se aplicó a una muestra de 98 individuos. Un mismo observador tomó la tensión arterial con los dos esfigmomanómetros en reposo y al finalizar 30 flexiones y extensiones de piernas. Análisis de los datos: SPSS v.19.0.0. **Resultados:** Se comprobó la normalidad de las distribuciones con el test de Kolmogorov-Smirnov. Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson dando como resultado una correlación positiva. Se aplicó la t de Student para muestras apareadas a las distribuciones obtenidas con ambos esfigmomanómetros, no pudiéndose afirmar que la diferencia de las medias fuera igual a cero. El método de Bland Altman confirmó también la existencia de diferencias clínicamente relevantes. **Conclusiones:** No podemos considerar equivalentes los dos instrumentos de medida de la tensión arterial en ninguna de las dos situaciones estudiadas. Se puede usar el dispositivo automático mientras las cifras tensionales se mantengan dentro de la normalidad, pero sería recomendable realizar un segundo control con el esfigmomanómetro manual en aquellos casos en los que obtengamos valores superiores a los normales con el equipo digital.

PALABRAS CLAVE: Presión arterial, Esfigmomanómetros manual y digital, Reposo, Ejercicio físico.

Concordance analysis between manual and automatic sphygmomanometers used in a military unit, in rest and after a physical exercise

SUMMARY: Introduction: Blood pressure recording is one of the most commonly nursing activities carried out in military units. Military personnel practice physical exercise every day. A manual aneroid sphygmomanometer and an automatic device are used for recording blood pressure in the military unit object of this study. **Objective:** To determine the existence of concordance between both apparatus in two different cases, before and after a physical exercise. **Material and method:** The quasi-experimental before and after study was applied to a sample of 98 individuals. A single observer recorded the blood pressure of all the subjects using both sphygmomanometers, before and after having done 30 squats. The used software was the SPSS v.19.0.0. **Results:** The Kolmogorov-Smirnov test was used to check the normality of the distributions. The Pearson correlation coefficient was calculated, showing a positive correlation. The paired Student's t test was applied to the distributions obtained with both sphygmomanometers, not getting a difference equal to zero between the averages. The Bland Altman method also confirmed clinically relevant differences. **Conclusions:** We cannot consider that the two sphygmomanometers are equivalent in both study situations. The automatic device can be used as long as the blood pressure values are inside the typical limits, but it would be advisable to perform a second control with the manual sphygmomanometer in those cases in which we get higher values than normal with digital equipment.

KEY WORDS: Blood pressure, Manual and digital sphygmomanometers, Rest, Physical exercise.

INTRODUCCIÓN

La hipertensión arterial (HTA) es una patología crónica de etiología variable caracterizada por el aumento sostenido de la tensión arterial (TA); bien sistólica, diastólica o ambas.

Se definen la presión arterial sistólica (PAS) como la fuerza ejercida por la sangre contra la pared arterial cuando el ventrículo se contrae y la presión arterial diastólica (PAD) como la

fuerza ejercida por la sangre contra la pared arterial durante la relajación cardíaca.

En los últimos tiempos se ha demostrado que las cifras de TA que representan riesgo de daño orgánico son aquellas iguales o superiores a 140mmHg para la PAS y a 90mmHg para la PAD, cuando éstas se mantienen en forma sostenida. Por lo tanto, se dice que un paciente padece HTA cuando se registran cifras superiores a 140/90mmHg en tres ocasiones diferentes en la consulta o cuando mediante la toma ambulatoria de la TA se demuestra la presencia de valores mayores a 140/90mmHg en más del 50% de las tomas registradas.

La TA varía de unas personas a otras y en el mismo individuo en momentos diferentes. Suele ser más elevada en los hombres que en las mujeres y los niños; es menor durante el sueño y está influida por una gran variedad de factores como son la ingesta excesiva de sal en la dieta, la obesidad, la ingesta de más

¹Cap. Enfermera. GCAC Villaviciosa XII. Santovenia de Pisuerga. Valladolid. España.

Dirección para correspondencia: Botiquín Base Militar "El Empeinado". Carretera de Cabezón de Pisuerga Km 7,4. 47155 - Santovenia de Pisuerga. yolanda.franco@ono.com

Recibido: 24 de mayo de 2017

Aceptado: 25 de enero de 2018

doi: 10.4321/S1887-85712018000100003

de 80ml de bebidas alcohólicas al día, el hábito de fumar, la cocaína, el uso de gotas nasales vasoconstrictoras o medicamentos con efecto adrenérgico como algunos anorexígenos, etc.¹

La HTA es una enfermedad muy frecuente. En España su prevalencia en adultos es de aproximadamente un 35%, llegando al 40% en edades medias y al 68% en mayores de 60 años, por lo que afecta a unos 10 millones de personas adultas².

Es una de las patologías que se pueden descubrir con más facilidad durante un reconocimiento periódico de salud, ya que la toma de la TA en la práctica clínica es una de las técnicas realizadas más habitualmente para la valoración hemodinámica de los pacientes, ya sea en situaciones de emergencia o en reconocimientos rutinarios.

Sin embargo, no siempre se lleva a cabo con el rigor necesario, ni siguiendo las indicaciones recogidas en las guías aportadas por las distintas organizaciones, a pesar de la importancia que los valores que se obtienen tienen tanto en el pronóstico como en el tratamiento de la HTA. Así por ejemplo, en pacientes hipertensos con cifras 20mmHg por encima de 140mmHg o de 10mmHg por encima de 90mmHg se debería considerar el inicio de terapia con dos agentes antihipertensivos³.

De todos los métodos utilizados para la toma de la TA, el más exacto, usado, estudiado e investigado es el auscultatorio; aunque cada vez existen más dispositivos electrónicos que van siendo validados⁴, comparando sus lecturas con los esfigmomanómetros convencionales, y que nos aportan de forma fácil y cómoda la medida de la TA.

En las unidades militares el control de la TA también es una de las actividades enfermeras que se realizan más frecuentemente.

Al personal militar se le practican numerosos reconocimientos médicos para valorar su aptitud ante la realización de misiones en el exterior, de competiciones deportivas y de pruebas físicas anuales. Además, se llevan a cabo reconocimientos médicos como requisito para la renovación de su compromiso con las Fuerzas Armadas (FAS) y periódicamente según la edad y el año de ingreso en las mismas. Todos estos tipos de reconocimientos médicos se unificaron⁵ en 2008 y sea cual sea el motivo por el que se lleven a cabo, la toma de la TA está incluida en ellos. De todos estos reconocimientos, el más común es el que se practica antes de la realización del test general de la condición física (TGCF), que todos los militares profesionales del Ejército de Tierra están obligados a superar una vez al año⁶.

Los profesionales de las FAS deben mantener una forma física adecuada para cumplir sus misiones por lo que la práctica de ejercicio es fundamental y forma parte de la actividad diaria de todas las unidades. Por este motivo, en el medio militar son muy frecuentes las mediciones de la TA en personas que acaban de realizar un esfuerzo físico.

La base militar objeto de estudio cuenta con un esfigmomanómetro aneróide Riester modelo Minimus II, para medir la TA por el método auscultatorio. Además dispone de un esfigmomanómetro digital oscilométrico con compresor eléctrico OMRON modelo M3 Intellisense provisto de un manguito OMRON-HEM-CR24. Ambos aparatos se utilizan diariamente para la toma de la TA en el botiquín; aunque el dispositivo digital resulta más cómodo y rápido ya que dispone de inflado automático y además proporciona la frecuencia cardíaca (FC), que es otro

dato de interés igualmente incluido en todos los reconocimientos médicos.

Sin embargo, en la práctica diaria se han detectado casos en los que el esfigmomanómetro digital reveló valores superiores a 140mmHg / 90mmHg en al menos dos tomas consecutivas realizadas al mismo individuo, obteniéndose resultados dentro de la normalidad al utilizar el aparato manual inmediatamente después.

Existen diversos trabajos que han comparado la TA obtenida con distintos dispositivos de medida^{7,8,9,10}. La mayoría de los estudios se centran en las medidas obtenidas con individuos en reposo. Incluso la validación del esfigmomanómetro automático OMRON M3 Intellisense utilizado para el trabajo se realizó con personas en situación de reposo⁴.

Sin embargo, a nivel de las unidades militares es tan importante la toma de la TA en reposo como después de haber realizado un esfuerzo físico.

Según diversos artículos publicados^{11,12,13,14,15,16} la TA aumenta durante la realización del ejercicio físico. Por ello se ha elegido esta fórmula para valorar si el esfuerzo físico influye en las diferencias de lecturas entre los dos esfigmomanómetros utilizados en el botiquín.

OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio es determinar si existe concordancia entre el esfigmomanómetro automático OMRON M3 Intellisense y el esfigmomanómetro aneróide Riester Minimus II, tanto en situación de reposo como después de la realización de un ejercicio físico. Se planteó la siguiente hipótesis nula: no hay diferencias significativas en la utilización de los dos dispositivos de toma de la TA utilizados en el botiquín de la base, en las dos situaciones estudiadas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio cuasi-experimental antes y después se realizó utilizando como población el personal de una unidad militar. La muestra se seleccionó intentando que fuera lo más homogénea posible y evitando al máximo los factores de riesgo que pueden influir en la TA como son la edad, obesidad, estado de gestación, patologías previas, etc.^{17,18,19,20}; todas ellas variables independientes que se controlaron para evitar su influencia al estudiar el efecto del ejercicio físico (también variable independiente) sobre la TA (variable dependiente).

Se usó un muestreo no probabilístico por conveniencia para la selección de la muestra realizando consultas en la base de datos sanitarios con que cuenta el botiquín y en la que están incluidos todos los datos relativos a la salud de cada militar destinado en la base.

Para seleccionar a los individuos se aplicaron los siguientes criterios de inclusión:

- Pertenecer a la unidad de destino del observador.
- Edad comprendida entre 24 y 34 años en el momento de la selección. La mayor parte de los componentes de la unidad estaban incluidos en ese intervalo y además en ese tramo de edades

no suelen aparecer aún la mayoría de las patologías que pueden afectar a la TA.

- Presentar valores de la TA dentro de la normalidad en los reconocimientos registrados en la base de datos sanitaria.

- Índice de masa corporal (IMC) entre 18,5 y 28. La OMS considera que los valores superiores a 25 entran en la categoría de pre-obesidad, aunque el valor del IMC a partir del cual se considera que una persona es obesa es de 30²¹. Por otro lado, un estudio realizado en 2001 en España consideró que un IMC por encima de 27,5 podría considerarse obesidad²². Finalmente se decidió limitar el IMC máximo de la población a estudiar a 28, ya que un IMC superior puede considerarse no apto según el reglamento para la determinación de la aptitud psicofísica y los cuadros de condiciones psicofísicas de aplicación en las Fuerzas Armadas²³.

- Perímetro braquial entre 24 y 32cm, límites recomendados por el manguito del esfigmomanómetro anerode (los límites del manguito utilizado en el esfigmomanómetro automático eran más amplios).

- No presentar ninguna patología previa que afectara a la TA.

- No estar en estado de gestación.

- No encontrarse en situación de baja laboral o con una limitación médica que impidiera al sujeto la realización de las flexiones de piernas.

De las 105 personas preseleccionadas inicialmente sobre la base de datos del botiquín se tuvieron en cuenta las mediciones correspondientes a 98 individuos, de los cuales 75 eran hombres y 23 mujeres.

Para la recopilación de los datos se citó al personal seleccionado en el botiquín de la base, se le informó de todo el proceso y se le solicitó su consentimiento verbal para realizarle las mediciones necesarias. La toma de datos se inició el 15 de abril de 2013 y concluyó el 14 de mayo del mismo año. Una vez finalizado el estudio también se informó a los participantes interesados de los resultados obtenidos.

Se tuvieron en cuenta todas las recomendaciones para la correcta toma de la TA evitando al máximo todos los errores pre-visibles^{24,25,26,27}. Por este motivo se les advirtió de que no debían fumar ni tomar café durante al menos la media hora anterior a la toma de los datos. Las medidas se realizaron en horario de mañana, en una estancia tranquila con la temperatura adecuada. El individuo estaba sentado y relajado, con su brazo apoyado en la mesa en la que el observador realizó la medida. Se les pidió que se quedaran en manga corta (para que la ropa no comprimiera el brazo) y que no hablaran ni cruzaran las piernas durante el proceso. Se les solicitó además que se apoyasen bien en el respaldo

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las mediciones obtenidas.

	N	Media (mmHg)	Desv. típ. (mmHg)
PAS_R_M	98	95,88	13,125
PAS_R_A	98	122,15	11,401
PAS_E_M	98	116,10	14,118
PAS_E_A	98	142,84	14,726
PAD_R_M	98	58,69	9,757
PAD_R_A	98	71,66	8,774
PAD_E_M	98	51,17	9,051
PAD_E_A	98	71,13	10,344

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de las diferencias de las mediciones obtenidas.

	N	Media (mmHg)	Desv. típ. (mmHg)
Dif. PAS_R	98	26,28	9,482
Dif. PAS_E	98	26,73	9,039
Dif. PAD_R	98	12,97	7,949
Dif. PAD_E	98	19,96	9,863

de la silla mientras se les tomaba la TA. El manguito se colocó a la altura del corazón del sujeto.

Se comprobó el perímetro de brazo de todos los miembros del estudio. El borde inferior del brazaete se colocó siempre 2 o 3 cm por encima de la flexura del codo, y en las medidas realizadas con el aparato manual se situó la membrana de la campana del fonendoscopio en la fosa ante-cubital, sobre la arteria braquial.

Se infló el manguito hasta alcanzar 30mmHg por encima del punto de desaparición del pulso radial y a continuación se desinfló lentamente (2-3mmHg/s). Se tomó como valor de la PAS la indicación del manómetro correspondiente al primer o segundo latido (1ª fase de Korotkoff¹) y como valor de la PAD la lectura correspondiente al inicio del silencio auscultatorio (5ª fase de Korotkoff) o en su defecto al comienzo de la amortiguación del pulso (4ª fase de Korotkoff). Los valores obtenidos de la PAS y la PAD se ajustaron dentro de un rango de 2mmHg, sin redondear.

Las mediciones de la TA, de los perímetros de brazo y del peso de los participantes fueron realizadas siempre por la misma persona para evitar los posibles errores asociados al cambio de observador en la toma de los datos. Este sujeto contaba con la formación y el entrenamiento adecuado. Los dos esfigmomanómetros utilizados tenían menos de seis meses de uso.

En todos los casos se realizó la toma manual de la TA con el esfigmomanómetro anerode en primer lugar, para evitar la influencia en el observador de la cifra obtenida previamente mediante el aparato automático.

El procedimiento seguido en todos los casos fue como se describe a continuación. A cada individuo se le dejó reposar durante 10 minutos antes de la primera toma de la TA con el esfigmomanómetro anerode. Una vez anotado el registro de la TA - inmediatamente para evitar posibles olvidos - se le pidió que realizara 30 flexiones de piernas durante un tiempo de 30 a 45 segundos, con una cadencia regular. Cada flexión consistía en pasar de la posición de firmes a la de cuclillas, con flexión completa de rodillas, y vuelta a la posición de firmes, con extensión completa de rodillas⁶. Inmediatamente después se le indicó que se sentara de nuevo y se le volvió a medir la TA con el mismo dispositivo y en el mismo brazo.

Se comprobó que 10 minutos de reposo eran suficientes para alcanzar de nuevo la situación inicial, por lo que tras ese intervalo de tiempo se repitió el proceso descrito, pero esta vez utilizando el esfigmomanómetro digital. La comprobación se realizó mediante diez individuos a los que se les tomó la TA en reposo y después de realizar el mismo ejercicio, comprobando a continuación mediante control de la TA que alcanzaban valores similares a los iniciales tras ese tiempo.

Una vez obtenidos los datos del perímetro del brazo y los registros de las PAS y PAD en reposo y tras el ejercicio con los

dos aparatos, se procedió a pesar a cada individuo. Las mediciones del peso se realizaron en la báscula del botiquín, sin botas y con los bolsillos vacíos; descontando a continuación 1,5kg (peso estimado del uniforme).

Los datos se introdujeron en una tabla de Microsoft Excel 2010. El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS 19.0.0. Se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov para comprobar la normalidad de las distribuciones, el coeficiente de Pearson para estudiar la correlación y la t de Student (muestras apareadas) para comparar los dos aparatos en las dos situaciones. Finalmente se analizó la concordancia entre ambos con el método de Bland Altman.

RESULTADOS

El estudio incluyó los datos correspondientes a los valores registrados de la PAS y la PAD con el esfigmomanómetro manual y con el aparato digital, tanto en reposo como después de realizar un ejercicio físico, de los 98 sujetos seleccionados.

Se definieron las siguientes variables que se utilizarán a lo largo del trabajo:

PAS_R_M: PAS en reposo medida con el esfigmomanómetro manual.

PAS_R_A: PAS en reposo medida con el esfigmomanómetro automático.

PAD_R_M: PAD en reposo medida con el esfigmomanómetro manual.

PAD_R_A: PAD en reposo medida con el esfigmomanómetro automático.

PAS_E_M: PAS tras el ejercicio físico medida con el esfigmomanómetro manual.

PAS_E_A: PAS tras el ejercicio físico medida con el esfigmomanómetro automático.

PAD_E_M: PAD tras el ejercicio físico medida con el esfigmomanómetro manual.

PAD_E_A: PAD tras el ejercicio físico medida con el esfigmomanómetro automático.

Se contrastó mediante el test de Kolmogorov-Smirnov la hipótesis nula (H_0 : los datos proceden de una distribución normal), para un nivel de significación $\alpha=0,05$.

Para las medidas realizadas con el dispositivo automático, se obtuvieron los siguientes resultados: PAS_R ($p=0,839$), PAS_E ($p=0,749$), PAD_R ($p=0,792$) y PAD_E ($p=0,998$). Como $p>0,05$ en todos los casos, aceptamos H_0 .

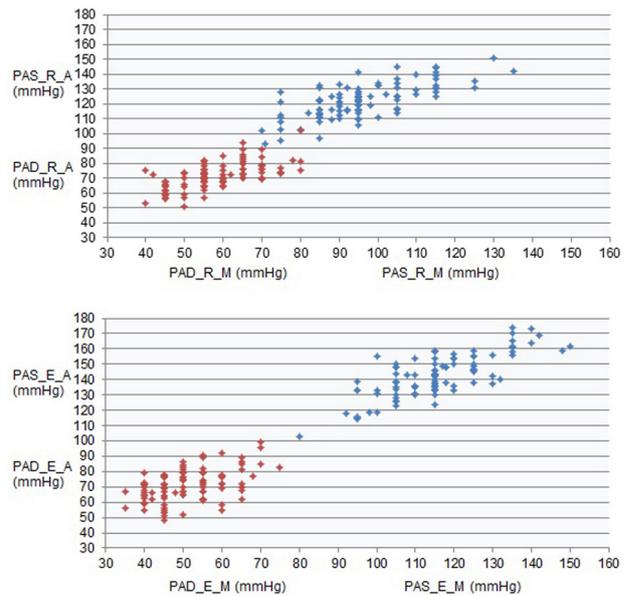


Figura 1. Diagrama de dispersión de las mediciones obtenidas en reposo y tras el ejercicio físico.

Sin embargo, para las medidas tomadas con el esfigmomanómetro manual, los valores resultantes fueron: PAS_R ($p=0,007$), PAS_E ($p=0,020$), PAD_R ($p=0,028$) y PAD_E ($p=0,024$), donde $p<0,05$ en todos los casos, por lo que se rechazaría H_0 para las distribuciones obtenidas.

Teniendo en cuenta que las distribuciones de las medidas obtenidas con el aparato automático cumplen los criterios de normalidad y que el tamaño muestral es grande ($n>30$), se asumieron como normales las distribuciones de las medidas registradas con el esfigmomanómetro manual, a efectos de utilizar pruebas paramétricas para su análisis.

En la tabla 1 se muestran los estadísticos descriptivos de las medidas obtenidas con los dos dispositivos y en las dos situaciones de estudio.

La figura 1 muestra los diagramas de dispersión de las TA medidas en reposo y tras el ejercicio físico. En cada uno de los casos se han incluido la PAS y la PAD en el mismo gráfico para ver la correlación de ambas.

Mediante el coeficiente de Pearson se determinó el grado de correlación entre los valores correspondientes a las PAS y las PAD, obtenidas con los dos dispositivos y en las dos situaciones de estudio.

Los valores de los coeficientes de correlación entre ambos aparatos en reposo fueron de $r_{xy}=0,710$ para las PAS y de $r_{xy}=0,637$ para las PAD. Para las medidas tomadas después de ejercicio se ob-

Tabla 3. Prueba t de Student de muestras relacionadas.

		Diferencias relacionadas					t (mmHg)	gl	Signif. bilateral
		Media (mmHg)	D. típica (mmHg)	95% Int. conf. diferencia					
				Err. típ. media (mmHg)	Inferior (mmHg)	Superior (mmHg)			
Par 1	PAS_R_A - PAS_R_M	26,276	9,482	,958	24,374	28,177	27,432	97	,000
Par 2	PAS_E_A - PAS_E_M	26,735	9,039	,913	24,923	28,547	29,280	97	,000
Par 3	PAD_R_A - PAD_R_M	12,969	7,949	,803	11,376	14,563	16,152	97	,000
Par 4	PAD_E_A - PAD_E_M	19,959	9,863	,996	17,982	21,937	20,033	97	,000

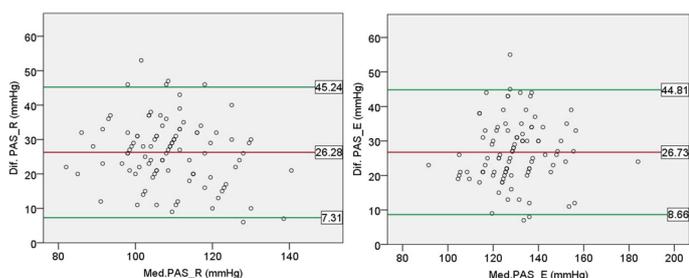


Figura 2. Diagramas de Bland Altman de las PAS.

tuvieron unos valores de $r_{xy} = 0,804$ para las PAS y de $r_{xy} = 0,489$ para las PAD. Todos los coeficientes de correlación son estadísticamente significativos con una probabilidad de error menor de 0,01.

Se calcularon y analizaron después las distribuciones diferencia entre los valores registrados de la PAS y la PAD con el esfigmomanómetro manual y con el aparato digital, tanto en reposo como después de realizar un ejercicio físico de los 98 sujetos seleccionados. Se obtuvieron así las siguientes distribuciones:

Dif. PAS_R: Diferencia PAS entre los dos esfigmomanómetros en reposo.

Dif. PAS_E: Diferencia PAS entre los dos esfigmomanómetros tras el ejercicio físico.

Dif. PAD_R: Diferencia PAD entre los dos esfigmomanómetros en reposo.

Dif. PAD_E: Diferencia PAD entre los dos esfigmomanómetros tras el ejercicio físico.

Se contrastó mediante el test de Kolmogorov-Smirnov la hipótesis nula (H_0 : los datos proceden de una distribución normal), para un nivel de significación $\alpha=0,05$, obteniéndose los siguientes resultados: Dif. PAS_R ($p=0,888$), Dif. PAS_E ($p=0,724$), Dif. PAD_R ($p=0,957$) y Dif. PAD_E ($p=0,306$). Como $p>0,05$ en todos los casos, aceptamos H_0 . Por tanto podemos utilizar el test de la t de Student para muestras apareadas con objeto de valorar las diferencias entre ambos aparatos.

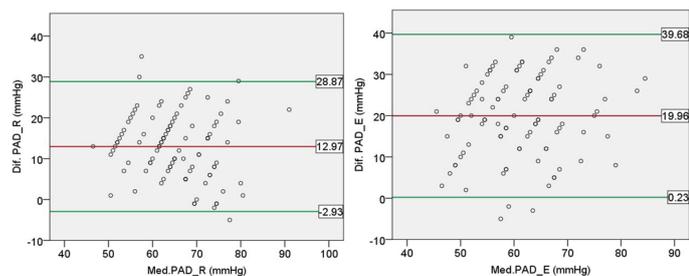


Figura 3. Diagramas de Bland Altman de las PAD.

La tabla 2 muestra los estadísticos descriptivos de las diferencias de las mediciones obtenidas con los dos esfigmomanómetros y en las dos situaciones de estudio.

A continuación se aplicó el test de la t de Student para muestras apareadas (tabla 3) a las distribuciones de los datos registrados con ambos aparatos en cada uno de los casos, contrastando la hipótesis nula (H_0 : la diferencia entre las medias es cero), para un nivel de significación $\alpha=0,05$.

Por último se analizaron gráficamente estas diferencias mediante el método de Bland Altman para valorar la concordancia entre ambos dispositivos de medida de la TA en las dos situaciones estudiadas.

DISCUSIÓN

Tras analizar los resultados se verificó que los valores de las PAS aumentaron tras el ejercicio físico en el 100% de los individuos controlados con el aparato manual y en un 99% de los mismos cuando la medición se realizó con el equipo digital. Este dato coincide con los resultados obtenidos por otros autores (Martínez Pardo y cols., 2008¹¹, Mac Dougall y cols., 1985¹², Palatini y cols., 1989¹³, Benn y cols., 1996¹⁴, Marques-Battagin y cols.¹⁵, Vélez Álvarez y cols.¹⁶), que observaron cómo aumentan las cifras de la PAS durante el ejercicio.

Respecto a los valores de las PAD se comprobó que tras el ejercicio físico disminuyeron en el 76,5% de los individuos estudiados cuando las medidas se realizaron con el equipo manual, reduciéndose este porcentaje hasta un valor del 49% cuando las TA se tomaron con el aparato automático. En este caso los resultados no concuerdan con la mayoría de los trabajos revisados en los que las cifras de la PAD aumentaron durante la realización de un ejercicio físico¹¹⁻¹²⁻¹³⁻¹⁴ o no experimentaron modificaciones significativas inmediatamente después del ejercicio respecto a los niveles de reposo¹⁵. Como excepción se cita el artículo realizado por Vélez Álvarez y cols.¹⁶ en el que sí se indica que la presión arterial disminuye gradualmente entre los 10 a 30 minutos de ejercicio.

Cuando se analizaron los coeficientes de correlación de Pearson, se observó que existe una correlación positiva apreciable entre las medidas de la PAS y la PAD en situación de reposo. Este resultado coincide con lo obtenido por otros autores (Martínez Ramos y cols., 2008⁷, Bundó y cols., 2013⁸, Simarro Blasco y cols., 2011⁹), que también compararon distintos dispositivos de toma de la TA en reposo.

En el caso de las TA medidas con ambos aparatos después del ejercicio físico, se verificó también una elevada correlación entre las medidas de la PAS y la PAD. En este caso no se encontró bibliografía que compare distintos aparatos de medida de la TA tras finalizar un esfuerzo físico, por lo que no se pueden comparar los resultados con otros trabajos.

La aplicación del test de la t de Student para muestras apareadas a las distribuciones obtenidas con ambos esfigmomanómetros dio como resultado una $p=0$ en todos los casos ($p<0,05$), por lo que se rechazó H_0 y no se pudo afirmar que la diferencia de las medias fuera igual a cero.

Teniendo en cuenta que existían diferencias entre las medias, se procedió al análisis más detallado de las mismas mediante el método de Bland Altman.

Este gráfico mostró que las diferencias entre los dos dispositivos fueron constantes en todo el rango de valores de las medias de las PAS y las PAD en las dos situaciones estudiadas.

Los límites de concordancia muestran que el 95% de las diferencias registradas están entre 45,24mmHg y 7,31mmHg para la PAS_R; entre 44,81mmHg y 8,66mmHg para la PAS_E; entre 28,87mmHg y -2,93mmHg para la PAD_R y entre 39,68mmHg y 0,23mmHg para la PAD_E.

El aparato automático proporciona valores de la TA más altos que el esfigmomanómetro manual, con una diferencia media de 26,28mmHg para la PAS_R, de 26,73mmHg para la PAS_E, de 12,97mmHg para la PAD_R y de 19,96mmHg para la PAD_E. Tales diferencias son clínicamente relevantes al ser

superiores a los límites fijados para considerar variar el tratamiento de la HTA³. Por tanto los dos instrumentos de medida de la TA no se pueden considerar equivalentes en las dos situaciones de estudio.

Existen dos limitaciones principales en este trabajo debidas a no haber valorado si existía un posible error de medida en los aparatos utilizados y a haber realizado todas las medidas con el esfigmomanómetro manual en primer lugar.

La primera limitación se podría haber solucionado realizando varias mediciones al mismo sujeto y en las mismas condiciones para comprobar la fiabilidad de los dispositivos usados en el estudio.

La segunda limitación se hubiese evitado realizando las mediciones a la mitad de los sujetos comenzando por el dispositivo manual y a la otra mitad empezando por el automático.

CONCLUSIONES

Como se ha podido comprobar en los apartados anteriores existe una correlación positiva apreciable de los valores analizados en el estudio.

Sin embargo, se encontraron diferencias estadísticamente significativas aplicando el test de la t de Student para muestras apareadas, que también se confirmaron con el método gráfico de Bland Altman.

Por tanto, aunque el estudio de los coeficientes de correlación ha dado un resultado positivo, tras analizar el test de la t de Student para muestras apareadas y el método gráfico de Bland Altman se ha verificado que existen diferencias suficientes como para no considerar equivalentes los dos instrumentos de medida de la TA en ninguna de las dos situaciones objeto de estudio.

La conclusión principal de este estudio indica que en la práctica diaria se puede usar el compresor eléctrico OMRON modelo M3 Intellisense, para facilitar el trabajo mientras las cifras tensionales se mantengan dentro de la normalidad, pero es recomendable realizar un segundo control con el esfigmomanómetro manual en aquellos casos en los que se obtengan valores de la TA superiores a los normales con el equipo digital.

Cabe destacar que los valores de las PAD tomados inmediatamente después de la realización de un ejercicio físico disminuyeron en un alto porcentaje de los casos. Este dato coincide con el hecho de que la frecuencia cardíaca registrada después del ejercicio también fue inferior al valor de la misma registrado en reposo en numerosas ocasiones. Por consiguiente, podría ser objeto de otro estudio comprobar si hay factores que afectan elevando la TA y la FC en reposo, pero que desaparecen tras la realización de un ejercicio físico.

AGRADECIMIENTOS

A mi marido, por su inestimable ayuda y apoyo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Valero R, García Soriano A. Normas, consejos y clasificaciones sobre hipertensión arterial. *Enfermería Global*. [Internet]. 2009 [acceso 11 de abril de 2013];8(1):1-14. Disponible en: <http://revistas.um.es/eglobal/article/view/50131>
2. De la Sierra A, Gorostidi M, Marín R, Redón J, Banegas JR, Armario P, et al. Evaluación y tratamiento de la hipertensión arterial en España. Documento de consenso. *Med Clin (Barc)* 2008;131(3):104-116.
3. Molina R, MD PhD; Ureña T, MD; Martí JC, MD PhD (Grupo de HTA de la SAMFyC). Séptimo informe del comité nacional conjunto en prevención, detección, evaluación y tratamiento de la hipertensión arterial (JNC7). *Hypertension*. 2003; 42:1206-1252.
4. dabl®EducationalTrust. Sphygmomanometers for self-measurement of blood pressure (SBPM). [Internet]. [acceso 09 de abril de 2013]. Disponible en: http://www.dableducational.org/sphygmomanometers/devices_2_sbpm.html#OmronHEM7051E
5. Instrucción Técnica 18/08 "Protocolos Unificados para los Reconocimientos Médicos en el Ejército de Tierra". Mando de Personal. Diciembre 2008.
6. Instrucción Técnica 03/15 "Test General de Condición Física (TGCF) (Actualización 2017)". Mando de Adiestramiento y Doctrina. Ejército de Tierra. Diciembre 2016.
7. Martínez Ramos S, Roselló Hervás M, Valle Morales R, Gámez García MJ, Jaen Cervera R. Presión arterial: ¿Esfigmomanómetro manual o digital? *Enfermería Global*. [Internet]. 2008 [acceso 04 de abril de 2013];7(2):1-9. Disponible en: <http://revistas.um.es/index.php/eglobal/article/view/14671>
8. Bundó M, Urrea M, Muñoz-Ortiz L, Pérez C, Llussà J, Forés R, et al. Measurement of the ankle brachial index with a non-mercury sphygmomanometer in diabetic patients: a concordance study. *BMC Cardiovascular Disorders*. [Internet]. 2013 [acceso 10 de abril de 2013];13:15. Disponible en: <http://www.biomedcentral.com/1471-2261/13/15>
9. Simarro Blasco JA, Noheda Blasco MC, Bascuñana Blasco M, Noheda Recuenco M, Tolmo Aranda I, Romero Carralero MI. Estudio comparativo de la presión arterial invasiva frente a la presión arterial no invasiva. Valoración de la diferencia. *Enfermería Global*. [Internet]. 2011 [acceso 11 de abril de 2013];24:85-93. Disponible en: <http://revistas.um.es/eglobal/article/view/137411/124731>
10. Vera E, Planelles MV, Salas F, Bernal V, Sánchez-Alcón, Granero S. Estudio de concordancia entre distintos dispositivos de medición de la presión arterial, en reclusos de un centro penitenciario. *Revista Española de Sanidad Penitenciaria*. [Internet]. 2005 [acceso 19 de diciembre de 2017];7(1). Disponible en <http://www.sanipe.es/OJS/index.php/RESP/article/view/282/615>
11. Martínez Pardo E, Alcaraz PE, Mesa F, Carrasco L. Efecto de un entrenamiento vibratorio sobre la cinemática de la glucosa, presión arterial, y dinamometría manual. *Archivos de medicina del deporte: Revista de la Federación Española de Medicina del Deporte*. 2008:271-278.
12. Mac Dougall JD, Tuxen D, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J Appl Physiol* [Internet]. 1985 [acceso 25 de abril de 2013];58(3):785-790. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3980383>
13. Palatini P, Mos L, Munari L, Valle F, del Torre M, Rossi A, et al. Blood pressure changes during heavy-resistance exercise. *J Hypertens (Suppl)*. [Internet]. 1989 [acceso 25 de abril de 2013];7(6). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2632751>
14. Benn SJ, McCartney N, Mckelvie RS. Circulatory responses to weight lifting, walking, and stair climbing in older males. *J Am Geriatr Soc*. [Internet]. 1996 [acceso 25 de abril de 2013];121-125. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8576499>
15. Marques-Battagin A, Dal Corso S, Rondon-Soares CL, Ferreira S, Leticia a, De Souza C, et al. Reposta pressórica após exercício resistido de diferentes segmentos corporais em hipertensos. *Arq Bras Cardiol*. [Internet]. 2010 [acceso 30 de octubre de 2017];95(3):405-11. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/abc/2010nahead/aop11310>

16. Vélez Álvarez C, Vidarte Claros JA. Efecto de un programa de entrenamiento físico sobre condición física saludable en hipertensos. *Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.* Río de Janeiro. [Internet]. 2016 [acceso 30 de octubre de 2017];19(2):277-288. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbgg/v19n2/1809-9823-rbgg-19-02-00277.pdf>
17. Benet Rodríguez M, Apollinaire Pinnini JJ, González Leiva J, Yanes Núñez AJ, Fernández Urquizar M. Reactividad cardiovascular y factores de riesgo cardiovascular en individuos normotensos del municipio de Rodas Cienfuegos. *Rev Esp Salud Pública.*[Internet]. 1999 [acceso 04 de abril de 2013];73(5). Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57271999000500005
18. Mellina Ramírez E, González Montero A, Moreno del Sol JM, Jiménez Paneque R, Peraza Roque G. Factores de riesgo asociados con la tensión arterial en adolescentes. *Rev Cubana Med Gen.Integr.*[Internet]. 2001 [acceso 26 de marzo de 2013];17(5). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21252001000500005&script=sci_arttext
19. Spagnolo A, Giussani M, Ambruzzi AM, Brianchetti M, Maringhini S, Mattenci MC, et al. Focus on prevention, diagnosis and treatment of hypertension in children and adolescents. *Italian Journal of Pediatrics.* [Internet]. 2013 [acceso 09 de abril de 2013]. Disponible en:<http://www.ijponline.net/content/39/1/20>
20. Camacho-Camargo N, Alvarado J, Paoli M, Molina Z, Cicchetti R. Relación entre el índice de masa corporal y las cifras de tensión arterial en adolescentes. *Rev Venez Endocrinol Metab.*[Internet]. 2009 [acceso 25 de abril de 2013];7(2). Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-31102009000200003&Ing=es&nrm=iso
21. World Health Organization Regional Office for Europe. Body mass index-BMI. [Internet]. [acceso 18 de abril de 2013]. Disponible en: <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>
22. Fernández-Real Lemos J, Vayreda M, Casamitjana R, Sáez M, Ricart Engel W. Índice de masa corporal (IMC) y porcentaje de masa grasa: un IMC mayor de 27,5 Kg/m² podría suponer obesidad en la población española. *Med Clin.* 2001;117(18): 681-684.
23. Real Decreto 944/2001, de 3 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la determinación de la aptitud psicofísica del personal de las Fuerzas Armadas. BOD núm.155 de 8 de Agosto de 2001.
24. Pickering TG, Hall JE, Appel LJ, Falkner BE, Graves J, Hill MN, et al. Recommendations for blood pressure measurement in humans and experimental animals. Part 1: Blood pressure measurement in humans: a statement for professionals from the Subcommittee of Professional and Public Education of the American Heart Association Council on high blood pressure research. *AHA Scientific Statement Circulation* 2005. 2005:696-716.
25. Alcudia Corredor CM, Alonso Araujo I, Álvarez Torralba MJ, Álvarez Velarde S, Aparcero Vaz C, Aponte Tomillo I, et al. Procedimiento PG 4-3. Medición de la presión arterial. Manual de procedimientos generales de Enfermería. Sevilla: Hospital Universitario Virgen del Rocío. Servicio Andaluz de Salud; 2012:155-159.
26. Mar R, Sierra A de la, Armario P, Campo C, Banegas JR, Gorostidi M, en representación de la Sociedad Española de Hipertensión-Liga Española para la lucha contra la Hipertensión Arterial (SEH-LELHA). Guía sobre el diagnóstico y tratamiento de la hipertensión arterial en España 2005. *Med Clin (Barc)*. 2005;125(1):24-34.
27. Badrinarayan M, Nidhi Dinesh S, Hitesh G, Sushil Kumar S, Abhishek K, Mehta SC. Equipment errors: a prevalent cause for fallacy in blood pressure recording- a point prevalence estimate from an Indian Health University. *Indian J Community Med.* [Internet]. 2013 [acceso 09 de abril de 2013]:15-21. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3612291/>