

Concordancia en la medición del gasto cardiaco. Vigileo vs. Capstesia

Janaí Santiago-López,^a
 Víctor León-Ramírez,^a
 Sheila Hernández-Ramírez,^b
 Petra Isidora Vásquez-Márquez,^b
 Antonio Castellanos-Olivares^c

Concordance in the measurement of cardiac output. Vigileo vs. Capstesia

Background: Capstesia is an app for smartphones that can serve as a simple, accessible and affordable alternative to current advanced hemodynamic monitoring devices. The aim of this paper was to establish the degree of concordance between the Vigileo monitor and the Capstesia app in the measurement of cardiac output in patients undergoing cardiac surgery.

Methods: A process study was conducted that included 30 patients whose cardiac output was measured simultaneously with the Capstesia app and the Vigileo monitor. The analysis was done using the Lin's concordance correlation coefficient and Student's *t*-test. A *p* < 0.05 was considered significant. The information was processed in SPSS v. 22.0.

Results: 332 paired samples were taken. The cardiac output values obtained were 4.43 ± 1.37 L/min for the Vigileo monitor and 4.45 ± 1.38 L/min for the Capstesia app. Lin's concordance correlation coefficient yielded a value of 0.966 with a confidence range of 0.958-0.973.

Conclusions: There is substantial concordance between the cardiac output values yielded by the Vigileo monitor and the Capstesia app in patients undergoing cardiac surgery.

Keywords

Cardiac Output
 Hemodynamic Monitoring
 Thoracic Surgery

Palabras clave

Gasto Cardíaco
 Monitorización Hemodinámica
 Cirugía Torácica

Recibido: 22/08/2016

Aceptado: 02/01/2017

La monitorización del estado hemodinámico constituye uno de los ejes primordiales de la atención en cirugía cardiovascular. Una controversia constante reside en establecer el método ideal para reanimar al paciente quirúrgico de forma sistemática, de tal manera que se logren determinadas metas de acuerdo al tipo de procedimiento al que será sometido el paciente.¹

La optimización de la terapia dirigida al flujo peroperatorio, mediante protocolos de tratamiento dirigido a objetivos específicos, presenta ventajas clínicas y económicas significativas, tales como: morbilidad reducida, estancia hospitalaria más corta y menores costos hospitalarios.^{2,3,4,5,6}

Para lograr lo anterior, se debe contar con el conocimiento de los determinantes del estado cardiovascular, así como obtener mediciones que nos aproximen a establecer la causa de las variaciones hemodinámicas para poder realizar las intervenciones propicias para restablecer la homeostasis del paciente. Dentro de la evaluación del estado hemodinámico, un componente esencial es la determinación del gasto cardiaco.^{7,8,9}

El gasto cardiaco se define como la cantidad de sangre expulsada por el corazón por minuto. Sin embargo, esta noción nos lleva más allá de comprender el fenómeno mecánico de bombeo de sangre desde el corazón a los tejidos. Implica un concepto de índole funcional, donde un gasto cardiaco "adecuado" constituye la capacidad de transporte y perfusión que permitan preservar las funciones de los distintos aparatos y sistemas del organismo.¹⁰

Este parámetro resulta de una variedad de factores dependientes e independientes del miocardio, con una gran cantidad de determinantes y variables que pueden alterar su valor con consecuencias obvias en la capacidad de perfusión. Durante la reanimación y monitorización del paciente quirúrgico, tener este valor resulta de gran utilidad.¹

Las herramientas más frecuentemente utilizadas para la determinación del gasto cardiaco incluyen termodilución y litodilución transpulmonar, métodos que calculan el volumen sistólico a partir del análisis de la morfología de la onda de presión arterial, y los menos invasivos, como los

^aInstituto Mexicano del Seguro Social, Hospital de Cardiología, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Servicio de Anestesiología. Ciudad de México, México

^bInstituto Mexicano del Seguro Social, Hospital de Especialidades "Dr. Bernardo Sepúlveda", Centro Médico Nacional Siglo XXI, Servicio de Anestesiología. Ciudad de México, México

^cInstituto Mexicano del Seguro Social, Hospital de Especialidades "Dr. Bernardo Sepúlveda", Centro Médico Nacional Siglo XXI, Jefatura de Anestesiología. Ciudad de México, México

Comunicación con: Janaí Santiago López

Teléfono: 5627-6900, extensión 22181

Correo electrónico: janaí_santiago@yahoo.com.mx

Introducción: Capstesia es una aplicación (*app*) para *smartphones* que puede constituir una alternativa sencilla, accesible y económica a los dispositivos actuales de monitoreo hemodinámico avanzado. El objetivo de este trabajo fue establecer el grado de concordancia existente entre el monitor Vigileo y la *app* Capstesia, para medir el gasto cardiaco en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

Métodos: Se realizó un estudio de proceso, que incluyó 30 pacientes a los que se les determinó simultáneamente el gasto cardiaco con el monitor Vigileo y la *app* Capstesia. Para su análisis se utilizó el coeficiente de correlación-concordancia de Lin y la prueba *t* de Student, una $p < 0.05$ fue significativa. La información se procesó en SPSS v-22.0.

Resultados: Se tomaron 332 muestras con su par. Los valores de gasto cardiaco obtenidos fueron 4.43 ± 1.37 L/min para el monitor Vigileo y 4.45 ± 1.38 L/min para la *app* Capstesia. El coeficiente de correlación-concordancia de Lin arrojó un valor de 0.966 con IC95% de 0.958 a 0.973.

Conclusiones: Existe concordancia sustancial entre los valores de gasto cardiaco medidos por el monitor Vigileo y la *app* Capstesia en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

métodos que utilizan la técnica Doppler o los que utilizan biorreactancia torácica.^{1,2,3,4,5,10,11}

Durante varios años, el principal método para la determinación del gasto cardiaco ha sido la termodilución intermitente mediante la inserción de un catéter en la arteria pulmonar (catéter de Swan-Ganz), que a pesar de tratarse de un método preciso, hoy en día, debido a su invasividad, ha sido sustituido en la práctica clínica por otras herramientas más modernas y simplificadas.¹⁰

De forma ideal, la mejor tecnología para la estimación del gasto cardiaco debería ser: no invasiva, pragmática, económica, continua, fiable, reproducible, cómoda tanto para el paciente como para el profesional, con mínimos efectos secundarios, exacta y que nos permita obtener determinaciones en tiempo real que faciliten la toma de decisiones de una manera confiable. Hasta el momento, ninguna de las técnicas disponibles cumple todas estas características y la utilización de cada uno de los métodos va a depender fundamentalmente de su disponibilidad y los conocimientos o aptitudes del profesional.¹¹

En este contexto, el monitor Vigileo con el sensor FloTrac y el catéter de oximetría PreSep han sido ampliamente utilizados en nuestra institución hospitalaria desde el año 2001, ya que constituyen una tecnología de monitorización mínimamente invasiva, que proporciona parámetros de flujo claves como: el gasto cardiaco (GC), el índice cardiaco (IC), el volumen sistólico (VS), el índice de volumen sistólico (IVS) y la oximetría venosa mixta (SvO₂), con el fin de guiar el manejo anestésico de pacientes sometidos a cirugía cardíaca.^{12,13,14,15,16,17,18}

Sin embargo, desde su introducción aún existe controversia, ya que muestra múltiples detractores en cuanto a sus costos y sus requerimientos tecnológicos, ya que se requiere de un monitor adicional y otros consumibles que lo hacen poco asequible. Esto ha obligado a los investigadores a realizar una búsqueda del método idóneo de monitoreo hemodinámico.

Pero, si consideramos que la reducción de costos en cirugía cardíaca se está transformando en una condición esencial para el funcionamiento de cualquier unidad hospitalaria, resulta imperativo que dentro de esta nueva

filosofía se deban discutir y evaluar métodos capaces de minimizar costos sin detrimento en el cuidado del paciente.¹⁹ Así, en un intento para dar respuesta a una serie de hipótesis que engloban conceptos alternativos de monitoreo hemodinámico, se da paso a lo que conocemos como aplicaciones médicas para teléfonos móviles.²⁰

Entre estas encontramos Capstesia (Galenic App®, Vitoria-Gasteiz, España) que es una nueva aplicación de Android™/iOS™ para *smartphones* que, tras efectuar una fotografía de la pantalla del monitor del paciente, digitaliza las curvas de presión arterial invasiva que figuran en el monitor (figura 1). La exploración automatizada de la forma de onda de presión arterial identifica picos y valles, realizando un análisis computarizado, y debido a que la forma de onda de la presión de pulso arterial es una función del volumen latido y distensibilidad arterial, su análisis se lleva a cabo estimando el volumen latido y tomando la presión diastólica como la línea basal (figura 2). Para el análisis inicial de la onda se solicitan dos valores: la presión arterial sistólica (TAS) y la presión arterial diastólica (TAD). La obtención de la TAS y la TAD es sencilla: la PAS corresponde al valor de la presión del pico sistólico y la PAD al punto más bajo del ciclo cardiaco. Así, la presión arterial media (PAM) se calcula mediante la integral entre el inicio de la sístole y el final de la diástole del área bajo la curva de presión. La contractilidad miocárdica se obtiene en función de la pendiente de ascenso sistólico de la curva. El volumen sistólico (VS) es el resultado de la integral del área bajo la curva de flujo, situada entre el inicio de la sístole y la incisura o muesca dicrótica. El cálculo de las resistencias vasculares periféricas (RVP) se hace a partir de la posición de la incisura dicrótica y de la pendiente de descenso diastólico de la curva, usando una serie de fórmulas basadas en la edad, peso, talla, frecuencia cardíaca (FC) y PAM. Para estimar la variación de presión sistólica (VPS) se determina el gradiente entre la variación de aumento (Δ Up) y de descenso (Δ Down) para lo que se requiere introducir el parámetro de la frecuencia respiratoria (FR), mientras que para obtener el

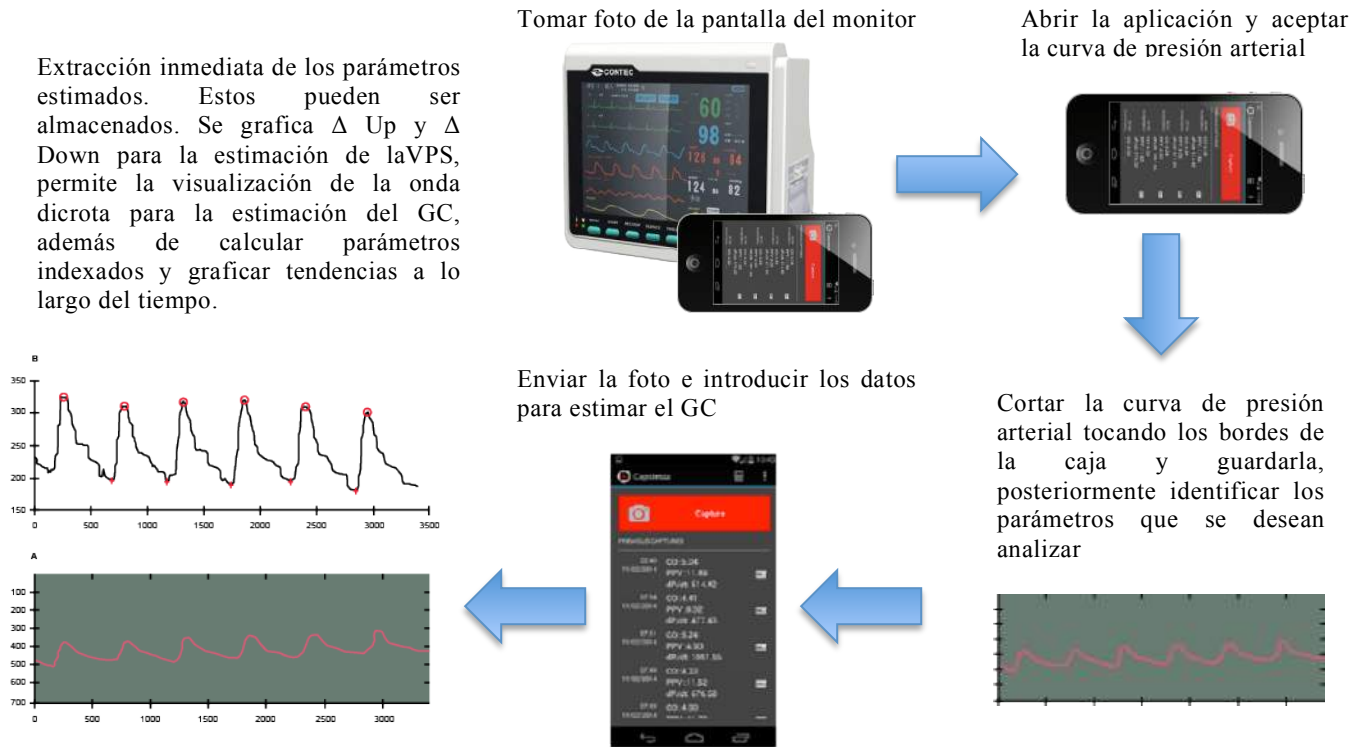


Figura 1 Pasos para determinar el GC mediante la app Captesia (Galenic App®, Vitoria-Gasteiz, España)

GC = Gasto cardíaco; Δ Up = Variación de aumento; Δ Down = Variación de descenso; VPS = Variación de la presión sistólica

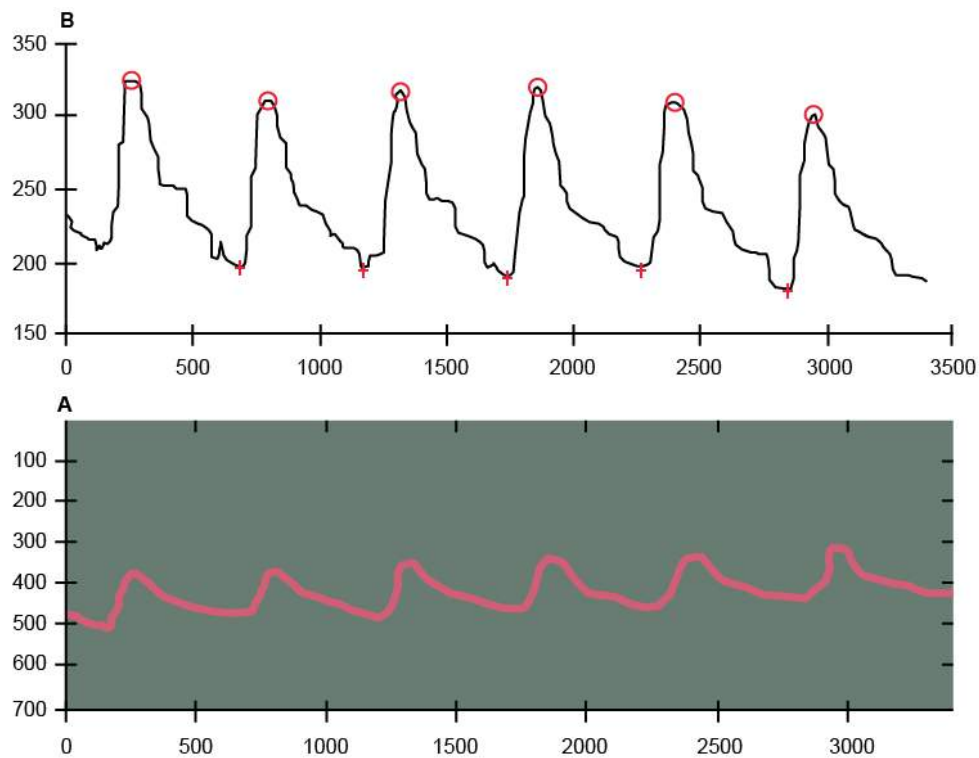


Figura 2 Ejemplo de imagen digitalizada por Captesia. A. La imagen se obtuvo después de un enfoque inicial de una imagen de pantalla a una velocidad de barrido de 12 mm/s, con una escala de morfología de la curva arterial de X1. B. La exploración automatizada identifica picos (círculos) y valles (cruces) y a partir del análisis de la curva y del conocimiento de los valores de TAS (presión arterial sistólica), TAD (presión arterial diastólica), FC (frecuencia cardíaca), FR (frecuencia respiratoria), peso y talla del paciente se procede a realizar el análisis

volumen latido se estima el área bajo la curva de la presión del pulso desde el final de la diástole hasta el final de la sístole a partir del cual se determinará el GC (figura 3).²¹

Así, consideramos que la *app* Capstesia (Galenic App®,

oxígeno (SPO₂) con un equipo multiparámetro, además un sensor de índice biespectral (BIS Sensor) fue colocado en la frente del paciente. Se instaló una cánula nasal para la administración de oxígeno suplementario a un flujo de 2 L/min. Posteriormente se procedió a inducción anestésica,

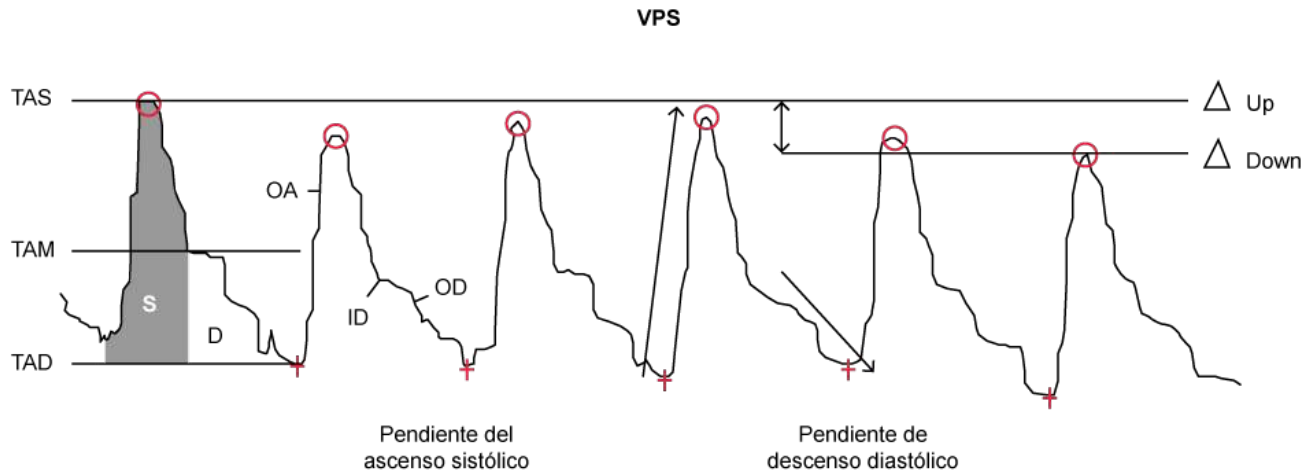


Figura 3 Análisis computarizado de la morfología de onda de la presión de pulso arterial es una función de cada una de sus partes y tomando la presión diastólica como la línea basal

TAS = Presión arterial sistólica; TAD = Presión arterial diastólica; TAM = Presión arterial media; S = Sístole; D = Diástole; OA = Onda anácrota; OD = Onda dícrota; ID = Incisura o muesca dícrota; Δ Up = Variación de aumento; Δ Down = Variación de descenso; VPS = Variación de la presión sistólica

Vitoria-Gasteiz, España) podría constituir una alternativa sencilla, accesible y de bajo costo a los dispositivos actuales de monitorización hemodinámica avanzada.^{22,23}

Material y métodos

Con la aprobación del Comité de Enseñanza, Investigación y Bioética del Hospital, y con el consentimiento informado del paciente, se realizó en un grupo de 30 pacientes de la institución un estudio de proceso para establecer el grado de concordancia existente entre el monitor Vigileo y la *app* Capstesia, para medir el gasto cardiaco en pacientes sometidos a cirugía cardíaca. Se incluyeron todos aquellos pacientes sometidos a cirugía cardíaca con monitoreo hemodinámico avanzado, de cualquier género, con edades comprendidas entre 18 y 90 años, con un riesgo anestésico cardíaco (CARE) clase I-III, que aceptaron participar en el estudio; se excluyeron aquellos pacientes que contaban con alguna contraindicación para la colocación del catéter venoso central y la línea arterial. El criterio de eliminación fue que hubiera una falla en el registro de las variables, o bien, que durante la trayectoria del estudio los pacientes optaran por retirarse del mismo.

De acuerdo con la programación quirúrgica, previo a la cirugía se identificó a aquellos pacientes que cumplieran con los criterios de inclusión, se les invitó a participar en el estudio y con quienes aceptaron se recabó el consentimiento informado. A su llegada a quirófano se les monitoreó la presión arterial no invasiva (PANI), frecuencia cardíaca (FC), electrocardiografía continua (EKG) y saturación de

cuya técnica quedó a consideración del anestesiólogo tratante. Una vez que el paciente se encontraba anestesiado, se procedió a colocar un catéter venoso central (CVC) y a canular la arteria radial, monitoreándose las variables hemodinámicas habituales registradas por el monitor Vigileo®, tales como: gasto cardiaco (GC), índice cardiaco (IC), índice de resistencias vasculares sistémicas (RVSI), variabilidad del volumen sistólico (VVS) e índice de volumen sistólico (IVS). Simultáneamente se digitalizó la pantalla con la curva de presión arterial mediante el uso de la *app* Capstesia, estimándose el gasto cardiaco (GC), el índice cardiaco (IC), el índice de volumen sistólico (VS), la resistencia vascular periférica (RVP) y el índice de resistencia vascular periférica (IRVP). Durante el transanestésico, a todos los pacientes se les registró el gasto cardiaco (GC) cada 15 minutos mediante el empleo de los dos dispositivos de manera simultánea, exceptuando el tiempo de circulación extracorpórea (CEC) y hasta el término de la cirugía, siendo asentados en una hoja diseñada para tal fin.

Para la evaluación de las variables demográficas se utilizó estadística descriptiva, utilizando medidas de tendencia central y dispersión. Para variables cuantitativas con distribución normal se obtuvo una media aritmética y desviación estándar, mientras que para variables cualitativas nominales, tasas de razones y proporciones. Para la evaluación de la concordancia se utilizó el coeficiente de correlación-concordancia de Lin (CCC). El CCC permite establecer si los datos obtenidos se desvían de manera significativa de la línea de concordancia perfecta. Comprende dos componentes: el primero es el sesgo o medida de exactitud de los datos obtenidos por el instrumento, es decir, la cercanía de los datos de la línea de

concordancia. El segundo es la precisión, o sea, la distancia o dispersión de los datos obtenidos alrededor de la línea de mejor ajuste de los datos obtenidos. En caso de un acuerdo perfecto (precisión y exactitud) el CCC adquiere el valor de 1.²⁴ Se utilizaron los siguientes valores para la interpretación de la concordancia: se clasificaron como concordancias pobres los valores < 0.90, concordancias moderadas los valores entre 0.90 y 0.95, concordancias sustanciales entre 0.95 y 0.99 y concordancias casi perfectas > 0.99. Para comparar la diferencia entre mediciones se realizó la prueba *t* de Student. En la comparación cuantitativa, un valor de $p < 0.05$ fue considerado estadísticamente significativo. Para el procesamiento y análisis estadístico de los datos, se construyó una base de datos electrónica con el software SPSS versión 22.0 para Macintosh (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).

Resultados

Se incluyeron 30 pacientes de 26 a 84 años, el 76.67% fueron del género masculino, con pesos comprendidos entre 49 y 110 kilogramos, tallas entre 149 y 183 centímetros, el riesgo anestésico cardiaco constituyó 63.33% para el II y 36.67% para el III según el CARE; el riesgo promedio de morbilidad posoperatoria según el EuroSCORE II fue de 2.8 ± 1.2 , el 23.3% de los pacientes presentaban disfunción ventricular izquierda y 56.6% hipertensión de la arteria pulmonar, el 86.6% presentaron factores de riesgo cardiovascular, en todos ellos fueron múltiples. Los factores de riesgo que más se presentaron fueron: sedentarismo en 83.3%, dislipidemia en 73.3%, tabaquismo e hipertensión

Cuadro I Características demográficas de la población estudiada ($n=30$)

Característica	Valores
Edad (años)	59.8 ± 20.5
Género (Masculino/Femenino)	23/7
Peso (Kg)	73.1 ± 14.4
Talla (cm)	164.3 ± 16.3
CARE (I/II/III/IV)	0/19/11/0
EuroSCORE II	2.8 ± 1.2
Disfunción ventricular, FEVI < 50 (Sí/No)	6/24
HAP (Leve/Moderada/Severa)	3/11/3
Pacientes con factores de riesgo cardiovascular	
Tabaquismo	20
Diabetes mellitus II	17
HAS	20
Sedentarismo	25
Dislipidemia	22
Obesidad	8
Otros	17

CARE = Riesgo anestésico cardiaco; FEVI = Fracción de expulsión de ventrículo izquierdo; HAP = Hipertensión de la arteria pulmonar; HAS = Hipertensión arterial sistémica

arterial sistémica en 66.6%. Las características poblacionales se resumen en el [cuadro I](#).

Se les tomaron en total 332 muestras de gasto cardiaco con su par correspondiente, en el [cuadro II](#) se exponen los resultados descriptivos del gasto cardiaco obtenidos por ambos monitores. En el grupo total, la media de gasto cardiaco obtenido fue menor para el monitor Vigileo que

Cuadro II Resultados descriptivos de gasto cardiaco obtenidos por ambos monitores

Variable estadística	Monitor Vigileo	App Capstesia
Tamaño de la muestra	332	332
Valor mínimo	1.0	1.13
Valor máximo	9.1	9.32
Media aritmética	4.44	4.45
Desviación estándar	1.34	1.36

para la *app* Capstesia, con una diferencia de 0.02 L/min. Esta diferencia no fue significativa ($p > 0.05$).

La variable estudiada, gasto cardiaco por el monitor Vigileo y por la *app* Capstesia y las diferencias por ambos métodos, presentaron una distribución normal.

En el presente estudio, el coeficiente de correlación-concordancia de Lin arrojó un valor de 0.966 con IC95% de 0.958 a 0.973, el cual corresponde a un nivel de concordancia sustancial. Adicionalmente, se realizó el gráfico de Bland-Altman y la determinación de los límites de acuerdo.

En la [figura 4](#) se observa el gráfico de Bland-Altman para los diferentes rangos de gasto cardiaco y se exploró el grado de concordancia, obteniéndose un límite de acuerdo entre 0.7364 y -0.7000, lo cual representa dos desviaciones estándar alrededor de la puntuación promedio de las diferencias entre las dos mediciones, lo que corresponde a un rango de gasto cardiaco de 1.2 a 7.27 L/min.

Con base en estos resultados, podemos concluir que existe concordancia sustancial entre los valores de gasto cardiaco medidos por el monitor Vigileo y la *app* Capstesia en pacientes sometidos a cirugía cardiaca.

Discusión

Existe una disminución en el uso del catéter en la arteria pulmonar, y en nuestra institución hospitalaria solo se usa en el 5% de los pacientes, el 95% restante es supervisado con el monitor Vigileo.

La medición del gasto cardiaco como signo vital no ha perdido vigencia a pesar del avance tecnológico. Una pequeña diferencia en el gasto cardiaco puede cambiar de

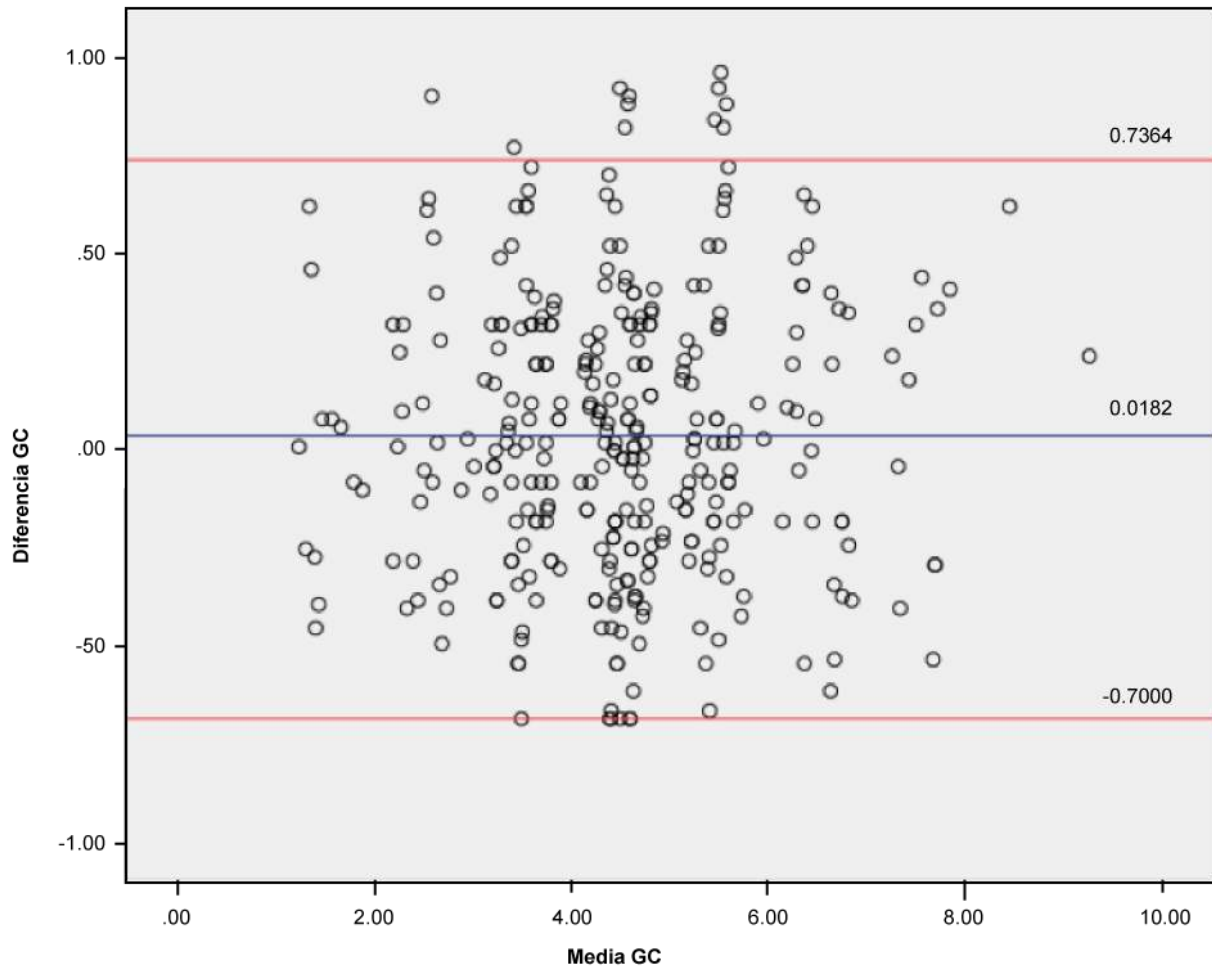


Figura 4 Gráfico de Bland-Altman para el GC medido por ambos monitores. Las líneas superior e inferior representan los límites de concordancia con un intervalo de confianza del 95%. La línea central representa la media aritmética de las diferencias encontradas en cada individuo al medir el GC. Solo 11 mediciones no se encuentran dentro del intervalo de confianza.

manera importante la aproximación terapéutica. Sin embargo, en la mayoría de las instituciones no contamos con monitores específicos para la medición de la misma, bajo esta primicia, la determinación del gasto cardiaco se ha considerado exclusiva de la práctica cardiológica. Es por eso que presentamos una nueva alternativa sencilla, accesible y de bajo costo a los dispositivos actuales de monitorización hemodinámica avanzada.

La monitorización mínimamente invasiva del gasto cardiaco, a partir del análisis de la morfología de la onda de presión arterial con el uso de la *app* Capstesia, es una nueva tecnología que puede ser usada durante el período transoperatorio para optimizar la terapia dirigida al flujo peroperatorio, mediante protocolos de tratamiento dirigido a objetivos específicos.¹⁸

Son bien sabidas las limitaciones del monitoreo invasivo y parcialmente invasivo para la determinación del gasto cardiaco, las cuales van desde una mala colocación del dispositivo, punción pulmonar, desgarre arterial, hasta un sangrado masivo súbito transoperatorio.^{1,11} Al usar la *app* Capstesia se tiene la ventaja de disminuir, además de los costos, los riesgos de la invasividad.

Consideramos que el uso de esta tecnología se puede aplicar no solo en el ámbito de la anestesia cardiovascular, también se puede emplear en manejo de pacientes en muy diversos entornos hospitalarios, como en las unidades de cuidados intensivos, en unidades prehospitalarias, en aquellos pacientes quirúrgicos en los que se espera un recambio importante de la volemia o en aquellas cirugías de larga duración, tales como la cirugía neurológica, el trasplante y la cirugía ortopédica; o bien en pacientes quirúrgicos de alto riesgo como el paciente geriátrico, el politraumatizado y las pacientes ginecoobstétricas (Códigos MATER), así como en aquellos procedimientos quirúrgicos en los que se compromete el inotropismo, como la segmentectomía hepática (durante la maniobra de Pringle), la cirugía videotoracoscópica o aquellas cirugías que requieren de exclusión pulmonar, entre otras.

Para la estimación del gasto cardiaco con el uso de la *app* Capstesia observamos las siguientes dificultades: para estimarlo de forma confiable, la medición se debe realizar mediante una captura fotográfica perfecta, adaptar los ajustes de la cámara del *smartphone* a los reflejos de luz, siempre que se tomen las fotos se debe asegurar de tomarlas

con la misma perspectiva, sin variar la posición o los ajustes, para lo cual sugerimos el uso de un trípode, este elemento es clave para mejorar la estabilidad de la cámara, la nitidez de las imágenes y el enfoque de las fotografías. El disparador a distancia es una buena práctica para evitar que el *smartphone* se mueva al presionar el botón. Por otro lado, si para el análisis de contorno de onda de pulso se cuantifican menos de seis ondas, o estas son muy pequeñas o de morfología irregular (arritmias), los datos no pueden ser validados y, por tanto, no se puede realizar la estimación, para subsanar dicha salvedad sugerimos ajustar la escala del monitor.

La principal limitante de nuestro estudio es la no utilización de un patrón de oro para la medición del gasto cardiaco, como lo sería un catéter en la arteria pulmonar, pero debido a que este es un procedimiento sumamente invasivo, en nuestra institución hospitalaria ha caído en desuso, dándole cabida al Vigileo (previa validación del mismo).^{1,10,12,13,14,15}

Declaración de conflicto de interés: los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno que tuviera relación con este artículo.

Referencias

- Díaz-Esquivel A, Monares-Zepeda E, Aguirre-Sánchez J, Poblano-Moreno M, Camarena-Alejo G, Franco-Granillo J. Correlación entre el gasto cardiaco por termodilución y el medido a través de VCO₂. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int*. 2012;26:36-41.
- Brienza N, Giglio MT, Marucci M, Fiore T. Does perioperative hemodynamic optimization protect renal function in surgical patients? A meta-analytic study. *Crit Care Med*. 2009;37:2079-90.
- Cecconi M, Fasano N, Langiano N, Divella M, Costa MG, Rhodes A, et al. Goal-directed haemodynamic therapy during elective total hip arthroplasty under regional anaesthesia. *Crit Care*. 2011;15:R132.
- Mythen MG, Swart M, Acheson N, Crawford R, Jones K, Kuper M, et al. Perioperative fluid management: Consensus statement from the enhanced recovery partnership. *Perioper Med (Lond)*. 2012;1:2.
- Gustafsson UO, Scott MJ, Schwenk W, Demartines N, Roulin D, Francis N, et al. Guidelines for perioperative care in elective colonic surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society recommendations. *World J Surg*. 2013;37:259-84.
- McGee WT, Raghunathan K. Physiologic goal-directed therapy in the perioperative period: the volume prescription for high-risk patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2013;27(6):1079-86.
- Langesæter E, Gibbs M, Dyer RA. The role of cardiac output monitoring in obstetric anesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2015;28(3):247-53.
- Wittkowski U, Spies C, Sander M, Erb J, Feldheiser A, von Heymann C. Haemodynamic monitoring in the perioperative phase. Available systems, practical application and clinical data. *Anaesthesist*. 2009;58(8):764-78, 780-6.
- Weyland A, Scheeren T. Effects of advanced haemodynamic monitoring on perioperative outcome in high-risk patients. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 2012;47(2):92-100.
- Mathews L, Singh RK. Cardiac output monitoring. *Ann Card Anaesth*. 2008;11(1):56-68.
- García X, Mateu L, Maynar J, Mercadal J, Ochagavía A, Ferrandiz A. Estimación del gasto cardiaco. Utilidad en la práctica clínica. Monitorización disponible invasiva y no invasiva. *Med Intensiva*. 2011;35:552-561.
- Tsai Y-F, Liu F-C, Yu H-P. FloTrac/Vigileo system monitoring in acute-care surgery: current and future trends. *Expert Rev Med Devices*. 2013;10:717-28.
- Button D, Weibel L, Reuthebuch O, Genoni M, Zollinger A, Hofer CK. Clinical evaluation of the FloTrac/Vigileo system and two established continuous cardiac output monitoring devices in patients undergoing cardiac surgery. *Br J Anaesth*. 2007;99(3):329-36.
- Senn A, Button D, Zollinger A, Hofer CK. Assessment of cardiac output changes using a modified FloTrac/Vigileo algorithm in cardiac surgery patients. *Crit Care*. 2009;13(2):R32.
- Seo K. Arterial pressure-based cardiac output monitoring: 1. FloTrac sensor and SVV. *Masui*. 2009;58(7):838-47.
- Mayer J, Boldt J, Poland R, Peterson A, Manecke GR. Continuous arterial pressure waveform-based cardiac output using the FloTrac/Vigileo: a review and meta-analysis. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2009;23(3):401-6.
- Slagt C, Malagon I, Groeneveld ABJ. Systematic review of uncalibrated arterial pressure waveform analysis to determine cardiac output and stroke volume variation. *Br J Anaesth*. 2014;112(4):626-37.
- Dalfino L, Giglio MT, Puntillo F, Marucci M, Brienza N. Haemodynamic goal-directed therapy and postoperative infections: earlier is better. A systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2011;15(3):R154.
- Borracci RA, Rubio MJ, Caviglia DF, Fuks J, et al. Costo-beneficio de un programa de recuperación posoperatoria rápida en cirugía cardíaca. *Rev Arg Cardiol*. 1996;64:505-10.
- Bernardo A. eHealth: tecnología móvil que revoluciona la medicina. Blogthinkbig. (27 de marzo de 2013). Disponible en: <http://blogthinkbig.com/ehealth-tecnologia-movil-medicina/>
- de la Quintana-Gordon F, López-López E, de la Quintana-Gordon E, Zaballos-Bustingorri J. Capítulo 10: Presión arterial invasiva. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/131354403/PRESION-ARTERIAL-INVASIVA-pdf>
- Barrachina-Larraz B, Álvarez-Guerras O, Lopez-Picado A. Capstesia, una nueva APP para la monitorización hemodinámica avanzada. *Rev Esp Anestesiología Reanim*. 2014;61(9):535-536.
- Desebbe O, Joosten A, Suehiro K, Lahham S, Essiet M, Rinehart J, et al. A novel mobile phone application for pulse pressure variation monitoring based on feature extraction technology: A method comparison study in a simulated environment. *Anesth Analg*. 2016;123(1):105-13.
- Lin LI. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics*. 1989;45(1):255-68.

Cómo citar este artículo:

Santiago-López J, León-Ramírez V, Hernández-Ramírez S, Vázquez-Márquez PI, Castellanos-Olivares A. Concordancia en la medición del gasto cardiaco. Vigileo vs. Capstesia. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2018;56(2):136-42.