



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad De Medicina
División de Estudios de Postgrado

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
Unidad Médica de Alta Especialidad
Hospital de Especialidades "Dr. Antonio Fraga Mouret"
Centro Médico Nacional "La Raza"

TESIS:

**"Comparación entre la aplicación Capstesia vs Catéter Swan Ganz
para la determinación del gasto cardiaco en cirugía cardiaca"**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MÉDICO ESPECIALISTA EN
ANESTESIOLOGÍA

PRESENTA:

DRA. ALANIZ SIDA KARMEN KARINA

ASESOR DE TESIS:

DR. JUAN FRANCISCO LOPEZ BURGOS

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX. 2018





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

HOJA DE AUTORIZACION DE TESIS

Dr. Jesús Arenas Osuna
Jefe de la División de Educación en Salud
U.M.A.E. Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”
del Centro Médico Nacional “La Raza” del IMSS

Dr. Benjamín Guzmán Chávez
Profesor Titular del Curso de Anestesiología / Jefe de Servicio de Anestesiología
U.M.A.E. Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”
del Centro Médico Nacional “La Raza” del IMSS

Dra. Alaniz Sida Karmen Karina
Médico Residente del Tercer año en la Especialidad de Anestesiología,
Sede Universitaria U.M.A.E. Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga
Mouret” del Centro Médico Nacional “La Raza” del IMSS
Universidad Nacional Autónoma de México

Número de Registro CLIS:
R-2016-3501-142.

ÍNDICE

| | |
|-------------------------|----|
| RESUMEN..... | 4 |
| INTRODUCCION..... | 6 |
| MATERIAL Y MÉTODOS..... | 11 |
| RESULTADOS..... | 13 |
| DISCUSIÓN..... | 16 |
| CONCLUSIÓN..... | 18 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 20 |

RESUMEN

Objetivo: Comparar la aplicación Capstesia y el catéter Swan Ganz para la determinación de gasto cardiaco en pacientes sometidos a cirugía cardiaca.

Material y Métodos: Se aplicó el método Capstesia para medir el gasto cardiaco mediante el análisis de la curva de la línea arterial, comparado con el catéter Swan Ganz, en pacientes sometidos a cirugía cardiaca, durante el periodo Enero a Mayo 2017, realizando mediciones cada 30 minutos con ambas técnicas. El análisis estadístico; Estadística descriptiva, Chi de Pearson estableciendo un nivel de significancia del $\alpha=5\%$ y un valor de $p<0.05$ se consideró significativo. Para el valor de concordancia se utilizó el coeficiente o índice kappa de Cohen y posteriormente se aplicaron los criterios de Landi y Koch para valorar la fuerza de concordancia.

Resultados: Se incluyeron 34 pacientes, Al realizar comparaciones entre ambos métodos se obtiene un valor $p >0.05$, estadísticamente no significativo, en las pruebas de concordancia se obtiene un valor de kappa de 0 a 0.20, con leve fuerza de concordancia entre sus mediciones.

Conclusión: El valor de P nos demuestra que la aplicación Capstesia, no tiene diferencia significativa para determinación de Gasto cardiaco, comparado con catéter Swan Ganz. Además de una fuerza leve de concordancia según los criterios de Landi y Koch, siendo confiable para su aplicación en los pacientes que requieran determinación del gasto cardiaco en cirugía no cardiaca.

Palabras clave: gasto cardiaco, Swan Ganz, Capstesia, monitoreo hemodinamico.

ABSTRACT

Objective: To compare the Capstesia application and the Swan Ganz catheter for the determination of cardiac output in patients undergoing cardiac surgery.

Material y Methods: A diagnostic test called Capstesia was used to determine cardiac output by analysis of the arterial line curve, compared to the Swan Ganz pulmonary artery catheter, in patients undergoing cardiothoracic surgery. Thirty-four patients were included during the period January to May 2017, and cardiac output was determined every 30 minutes with both techniques. For the statistical analysis, the SPSS version 19 program was used. Descriptive statistics, measures of central tendency and demographic variables. Chi of Pearson establishing a level of significance of $\alpha = 5\%$ and a value of $p < 0.05$ was considered significant. Cohen's Kappa Statistic for Measuring Agreement was used and subsequently the Landi and Koch criteria were applied to asses the strength of agreement.

Results: When comparisons between them, a value $p > 0.05$ was obtained, being statistically not significant. In the matching test, a kappa value of 0 to 0.20 is obtained, with a slight forcé of agreement between its measurements.

Conclusion: Statistically based on the measurements, the value of P shows that the application Capstesia, has no significant difference for determination of cardiac output, compared to Swan Ganz catheter. In addition to a slight strength of agreement according to the criteria of Landi y Koch, being reliable for it's application in patients that require determination of cardiac output in non-cardiac surgery.

Key words: cardiac output, Swan Ganz, Capstesia, hemodynamic monitoring.

INTRODUCCION

El monitoreo hemodinámico nos permite obtener información sobre la funcionamiento cardiovascular del paciente crítico, por lo que constituye una pieza fundamental en la guía terapéutica del paciente con hipo perfusión tisular¹.

La idea de cateterización de la arteria pulmonar ha sido útil para el entendimiento de la fisiología y patología cardiaca desde hace más de 80 años. Particularmente en el manejo de pacientes críticos. Sin embargo, esta cateterización de retrasó hasta la introducción en la práctica de los catéteres de flotación de balón. Como era de esperarse, existió un abuso y sobreuso, que resultaron en innumerables complicaciones². Por lo tanto se inició una evolución de estos catéteres, hasta 1970, cuando los doctores Swan y Ganz, introdujeron el conocido catéter Swan Ganz sin necesidad de fluoroscopia, y que por medio de termo dilución se podría calcular el gasto cardiaco para aurícula y ventrículo derecho, además de presiones ipsilaterales, incluyendo la presión capilar pulmonar (PCP)^{3,4}.

Desde su desarrollo en 1970 y su globalización en los años 80s, se ha observado el mayor uso en instituciones de salud de enseñanza, significando un procedimiento de costo financiero directamente relacionado a la invasividad del catéter de Swan Ganz⁵.

El Gasto cardiaco obtenido por termo dilución con este dispositivo, ha sido considerado Gold Standard desde su introducción. Sin embargo su utilización ha descendido debido dicha invasividad y al debate sobre sus complicaciones y sus indicaciones¹.

El impacto de la cateterización de la arteria pulmonar ha sido cuestionado en varias investigaciones, debido a que conlleva múltiples riesgos, como neumotórax, sangrado o trombosis, infecciones y arrítmicas⁶.

Se ha observado además, mayor mortalidad, mayor duración de estancia intrahospitalaria, y elevación de costos asociados al uso del catéter de arteria pulmonar⁷.

Se han revisado cuatro métodos diferentes mínimamente invasivos para la determinación del gasto cardíaco encontrándose: técnicas de lectura de línea arterial, Doppler esofágico, reabsorción parcial de dióxido de carbono, bioimpedancia transtorácica; para evaluar el sesgo, precisión y error de porcentaje en comparación con la técnica de termo dilución. Sin embargo se han encontrado error de porcentaje de mayor de 40%, no siendo válidos para su correcta medición, en comparación con el Gold Standard ⁸.

Otro variable en monitoreo hemodinámico es, la variación de presión de pulso (VPP) arterial invasiva, la cual se encuentra basada en interacciones cardiopulmonares durante la ventilación mecánica en pacientes bajo anestesia general, que puede predecir la respuesta hídrica. Se pueden usar diferentes técnicas para medir VPP, sin dispositivos especializados; sin embargo, no son capaces de discriminar, si son respondedores o no a expansión de volumen. La VPP requiere de cálculos manuales, un sistema de monitoreo específico o dispositivos adicionales; los cuales, no siempre se encuentran disponibles o son costosos ⁹.

La optimización hemodinámica perioperatoria usando la terapia hídrica guiada por metas ha sido correlacionada con disminución de complicaciones postoperatorias de cirugías de alto riesgo; y la cual, se ha convertido en un cuidado estandarizado para el anesthesiólogo ¹⁰.

El progreso con mayor significado se realizó en Reino Unido, cuando el Instituto Nacional de Salud y Excelencia Clínica (NICE por sus siglas en inglés, National Institute for Health and Clinical Excellence), reveló las guías en el 2011, recomendando el monitoreo y optimización del gasto cardíaco para la terapia hídrica guiada por metas en cirugías de alto riesgo ¹⁰.

Sin embargo, la mayoría de los protocolos basados en optimización del gasto cardíaco usando dispositivos invasivos requieren práctica significativa para aplicarlo adecuadamente ¹⁰.

El término de monitoreo cardiaco mínimamente invasivo comprende todos los métodos que pueden calcular el gasto cardiaco sin necesidad de colocar un catéter de arteria pulmonar ¹¹.

Muchos dispositivos ofrecen la posibilidad de obtener el gasto cardiaco de forma continua basado en el análisis del contorno de la onda de pulso arterial. El análisis de la curva de presión arterial ha recorrido un largo camino desde su descripción en 1899 por Otto Frank¹².

La mayor parte de estos, proporcionan al mismo tiempo la información continua de múltiples variables de precarga, pos carga y contractibilidad, que permiten el cálculo del porcentaje de VPP o en variación de volumen sistólico (VVS). La mayor relevancia de estos dispositivos es que permiten obtener el gasto cardiaco de manera poco invasiva y continuo. Siendo su principal desventaja en que pierde precisión y fiabilidad en situaciones con cambios importantes en volemia y cambio de tono vascular, de especial importancia en los sistemas sin calibración externa¹.

Dentro de estos dispositivos mínimamente invasivos para monitoreo de gasto cardiaco con lectura de la curva de línea arterial, se encuentran dentro de los que no necesitan calibración los siguientes: Pulsioflex, LidCO rapid y el FloTrac/Vigileo. Y dentro de los que necesitan calibración se encuentran: LidCO plus, PiCCOplus y Volumeview, siendo una desventaja de estos últimos, la necesidad de acceso venoso central como requerimiento ¹¹.

La compañía Edwards Lifesciences introdujo un dispositivo de nombre FloTrac para la lectura de la curva de línea arterial, basándose en algoritmo sin necesidad de calibración y sin necesidad de dilución referente. Este sensor estima continuamente el volumen sistólico y frecuencia cardiaca, calculando posteriormente el gasto cardiaco. El monitor Vigileo analiza la curva de línea arterial, e incluye los valores demográficos del paciente como peso, talla, sexo, edad; calculando así los parámetros derivados como índice de gasto cardiaco, índice de volumen sistólico, resistencias vasculares sistémicas, e índice de resistencias vasculares sistémicas ^{12, 13, 14}. De las limitaciones en este dispositivo

se encuentran la sobreestimación del gasto cardiaco en regurgitación aortica, la subestimación en casos de gasto cardiaco elevado, estados de vasodilatación; así como en circulación hiperdinámica y cirrosis hepática ¹⁵.

Capstesia es una aplicación novedosa para Smartphone que no necesita calibración y se actualiza automáticamente, la cual permite mediante el fotografiado a través del propio teléfono móvil, de la pantalla del monitor del paciente, se digitaliza la curva de presión arterial invasiva, y una vez introducidos los valores de presión arterial y frecuencia cardiaca, se obtiene de modo automático los parámetros necesarios de monitorización hemodinámica avanzada: variación de presión de pulso y gasto cardiaco; así como, calcular valores derivados de: índice de gasto cardiaco, índice de volumen sistólico, resistencias vasculares periféricas, índice de resistencias vasculares periféricas). Además, se pueden confeccionar tablas de tendencia a lo largo del tiempo que permiten identificar la respuesta clínica a las decisiones terapéuticas (fluido terapia, fármacos vaso activos) ^{16, 17, 18}.

Se ha realizado un estudio con método comparativo en medio simulado, donde se compara la precisión del cálculo de la VPP medido con aplicación Capstesia vs VPP calculado de manera manual, en 24 series de mediciones con 17 valores diferentes de VPP predefinidos en simulador; el análisis estadístico se realizó con la prueba de Kolmogorov – Smirnov. Encontrando que hay un promedio de espera de 24 segundos para la obtención de VPP por medio de la aplicación, se calculó el error de precisión entre VPP con aplicación y VPP manual de un 10%.y 6% respectivamente. Concluyendo que en dicho piloto, donde existía un medio altamente controlado, la VPP calculada con la aplicación Capstesia mostró una medición aceptable comparada con la VPP calculada de manera manual. ⁹

Prediciendo la VPP es un valor indirecto de la optimización del gasto cardiaco, sabiendo que con el cálculo de este trae consigo el potencial de disminuir complicaciones postoperatorias. Sin embargo en dicho estudio, no se se evaluó esta variable hemodinámica.⁹

Cualquier institución que lleve a cabo cirugía cardíaca debe de tener la capacidad para medir presiones de llenado y el gasto cardíaco. El monitoreo hemodinámico del paciente que va a ser sometido a cirugía y anestesia es un recurso indispensable, que la mayoría de estos pacientes conllevan un riesgo de alteraciones fisiológicas, tanto en el periodo trans como en el postoperatorio.

La medición hemodinámica seriada no solo sirve para hacer diagnóstico de bajo gasto cardíaco, sino también para establecer una estrategia en el tratamiento para optimizar el flujo sanguíneo a órganos vitales.

Dado a que la cirugía cardíaca es un procedimiento de gran índole que requiere de un monitoreo hemodinámico invasivo, que incluye la cateterización de la arteria pulmonar con un catéter Swan Ganz por considerarse el "Gold Standard"; sin embargo, el cual representa un alto grado de complicaciones durante su abordaje, al igual que de un alto costo para las instituciones.

Es de aquí la necesidad de comparar la exactitud del producto novedoso de la aplicación de Capstesia, requiriendo solamente de canulación de la arteria radial, con posterior fotografiado de la curva de presión arterial invasiva, para consecuentemente obtener valores hemodinámicos directos y de manera indirecta el perfil hemodinámico.

La aplicación Capstesia para el cálculo del gasto cardíaco, resulta un método menos invasivo para el paciente disminuyendo la incidencia de complicaciones, además de representar un menor costo para la institución para el adecuado monitoreo hemodinámico transanestésico en cirugía cardíaca y no cardíaca.

MATERIAL Y METODOS

Se realizó una prueba diagnóstica donde se analizaron a los pacientes que fueron sometidos a monitoreo invasivo por medio de catéter Swan Ganz y línea arterial, durante cirugía cardiorácica en el Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional La Raza “Dr. Antonio Fraga Mouret” durante un periodo Enero 2017 a Mayo 2017.

Se incluyeron pacientes mayores de 18 años programados para cirugía cardíaca, de género masculino o femenino, pacientes que se les coloque monitoreo invasivo (colocación catéter Swan Ganz y canulación arterial para Presión arterial invasiva) y pacientes con estado físico de la sociedad americana de anestesiología (ASA, American Society of Anesthesiology) I-V.

Una vez iniciada la cirugía cardíaca bajo anestesia general balanceada, se realizaron mediciones simultáneas del gasto cardíaco (1 toma cada 30 minutos) tanto con la aplicación Capstesia como con las mediciones brindadas por el catéter Swan Ganz conectado al transductor de gasto cardíaco.

Para los valores directos brindados por la aplicación Capstesia fue necesario realizar lo siguiente (Anexo #2) : 1) colocarse frente a la pantalla del monitor del paciente para fotografiarlo, 2) evitar reflejos que puedan producirse en la sala sobre la pantalla (principalmente focos de la sala), 3) esperar a que la línea vertical de barrido de tiempo quede en el extremo derecho, para evitar que la curva de presión arterial quede truncada al fotografiarla, 4) incluir en la fotografía la pantalla en su totalidad, incluyendo los dígitos de frecuencia cardíaca, presión arterial, 5) Captura de la imagen, 6) pulsar Guardar, 7) Recorte de la imagen de presión arterial, de modo de no truncar la curva sin dejar margen en el lado derecho ni izquierdo, 8) Envíar foto, 9) Introducir los valores de presión arterial sistólica (PAS), presión arterial diastólica (PAD) y frecuencia cardíaca (FC) que aparecen en la imagen fotografiada, 10) Obtención los valores: VPP, GC.

Se anotaron los valores brindados de gasto cardiaco por la aplicación Capstesia y por el catéter Swan Ganz en la hoja de recolección de datos (Anexo #3), realizando comparaciones entre ellas.

Se excluyeron pacientes que no aceptaran participar en el estudio, pacientes con contraindicación para la colocación de un catéter Swan Ganz y/o canulación arterial para presión arterial invasiva, pacientes con septicemia recurrente, y pacientes con sensibilidad a la heparina. Siendo criterio de eliminación, el fallecimiento del paciente durante el procedimiento quirúrgico.

Para el análisis estadístico se realizó la captura de datos, con programa Microsoft Excel. Se usó el programa estadístico SPSS versión 19. Estadística descriptiva, para medidas de tendencia central y variables demográficas. Prueba estadística a utilizar para variables numéricas con estadístico T de student. Distribución de valores por la Prueba de Kolmogorov Smirnov. Medias y modas. Pruebas no paramétricas con Chi de Pearson estableciendo un nivel de significancia del $\alpha=5\%$ y un valor de $p<0.05$ se considera significativo. Para variables cuantitativas se utilizaran medidas de tendencia central: media y desviaciones estándar. Para variables cualitativas se utilizara Chi cuadrada.

Para la medición de la concordancia se utilizó el coeficiente o índice kappa; de esta manera, mejorando la estimación del porcentaje de concordancia. Posteriormente se aplicaron los criterios de Landi y Koch para valorar la fuerza de concordancia.

RESULTADOS

Se calcularon medidas de tendencia central en base a las hojas de recolección de datos, mostrando un total de 34 pacientes sometidos a cirugía cardíaca durante el periodo Enero a Mayo 2017, de los cuales se eliminó uno por fallecimiento durante el procedimiento quirúrgico. De los 33 pacientes analizados (n=33), siendo mujeres n=14 (42.4%), hombres n= 19 (57.6%), con edad promedio de 59 años (edad mínima de 18 y máxima de 76 años) con una desviación estándar de ± 13.52 años, peso promedio de 67 kg (rango 48-80 kg) con una desviación estándar de ± 8.17 kg, talla promedio de 1.61 m (rango de 1.46-1.80 m) con una desviación estándar de ± 0.08 m, una superficie corporal promedio de 1.75 m² (rango 1.44-1.89 m²) con una desviación estándar de 0.12 m² (Ver tabla 1).

Tabla 1.

| Variable | Edad (años) | Peso (kg) | Talla (m) | Superficie corporal (m ²) |
|---------------------|-------------|-----------|-----------|---------------------------------------|
| Media | 59.24 | 67 | 1.61 | 1.75 |
| Mediana | 62 | 68 | 1.60 | 1.77 |
| Rango | 18-76 | 48-80 | 1.46-1.80 | 1.44-1.89 |
| Desviación estándar | 13.52 | 8.17 | 0.08 | 0.12 |

Los estados físicos fueron para ASA IV 100% (n=33). (Ver tabla 2).

Tabla 2.

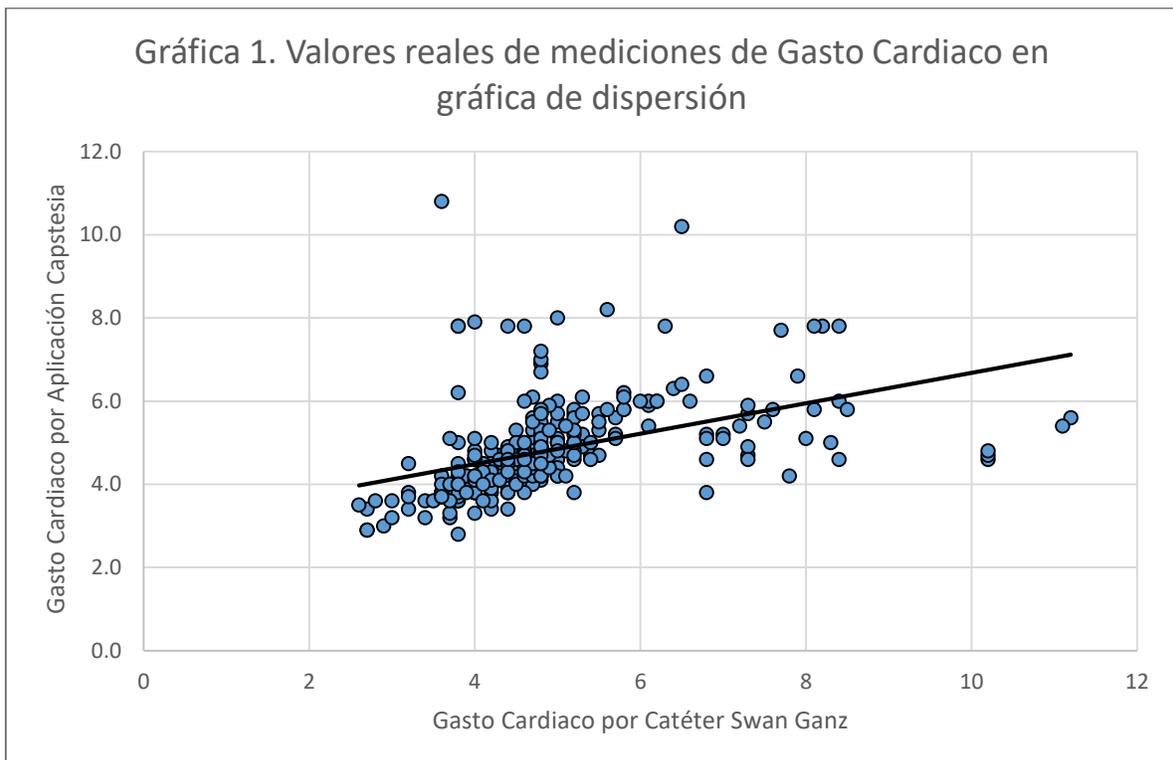
| Genero | ASA |
|---|--------------------|
| Femenino n= 14 (42.4%) Masculino n= 19 (57.6%) | IV n= 33 (100%) |

El tipo de cirugía más prevalente fue revascularización miocárdica con n= 12 (36.4%), cambio valvular aórtico con n=11 (33.3%), cambio valvular mitral con n=7 (21.2%), y doble cambio valvular con n=3 (9%). (Ver tabla 3).

Tabla 3.

| Tipo de cirugía | Frecuencia | % |
|------------------------------|------------|------|
| Revascularización miocárdica | 12 | 36.4 |
| Cambio valvular aórtico | 11 | 33.3 |
| Cambio valvular mitral | 7 | 21.2 |
| Doble cambio valvular | 3 | 9 |

Se realizó gráfica de dispersión (Ver Grafica 1), observando los valores obtenidos por Catéter Swan Ganz en el eje de las X, y los valores obtenidos con la aplicación Capstesia en el eje de las Y; así como, la correlación entre ellas que hay de cada una de las tomas cada 30 minutos. Obteniendo un valor de $p > 0.05$.



Posteriormente se obtiene el valor de kappa como coeficiente de concordancia para cada minuto de medición; así como, su significado basado en los criterios de Landi y Koch para fuerza de concordancia, revelando leve concordancia de las tomas comparativas (Tabla 4).

Tabla 4.

| Tomas comparativas Aplicación Capstesia vs Swan Ganz | Valor Kappa | Significado |
|--|-------------|-------------------|
| Valor inicial | 0.096 | Leve concordancia |
| 30 minutos | 0.082 | Leve concordancia |
| 60 minutos | 0.083 | Leve concordancia |
| 90 minutos | 0.035 | Leve concordancia |
| 120 minutos | 0.024 | Leve concordancia |
| 150 minutos | 0.057 | Leve concordancia |
| 180 minutos | 0.009 | Leve concordancia |
| 210 minutos | 0.096 | Leve concordancia |
| 240 minutos | 0.076 | Leve concordancia |
| 270 minutos | 0.075 | Leve concordancia |

DISCUSION

Se hace hincapié en la importancia del monitoreo hemodinámico de mínima invasión. Chamos et al 2013 resalta la importancia de la cuantificación del gasto cardiaco en cirugías de alto riesgo, refiriéndose al monitoreo hemodinámico de mínima invasión a todos los métodos y dispositivos que sean capaces de cuantificar el gasto cardiaco sin necesidad de colocar un catéter en la arteria pulmonar.¹¹

Joosten et al 2015, realza la importancia de dicho monitoreo únicamente colocando una línea arterial y posteriormente utilización de dispositivos que calculen el gasto cardiaco, entre otras variables.¹⁰

Shah et al 2016 introduce una alternativa de monitoreo hemodinámico mínimamente invasivo, como una aplicación para celular inteligente de tipo Android, el cual calcula la variabilidad de presión de pulso y gasto cardiaco de una imagen digital de la curva de la línea arterial mostrada en el monitor de cualquier tipo (Drager/Datex Ohmeda/Dell).¹⁸

Nosotros estudiamos la aplicación del método Capstesia comparando con el Gold Standard, que es el catéter Swan Ganz, donde se incluyeron 34 pacientes sometidos a cirugía cardiaca electiva los cuales fueron monitorizados con catéter de flotación de la arteria pulmonar. Este estudio arrojó datos de gran utilidad, al realizar el análisis estadístico aplicando la medición de Criterios de Landi y Koch obteniendo como resultado un valor de Kappa (0-0.2) con una Fuerza de concordancia leve entre ambos métodos.

Barrachina et al 2016, realizaron un estudio en pacientes de la unidad de cuidados intensivos que fueran portadores de catéter arterial, donde comparaban la variabilidad de presión de pulso obtenida en el monitor Drager Infinity C700 (Lubeck, Alemania) y la obtenida con la aplicación Capstesia, incluyendo un total de 240 imágenes, utilizando análisis de Band - Altman con resultado de un nivel adecuado de concordancia entre sus mediciones por lo cual lo hace confiable, demostrando su utilidad dentro de la fluidoterapia guiada por metas.²⁰

Desebbe et al 2016, analizan 2040 imágenes comparando el valor de la variabilidad de presión de pulso de forma manual con el método Capstesia, mediante análisis de Band - Altman y curva de ROC, obteniendo una precisión aceptable entre ambas.⁹

Dado a que la cirugía cardíaca es un procedimiento de gran índole que requiere de un monitoreo hemodinámico invasivo, que incluye la cateterización de la arteria pulmonar con un catéter Swan Ganz por considerarse el “Gold Standard”; sin embargo, representa un alto riesgo para complicaciones durante su abordaje, además de un entrenamiento especializado para la colocación y su uso. También, cabe mencionar, los costos elevados que representa a los sistemas de salud.

Michard 2016, en su publicación “Monitoreo hemodinámico en la era de salud digital”, hace referencia sobre las innovaciones tecnológicas y como han cambiado la medicina, sin excluir al monitoreo hemodinámico. Desde monitores que nos brindan información sobre la fisiología del paciente, sensores de alta tecnología para poder monitorizar de forma sensible, específica e individualizada a cada uno de ellos. Y como tercera innovación, se encuentra la conectividad; la cual permite integrar la información en una base de datos, para su análisis y/o cálculo de parámetros derivados, y posteriormente se continúe o modifica la terapéutica empleada.²²

Una amplia variedad de innovaciones digitales han revolucionado la medicina; si bien, la tecnología se ha convertido parte de nuestra vida diaria, un gran porcentaje de la población tiene un celular inteligente, no sorprende la creación de nuevas aplicaciones para dichos dispositivos móviles, los cuales nos faciliten la información requerida en base a algoritmos preestablecidos científicamente comprobados.

CONCLUSIONES

En pacientes hemodinámicamente inestables o que presentan choque circulatorio, los parámetros de monitorización hemodinámica básica (electrocardiograma, presión arterial no invasiva, pulsioximetría) resultan ineficientes para su diagnóstico y correcta reanimación.

La implementación de tecnología en el proceso diagnóstico resulta imprescindible para orientar correctamente las posibles causas de choque, aunque ningún aparato tecnológico debe de suplir la exploración clínica.

La monitorización invasiva, no solo permite identificar el tipo de choque, si no también, seleccionar el tratamiento intervencionista y evaluar la respuesta del tratamiento elegido.

Según las últimas recomendaciones, debemos monitorizar el gasto cardíaco y el volumen sistólico en aquellos pacientes que no responden la terapia inicial, para evaluar la respuesta a los fluidos y/o inotrópicos.²¹

Este estudio se realizó en cirugía cardíaca comparando al Gold estándar para analizar la concordancia en mediciones del gasto cardíaco. Es importante puntualizar que en estudios preliminares en donde se realizaban mediciones con esta aplicación Capstesia, se llevaba a cabo en cirugía abdominal y ginecológica, evaluando solamente la variabilidad de presión de pulso, sin comparar mediciones de gasto cardíaco.

Durante el análisis estadístico se obtuvo un valor de $p > 0.96$ el cual es estadísticamente no significativa; sin embargo, al realizar las pruebas de concordancia se obtiene un valor de kappa de 0 a 0.20, aplicando los criterios de Landi y Koch para la medición de la consistencia, se observa leve fuerza de concordancia entre sus mediciones.

Concluyendo que este estudio si cumplió con su objetivo; al obtener una leve fuerza de concordancia entre la aplicación para teléfono móvil llamada Capstesia y el gold standard, el catéter de flotación pulmonar Swan Ganz, en comparaciones de mediciones de gasto cardiaco.

De esta manera consideramos que es confiable su uso en la práctica anestésica y una alternativa para aquellos pacientes que requieren determinación del gasto cardiaco en cirugía no cardiaca durante el monitoreo hemodinamico mínimamente invasivo.

Es importante puntualizar que es de gran importancia realizar más estudios que incluyan un tamaño de muestra mayor y dirigirlos a cirugía como: transplante renal, cirugía vascular mayor o en aquellos casos que sea imprescindible la monitorización de gasto cardiaco.

BIBLIOGRAFIA

1. Ochogavia A. Monitorización hemodinámica en el paciente crítico. Recomendaciones del Grupo de Trabajo de Cuidados Intensivos Cardiológicos y RCP de la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias. *Med Intensiva*. 2014; 38 (3): 154-169.
2. Chatterjee K. The Swan Ganz Catheters: Past, Present, and Future. *Circulation*. 2009; 119:147-152.
3. Swan H, Ganz W, Forrester J, et al. Catheterization of the heart in man with use of a flow – directed balloon - tipped catheter. *N Engl J Med*. 1970; 283: 447-451.
4. Ganz W, Donoso R, Marcus H, et al. A new technique for measurement of cardiac output by themodilution in man. *The Am J Card*. 1971; 27 (4): 392-396.
5. Ali S, Ross E, Marwah E. Usage of Swan-Ganz catheterization during the past 2 decades in United States. *Crit Care*. 2016; 35: 213-214.
6. Ivanov R, Allen J, Calvin J. The incidence of major morbidity in critically ill patients managed with pulmonary artery catheters: A meta-analysis. *Critic Care Med* 2000. (28); 3: 615-619.
7. Sandham J, Douglas R, Frederick R, et al. A Randomized, Controlled Trial of the Use of Pulmonary – Artery Catheters in High – Risk Surgical Patients. *N Eng J Med*. 2003; 348 (1): 5-14.
8. Peyton P, Chong S. Minimally Invasive Measurement of Cardiac Output during Surgery and Critical Care. *Anesthesiology*. 2010; 113 (5): 1220-1235.
9. Desebbe O, et al. A Novel Mobile Phone Application for Pulse Pressure Variaton Monitoring Based of Feature Extraction Technology: A Method Comparison Study in a Simulated Environment. *Anesth Analg*. 2016; 123: 105-113.

10. Joosten A, Huynh J, Suehiro K. et al. Goal Directed Fluid Therapy with closed-loop assistance during moderate risk surgery using noninvasive cardiac output monitoring: a pilot study. *Br J Anaesth* 2015; 114 (6): 886-892.
11. Chamos C, Vele L, Hamilton M, et al. Less invasive methods of advanced hemodynamic monitoring: principles, devices, and their role in the perioperative hemodynamic optimization. *Perioper Med* 2013; 2(1):19.
12. Mehta Y, Kumar R, Sawhney R, et al. Cardiac Output Monitoring: Comparison of a New Arterial Pressure Waveform Analysis to the Bolus Thermodilution Technique in Patients Undergoing Off-Pump Coronary Artery Bypass Surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2008; 22(3): 315-319.
13. Zimmerman A, Kufner C, Hofbauser S. The Accuracy of the Vigileo/FloTrac Continuous Cardiac Output Monitor. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2008; 22 (3): 388-393.
14. Manecke G. Edwards FloTrac sensor and Vigileo monitor: Easy, accurate, reliable cardiac output assessment using the arterial pulse wave. *Expert Rev Med Devices.* 2005; 2: 523-527.
15. Mayer J, Boldt J, Poland R, et al. Continuous Arterial Pressure Waveform – Based Cardiac Output Using the FloTrac/Vigileo: A Review and Meta-analysis. *J Cardiothorac Anesth.* 2009; 23 (3): 401-406.
16. Barrachina B, Alvarez O, Lopez-Picado A. Capstesia, a new APP for advanced hemodynamic monitoring. *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2014; 61 (9):535-536.
17. Blog para emprendedores. Empresarios alavases. Nano hidrogel inteligentes, capstesia app, danok alava y ekaia eko gestion premiados en “tu idea cuenta”. Premio Oportunidad. Jueves 12 Noviembre 2015. <http://seaemprende.blogspot.mx/2015/11/nano-hidrogel-inteligentes-capstesia.html>
18. Shah S, Hariharan U. Capstesia TM The Smart hemodynamic monitor! *Curr Anaesth Crit Care* 2016; 10:15-19
19. Truijen J. et al. Non invasive continuous hemodynamic monitoring. *J Clin Monit Comput.* 2012; 26: 267-278.

20. Barrachina, et al. Assessment of a Smartphone app (Capstisia) for measuring pulse pressure variation: agreement between two methods. *Eur J Anaesthesiol* 2016; 33:1-6.
21. Cecconi M, et al. A consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med* 2014; 40 (12): 1795-815.
22. Michard F. Hemodynamic monitoring in the era of digital health. *Ann Intensive Care* 2016; 6(15):1-7.