



PERÚ

**Sector
Salud**

**Instituto Nacional de Enfermedades
Neoplásicas**



*DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"*

INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS

EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍA SANITARIA

**REVISIÓN RÁPIDA N° 003 -
2023**

**SENSORES DE TRANSDUCTOR DE
GASTO CARDIACO PARA PACIENTES EN
UNIDADES CUIDADOS INTENSIVOS**

JEFATURA INSTITUCIONAL

**UNIDAD FUNCIONAL DE EVALUACIÓN DE
TECNOLOGÍAS SANITARIAS**

Lima, 31 de agosto del 2023



Revisión Rápida N° 003-2023. Sensores de transductor de gasto cardíaco para pacientes en Unidades Cuidados Intensivos	Código: UFETS-INEN.RR N° 003-2023	
Emisor: Unidad Funcional de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (UFETS)	Elaboración: 2023	Versión: V.01

Mg. Francisco Berrospi Espinoza

Jefe Institucional

Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas

M.C. Alexis Holguin Ruiz

Responsable de la Unidad Funcional de Evaluación de Tecnologías Sanitarias

Elaborado por:

Virgilio Efrain Failoc Rojas

Stefanny Maria Huamán Camacho

Fuente de financiación:

Unidad Funcional de Evaluación de Tecnologías Sanitarias, en el marco del Plan Operativo Institucional del Pliego del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas.

Conflicto de intereses:

Los participantes en la elaboración de este documento declaran, que no existe ningún conflicto de interés invalidante de tipo financiero, intelectual, de pertenencia o familiar que afecte el desarrollo de la evaluación de la tecnología.

Citación:

Este documento deberá citarse de la siguiente manera:

UFETS-INEN. Evaluación de Tecnología Sanitaria – Revisión Rápida N° 003-2023. Sensores De Transductor De Gasto Cardíaco Para Pacientes En Unidades Cuidados Intensivos; Lima, agosto de 2023.

Correspondencia:

Esta versión estará disponible por un periodo de 2 meses en una versión abierta a comentarios y sugerencias. Escriba a Unidad Funcional de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (UFETS) del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN).

Av. Angamos Este 2520, Surquillo 15038 - Lima, Perú

<http://www.inen.sld.pe>
mesadepartesvirtualufets@inen.sld.pe



ÍNDICE

I. ANTECEDENTES:.....	4
II. INDICACIÓN E INTERVENCIÓN (TECNOLOGÍA SANITARIA) A UTILIZAR.....	4
III. ACERCA DE LA TECNOLOGÍA SANITARIA:.....	6
IV. METODOLOGÍA:.....	6
V. ANÁLISIS:	11
VI. ASPECTOS ORGANIZATIVOS.....	16
VII. ASPECTOS ECONÓMICOS.....	18
VIII. CONCLUSIONES:	28
IX. ANEXOS.....	29

I. ANTECEDENTES:

- MEMORANDO N° 000408-2023-DMC/INEN remitido por Dra Rocio Quispe Soto, directora Ejecutiva del departamento de Medicina Crítica del INEN al Jefe de la Unidad Funcional de Evaluación de Tecnologías Sanitarias del INEN.
- La Unidad Funcional de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de INEN se creó el 15 de enero del 2020 mediante R.J. 020-2020-J/INEN y dentro de sus funciones están el *“Evaluar aquellas tecnologías sanitarias requeridas por órganos usuarios, que sean nuevas para la entidad y/o no cuenten con cobertura financiera para la/s IAFAS”*. Definiendo tecnologías sanitarias a *“cualquier intervención que pueda ser utilizada en la promoción de la salud, prevención, diagnóstico o tratamiento de una enfermedad, rehabilitación o cuidados prolongados. Se incluyen los medicamentos, los dispositivos, los procedimientos médicos y quirúrgicos, así como los sistemas organizativos dentro de los cuales se proporciona dicha atención sanitaria”*¹

II. INDICACIÓN E INTERVENCIÓN (TECNOLOGÍA SANITARIA) A UTILIZAR

La monitorización hemodinámica es el proceso de medir y evaluar la función cardiovascular, particularmente el gasto cardíaco, la precarga, la poscarga y la contractilidad. El gasto cardíaco es el volumen de sangre que es expulsada por el corazón en un minuto y es un indicador del flujo sanguíneo y la oxigenación de los tejidos². La monitorización hemodinámica se realiza en pacientes críticamente enfermos que tienen alteración del flujo sanguíneo o del equilibrio de líquidos³.

¹ INAHTA Hea. Health Technology Assessment International (HTAi) "HTA Glossary.net." [Available from: [http://htaglossary.net/tecnolog%C3%ADa-sanitaria-\(n.f.\)](http://htaglossary.net/tecnolog%C3%ADa-sanitaria-(n.f.))]

² Ochagavía A., Zapata L., Carrillo A., Rodríguez A., Guerrero M., Ayuela J.M.. Evaluación de la contractilidad y la poscarga en la unidad de cuidados intensivos. Med. Intensiva [Internet]. 2012 Jul [citado 2023 Ago 28]; 36(5): 365-374.

³ Carrasco Rueda JM, Gabino Gonzalez

*DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"*

Existen diferentes métodos de monitorización hemodinámica, clasificados según el grado de invasión y el tipo de tecnología utilizada. Los métodos invasivos implican insertar un catéter en una arteria o vena que está conectado a un transductor que convierte la presión en señales eléctricas. Estas señales se amplifican y se muestran en un monitor donde se pueden consultar valores numéricos y curvas de presión. Los métodos invasivos más populares incluyen:

El catéter de arteria pulmonar o Swan-Ganz, que se introduce por una vena central hasta llegar a la arteria pulmonar. Este catéter permite medir la presión venosa central (PVC), la presión arterial pulmonar (PAP), la presión capilar pulmonar (PCP) y el gasto cardíaco por termodilución⁴. La termodilución consiste en inyectar un bolo de líquido frío por el catéter y medir los cambios de temperatura en la sangre a través de un termistor. El gasto cardíaco se calcula a partir de la curva de termodilución que se genera.

El sistema PiCCO, que se basa en la termodilución transpulmonar. Este sistema utiliza un catéter arterial, generalmente femoral, que tiene un termistor en su punta. Se inyecta un bolo de suero salino por una vena central y se mide los cambios de temperatura en la sangre a través del termistor. La curva de termodilución que se obtiene permite calcular el gasto cardíaco y estimar la precarga por medio del volumen sanguíneo intratorácico (ITBV)⁵.

Así mismo, existe técnicas mínimamente invasivas, que utilizan técnicas indirectas (como el pulso y presión arteriales) para medir el gasto cardíaco.

El sensor arterial tonométrico (FloTrac™), un método de medición del gasto cardíaco basado en la presión arterial en el que el gasto cardíaco se puede medir de forma continua en tiempo real mediante un catéter arterial. Esta nueva tecnología se basa en los principios básicos de la física.

GA, Sánchez Cachi JL, Pariona Canchiz RP, Valdivia Gómez AF, Aguirre Zurita ON. Monitoreo hemodinámico invasivo por catéter de arteria pulmonar Swan-Ganz: conceptos y utilidad. Arch Peru Cardiol Cir Cardiovasc. 2021;2(3):175-186. doi:10.47487/apcyccv.v2i3.152.

⁴ Dones, MJ Casado, and MR Casado Dones. "Papel de enfermería en el manejo del catéter de Swan-Ganz." Enfermería intensiva 19.3 (2008): 141-149.

⁵ Vivas, A. Martín, et al. "Monitorización hemodinámica: sistema PiCCO®." Enfermería intensiva 19.3 (2008): 132-140.

En este documento se responderá a las solicitudes respecto a: 1) Sensor de transductor de gasto cardiaco

III. ACERCA DE LA TECNOLOGÍA SANITARIA:

1. SENSOR DE TRANSDUCTOR DE GASTO CARDIACO

El sensor FloTrac™ utiliza la tecnología de análisis de onda de pulso para medir las características de la onda de pulso arterial en el sistema circulatorio del paciente. La información de estas ondas de pulso se procesa y analiza para derivar parámetros hemodinámicos importantes.

El sensor se conecta a una línea arterial existente y utiliza un catéter arterial estándar para medir la presión arterial en tiempo real. La información de presión arterial se utiliza para determinar el volumen de sangre que se está bombeando con cada latido cardíaco y, por lo tanto, calcular el gasto cardíaco.

El sistema FloTrac™ es utilizado en entornos críticos como unidades de cuidados intensivos (UCI) y salas de operaciones. Permite una monitorización constante y en tiempo real de la función cardíaca y hemodinámica, por lo que podría ser útil para el manejo de pacientes en estado crítico y la toma de decisiones clínicas.

IV. METODOLOGÍA:

a) Estrategia de búsqueda

Primero se realizó una revisión de los documentos que fueron enviados a la unidad y se conversó con la Unidad de Cuidados Intensivos (Unidad solicitante) del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN).

Se elaboró la siguiente pregunta PICO:

**DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"**

Pregunta	Estrategia
Población: Pacientes en unidad de cuidado intensivo, con monitoreo hemodinámico	"Hemodynamic Monitoring"[Mesh] OR "Intensive Care Units"[Mesh] OR "Respiratory Care Units"[Mesh] OR "Coronary Care Units"[Mesh] OR "Hemodynamic Monitoring"[Tiab] OR "Intensive Care Unit"[Tiab] OR "Respiratory Care Unit"[Tiab] OR "Coronary Care Unit"[Tiab] OR ICU[Tiab]
Intervención: Sensor transductor mínimamente invasivo	Vigileo[Tiab] OR Flotrac[All] OR "Flo trac"[All] OR MostCare[All] OR ProAQT[All] OR LIDCorapid[All] OR (Artery[Tiab] AND (radial[Tiab] OR Femoral[Tiab] OR peripher*[Tiab]))
Comparador: Sensor transductor invasivo	"Catheterization, Swan-Ganz"[Mesh] OR "Swan-Ganz"[Tiab] OR "Swan Ganz"[Tiab] OR "Catheterization, Peripheral"[Mesh] OR "thermodilution"[Tiab] OR ("Catheterization"[Tiab] AND (Artery[Tiab] AND Pulmonary[Tiab]))
Outcome: - Gasto cardíaco - Presión intratorácica - Oximetría	"Cardiac Output"[Mesh] OR "Cardiac Output"[Tiab] OR "Positive-Pressure Respiration, Intrinsic"[Mesh] OR "Positive-Pressure"[Tiab] OR "intravascular pressure"[Tiab] OR "Oximetry"[Mesh] OR Oximetr*[Tiab]

La segunda parte estuvo enfocada en un análisis de la revisión de la literatura para respaldar la decisión basada en evidencia científica.

Fecha de búsqueda: 11 de Agosto del 2023

**DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"**

Bases de datos	de Estrategia/Término de búsqueda	Resultado respuesta
PubMed	("Hemodynamic Monitoring"[Mesh] OR "Intensive Care Units"[Mesh] OR "Respiratory Care Units"[Mesh] OR "Coronary Care Units"[Mesh] OR "Hemodynamic Monitoring"[Tiab] OR "Intensive Care Unit"[Tiab] OR "Respiratory Care Unit"[Tiab] OR "Coronary Care Unit"[Tiab] OR ICU[Tiab]) AND (Vigileo[Tiab] OR Flotrac[All] OR "Flo trac"[All] OR MostCare[All] OR ProAQT[All] OR LIDCorapid[All] OR (Artery[Tiab] AND (radial[Tiab] OR Femoral[Tiab] OR peripher*[Tiab])) AND ("Catheterization, Swan-Ganz"[Mesh] OR "Swan-Ganz"[Tiab] OR "Swan Ganz"[Tiab] OR "Catheterization, Peripheral"[Mesh] OR "thermodilution"[Tiab] OR ("Catheterization"[Tiab] AND (Artery[Tiab] AND Pulmonary[Tiab]))) AND ("Cardiac Output"[Mesh] OR "Cardiac Output"[Tiab] OR "Positive-Pressure Respiration, Intrinsic"[Mesh] OR "Positive- Pressure"[Tiab] OR "intravascular pressure"[Tiab] OR "Oximetry"[Mesh] OR Oximetr*[Tiab])	Total: 118 Seleccionados : 3
Cochrane	([mh "Hemodynamic Monitoring"] OR [mh "Intensive Care Units"] OR [mh "Respiratory Care Units"] OR [mh "Coronary Care Units"] OR "Hemodynamic Monitoring":ti,ab OR "Intensive Care Unit":ti,ab OR "Respiratory	Total: 18 Seleccionados : 0

**DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"**

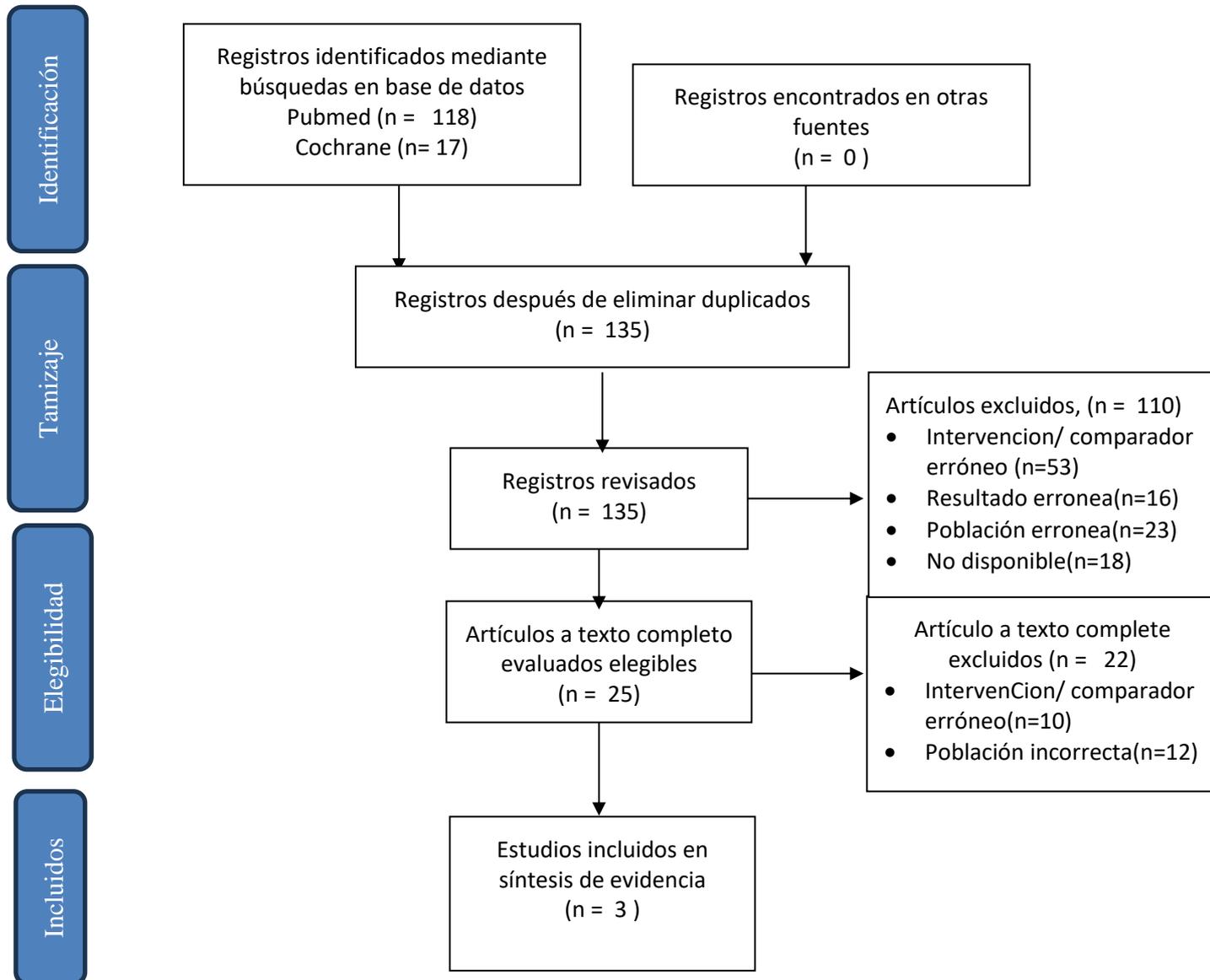
	Care Unit":ti,ab OR "Coronary Care Unit":ti,ab OR ICU:ti,ab) AND (Vigileo:ti,ab OR Flotrac OR "Flo trac" OR MostCare OR ProAQT OR LIDCorapid OR (Artery:ti,ab AND (radial:ti,ab OR Femoral:ti,ab OR peripher*:ti,ab))) AND ([mh "Catheterization, Swan-Ganz"] OR Swan-Ganz:ti,ab OR "Swan Ganz":ti,ab OR [mh "Catheterization, Peripheral"] OR "thermodilution":ti,ab OR (Catheterization:ti,ab AND (Artery:ti,ab AND Pulmonary:ti,ab))) AND ([mh "Cardiac Output"] OR "Cardiac Output":ti,ab OR [mh "Positive-Pressure Respiration, Intrinsic"] OR Positive-Pressure:ti,ab OR "intravascular pressure":ti,ab OR [mh Oximetry] OR Oximetr*:ti,ab)	
BRISA	Sensor transductor gasto cardiaco	Total: 0

* Base Regional de Informes de Evaluación de Tecnologías en Salud de las Américas (BRISA)

b) Selección

Se seleccionó solo estudios de comparación de diseños metodológicos provenientes de estudios observacionales o experimentales, no se incluyeron reporte de casos; además al ser tecnologías que actualizan sus algoritmos y software de medición, solo se consideró los estudios de los últimos 10 años. Los estudios excluidos se detallan en el Anexo 1. La selección fue realizada solo por un evaluador (VEFR)

De un total de 56 estudios, 3 artículos cumplieron con los criterios de selección. A continuación, se muestra el flujo de selección.

Diagrama PRISMA del flujo de selección de estudios incluidos.

From: Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. PLoS Med 6(7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097

c) Análisis de calidad de evidencia

Después del desarrollo de selección con el flujo PRISMA, un evaluador (VEFR) realizó un análisis de la calidad metodológica de cada estudio con la

herramienta de Evaluación de la calidad de los estudios de precisión diagnóstica (QUADAS-2)⁶.

Esta herramienta comprende cuatro dominios: (1) selección de pacientes; (2) texto de índice; (3) estándar de referencia; y (4) flujo y sincronización. Estos cuatro dominios se evaluaron con respecto al riesgo de sesgo y los tres primeros en términos de inquietudes con respecto a la aplicabilidad.

V. ANÁLISIS:

A continuación, resumiremos los principales estudios científicos que responden a la pregunta de interés:

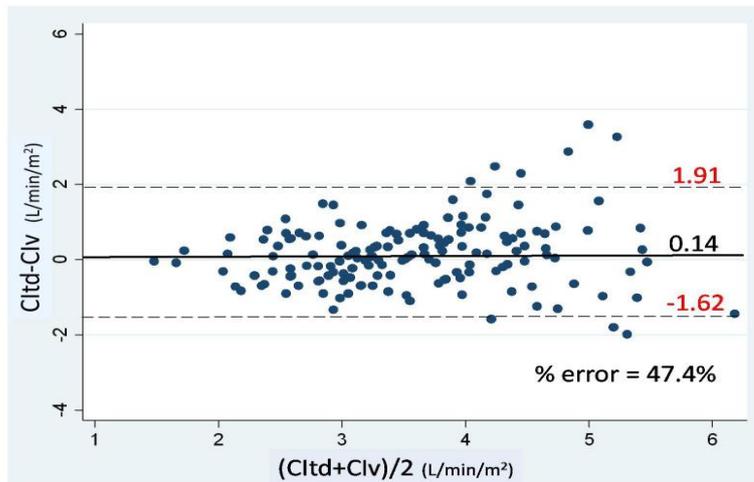
El estudio de Khwannimit B et al (2020) desarrollado en Tailandia⁷, compararon el índice cardíaco (IC) de la medición a través de la onda de presión arterial no calibrado por la cuarta generación de FloTrac y PiCCO comparando con la termodilución transpulmonar en pacientes con shock séptico. Este estudio prospectivo incluyó pacientes con sepsis, que tenían acceso a un catéter venoso central y se excluyeron a quienes tenían derivaciones intracardíacas y arritmias cardíacas (fibrilación auricular o presistoles). A los pacientes se insertó en la arteria femoral dos líneas (PiCCO MP70 y FloTrac 4.0). El nivel de acuerdo y el sesgo entre los métodos se evaluaron mediante análisis de Bland-Altman y se corrigieron con mediciones repetidas. Un total de 31 pacientes fueron evaluados, todos los pacientes recibieron administración de norepinefrina. El promedio de edad fue de 56.3 años, el APACHE II promedio fue de 26.5 ± 8.1 y el SOFA de 9.8 ± 3.7 . La gran mayoría de los pacientes tenía una infección del tracto respiratorio 13 pacientes (41.9%).

⁶ Whiting PF, Rutjes AW, Westwood ME, Mallett S, Deeks JJ, Reitsma JB, Leeflang MM, Sterne JA, Bossuyt PM; QUADAS-2 Group. QUADAS-2: a revised tool for the quality assessment of diagnostic accuracy studies. *Ann Intern Med.* 2011 Oct 18;155(8):529-36. doi: 10.7326/0003-4819-155-8-201110180-00009.

⁷ Khwannimit B, Jomsuriya R. Comparison the accuracy and trending ability of cardiac index measured by the fourth- generation of FloTrac with the PiCCO device in septic shock patients. *Turk J Med Sci.* 2020 Jun 23;50(4):860-869. doi: 10.3906/sag-1909-58. PMID: 32336075; PMCID: PMC7379425.

**DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"**

Se obtuvieron 156 mediciones de IC pareadas para comparar. El IC del FloTrac(Clv) se correlacionó significativamente con el IC de la termodilución(Cltd) con $r = 0,62$ ($p < 0,001$). El análisis de Bland-Altman mostró que el sesgo junto con los límites de acuerdo fue de 0,14 y $-1,62$ – $1,91$ L/min/m² con un error porcentual del 47,4%, como se muestra en la siguiente imagen:



Sin embargo, FloTrac tuvo una buena concordancia de un 93.6% con termodilución transpulmonar cuando había cambios de gasto cardiaco con la inyección de norepinefrina u otro vasoactivo.

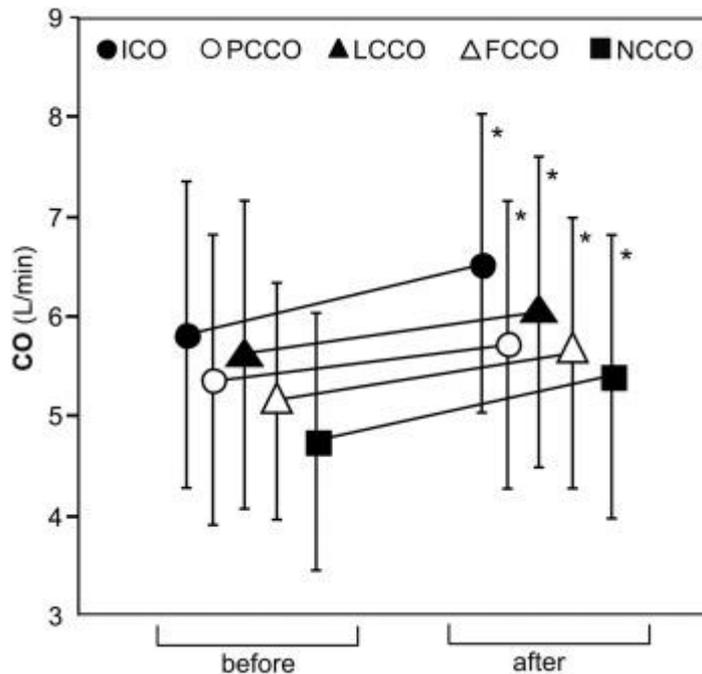
De esto podemos concluir que el FloTrac no tiene un acuerdo considerable y clínicamente aceptable para la estimación del IC, pero si presenta buena capacidad para rastrear cambios de IC cuando son inducidos por administración de norepinefrina. Si bien este estudio usa la termodilución transpulmonar como prueba de oro, esta estimación aun así no se puede considerar como método perfecto para IC, pero sí es un método confiable. Se observó también que FloTrac presentaba menor error a medida que se administraba norepinefrina, lo que nos puede dar a entender que FloTrac presenta un problema de subestimación del IC en casos de inestabilidad hemodinámica, tal como se ha visto en otras poblaciones.

**DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"**

El estudio de Geisen M et al (2018) realizado en Suiza⁸, evaluó la exactitud, precisión de 4 técnicas: PiCCO, LiDCO, FloTrac y Nexfin con el uso de termodilución transpulmonar en pacientes con cirugía de bypass de arteria coronaria electiva para evaluación del gasto cardiaco (GC). Este estudio prospectivo incluyó a 22 pacientes que se encontraban en UCI, se excluyó a pacientes menores de 18 años, gestantes, función de eyección <45%, y presencia de arritmias. Se realizaron tres ciclos de medición en todos los pacientes durante su estancia en cuidados intensivos posoperatorios inmediatos, antes y después de la carga de líquidos. Las mediciones hemodinámicas se realizaron 5 minutos antes e inmediatamente después de la administración de 500 ml de líquido coloidal durante 20 minutos. El nivel de acuerdo y el sesgo entre los métodos se evaluaron mediante análisis de Bland-Altman y se corrigieron con mediciones repetidas.

Se incluyeron 22 pacientes en el estudio y un total de 132 conjuntos de datos coincidentes de 3 ciclos de medición (6 puntos temporales de medición). Se observó una amplia gama de valores de CO durante el período de estudio (3,4-11,6 L/min para ICO, 1,7-10,2 L/min para PCCO, 2,4-11,0 L/min para LCCO, 2,5-9,7 L/min para FCCO y 2,1-10,0 L/min para NCCO). Los valores de CO para cada sistema de monitoreo antes y después de la administración de líquidos se muestran en la siguiente imagen:

⁸ Geisen M, Ganter MT, Hartnack S, Dzemali O, Hofer CK, Zollinger A. Accuracy, Precision, and Trending of 4 Pulse Wave Analysis Techniques in the Postoperative Period. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2018 Apr;32(2):715-722. doi: 10.1053/j.jvca.2017.09.006. Epub 2017 Sep 7. PMID: 29217236.

**DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"**

ICO: GC usando termodilución transpulmonar. LCCO: GC LiDCO. PCCO: GC usando PiCCo2. FCCO: GC usando FloTrac. NCCO: GC usando Nexfin.

Según el análisis de Bland-Altman, los dispositivos PCCO, LCCO, FCCO y NCCO subestimaron el ICO, y utilizando modelos lineales de efectos mixtos con efectos aleatorios para el paciente y el ensayo reveló un sesgo medio ± 2 desviación estándar (%error) de $-0,86 \pm 1,41$ L/min (34,9%) para PCCO-ICO, $-0,26 \pm 2,81$ L/min (46,3%) para LCCO-ICO, $-0,28 \pm 2,39$ L/min (43,7%) para FCCO-ICO y $-0,93 \pm 2,25$ L/min (34,6%) para NCCO-ICO. Se concluye que los 4 dispositivos probados que utilizaron análisis de ondas de pulso para medir el gasto cardíaco no cumplieron con los criterios actuales de exactitud, precisión y capacidad de tendencia significativas y adecuadas en la monitorización del gasto cardíaco. La principal limitación de este estudio es la poca cantidad de pacientes que impide hacer una generalización de los resultados.

Una investigación realizada en Estados Unidos de América por Lamia B et al (2018)⁹, evaluaron la precisión de las mediciones continuas del gasto cardíaco

⁹ Lamia B, Kim HK, Severyn DA, Pinsky MR. Cross-comparisons of trending accuracies of continuous cardiac-output measurements: pulse contour analysis, bioreactance, and pulmonary-artery catheter. J Clin Monit Comput. 2018 Feb;32(1):33-43. doi: 10.1007/s10877-017-9983-4. Epub 2017 Feb 10. PMID: 28188408.

**DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"**

(GC) entre termodilución y LiDCOplus, FloTrac y PiCCO. Este estudio prospectivo incluyó a 21 pacientes que se encontraban en UCI, se excluyó a pacientes con marcapasos, gestantes, función de eyección <45%, y presencia de arritmias. Los valores medios y absolutos de CO en todos los dispositivos se compararon mediante análisis ANOVA, Bland-Altman, momento de Pearson y regresión lineal. El sesgo medio de GC entre cada método emparejado fue -0,10 (PAC-LiDCO), 0,18 (PAC-PiCCO), -0,40 (PAC-FloTrac), -0,71 (PAC-NICOM) L/min, con límites de concordancia (1,96 DE, IC 95%) de $\pm 2,01$, $\pm 2,35$, $\pm 2,27$, $\pm 2,70$ L min, respectivamente. El error porcentual para cada par de dispositivos fue del 35, 41, 40 y 47%, respectivamente. Este estudio demuestra nuevamente que el error de los instrumentos FloTrac y PiCCO superan el 40%, con lo que no es clínicamente aceptable. Otra limitación del estudio es su pequeño tamaño muestral y limitado seguimiento.

De los tres estudios, podríamos resumir en la siguiente tabla resumen que muestra el error porcentual de medición de los equipos de medición no invasivos comparados con termodilución transpulmonar.

Estudio	FloTrac	PiCCO
Khwannimit	47.4%	-
Geisen	43.7%	34.9%
Lamia	40%	41%

Cabe mencionar que el uso de la nueva tecnología ha sido evaluado en otros estudios y se ha observado que FloTrac todavía carece de precisión y capacidad de tendencia en pacientes quirúrgicos cardíacos¹⁰ o estados de inestabilidad hemodinámica¹¹.

Por lo expuesto, la evidencia científica disponible nos indica que los estudios no invasivos para estimación de gasto cardíaco a comparación de métodos invasivos, presenta altos porcentajes de errores, y sesgos muy amplios; así

¹⁰ Eisenried A Klarwein R Ihmsen H Wehrfritz A Tandler R Accuracy and trending ability of the fourth-generation FloTrac/EV1000 system in patients with severe aortic valve stenosis before and after surgical valve replacement. Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia. 2019;33:1230

¹¹ Boettger SF Pavlovic D Grundling M Wendt M Hung O Comparison of arterial pressure cardiac output monitoring with transpulmonary thermodilution in septic patients. Medical Science Monitor. 2010;16:PR1

como tiende a subestimar el real gasto cardiaco en pacientes con hipotensión o inestabilidad hemodinámica. No se encontró un estudio de ensayo clínico, todos fueron prospectivos y de bajo tamaño muestral.

Tabla de sesgo QUADAS-2 de estudios evaluados

Estudio	Probabilidad de sesgos			Preocupación sobre la aplicabilidad de los resultados		
	Selección de los individuos	Prueba Índice	Prueba de referencia	Selección de los pacientes	Prueba Índice	Prueba de referencia
Khwannimit	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Bajo
Geisen	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Bajo
Lamia	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Bajo

Concluimos que en base a la evidencia disponible (Grade: Baja), los estudios no invasivos para estimación de gasto cardiaco tales como FloTrac o PiCCO no podría ser útil en el uso de pacientes con inestabilidad hemodinámica, en comparación con el uso de equipos de termodilución transpulmonar.

VI. ASPECTOS ORGANIZATIVOS

¿Cuáles son las consecuencias organizacionales dentro de la Unidad de Cuidados Intensivos?

El INEN actualmente aplica el procedimiento de Monitoreo Hemodinámico mediante el catéter de Swan-Ganz, el cual es un procedimiento invasivo para monitorear el gasto cardíaco en pacientes críticos y tiene algunas limitaciones y complicaciones.

La nueva tecnología llamada Sensor Transductor de Gasto Cardíaco es un dispositivo mínimamente invasivo que permite tener datos más dinámicos y adicionales que son relevantes para tomar decisiones más rápidas, adicionalmente para que se aplique este procedimiento, el paciente debe tener una línea arterial.

¿Existe algún requerimiento tecnológico adicional asociado al sensor transductor de gasto cardíaco para realizar el monitoreo hemodinámico?

Sí, la Unidad de Cuidados Intensivos que es el Departamento que solicitó la evaluación de la tecnología, indicó que para realizar este procedimiento de medición del gasto cardíaco es necesario utilizar además del sensor transductor, un monitor o plataforma de monitorización, la cual tendrá un costo de adquisición y un catéter arterial radial el cual tendrá un costo de adquisición y colocación; estos costos se calcularán en el presente documento.

¿Cuáles son las desventajas organizacionales fuera del departamento hospitalario?

Este sensor transductor de gasto cardíaco, ya es utilizado por algunos hospitales como: el Hospital Nacional Arzobispo Loayza para el monitoreo hemodinámico de los pacientes con la denominación de Monitor hemodinámico Flotrac¹², el Hospital de Emergencias Casimiro Ulloa que usa también esta tecnología¹³. Esto es debido a que esta nueva tecnología tiene unas cuantas ventajas como brindar datos más continuos en el tiempo, no necesitar de una calibración externa (excepto cuando se presentan cambios significativos en la resistencia vascular sistémica) y no necesita acceso venoso central lo cual podría evitar ciertas complicaciones, solo requiere un catéter arterial radial para el monitoreo¹⁴.

Este sensor expone a un menor riesgo de complicaciones al paciente oncohematológico que generalmente presenta trastorno de la coagulación, esto fue informado por el Departamento de Medicina Crítica en el Anexo N°1 – Solicitud de Incorporación de Tecnologías Sanitarias del Informe N° 000184-2023-UCI-DMC/INEN.

La introducción de esta nueva tecnología no afectará el flujo de pacientes oncológicos críticos que serán monitoreados en el Instituto Nacional de

¹² Plan Ampliación UCIG COVID-19 – Hospital Nacional Arzobispo Loayza.

¹³ Precios del Departamento de Farmacia mes de marzo 2020 – Hospital de Emergencias Casimiro Ulloa.

¹⁴ M.L. Mateu Campos, A. Ferrándiz Sellés, G. Gruartmoner de Vera, J. Mesquida Febrer, C. Sabatier Cloarec, Y. Poveda Hernández y X. García Nogales. Techniques available for hemodynamic monitoring. Advantages and limitations - Med. Intensiva vol.36 no.6 ago./sep. 2012

Enfermedades Neoplásicas u otros hospitales. En UCI el monitoreo se realizará con dos procedimientos: el que se usará con mayor frecuencia que a su vez está complementado con el nuevo dispositivo (el cual es mínimamente invasivo) y el que es un método invasivo por lo que requiere el uso del catéter Swan – Ganz o también llamado catéter de arteria pulmonar.

VII. ASPECTOS ECONÓMICOS

Actualmente, existen procedimientos para el monitoreo hemodinámico que son mínimamente invasivos como el sensor transductor de gasto cardíaco, el costo de esta nueva tecnología fue informado en el Anexo N°1 – Solicitud de Incorporación de Tecnologías Sanitarias del Informe N° 000184-2023-UCI-DMC/INEN de la Solicitud de incorporación de tecnología sanitaria, es de s/. 3,100.00 soles.

Para el análisis económico, se calcularán los costos totales por realizar el procedimiento mínimamente invasivo (incluye el sensor transductor, monitor y catéter arterial radial o femoral) e invasivo (incluye el catéter de arteria pulmonar y un monitor), que sirven para realizar la monitorización hemodinámica, adicionalmente se le añadirán los costos por complicaciones de cada procedimiento, los costos por adquisición de los componentes necesarios para cada procedimiento y los costos por colocación de los catéteres según cada procedimiento.

Primero se hallará el costo de adquisición para el procedimiento que hace uso del sensor transductor, como se muestra a continuación en la Tabla 1, se incluyó el costo de adquisición de la nueva tecnología, el costo por adquisición de un catéter arterial radial y el costo de una plataforma de monitoreo hemodinámico compatible con el sensor (monitor); este último costo fue informado por el Jefe de la Unidad de Cuidados Intensivos.

Tabla 1: Detalle de costos de adquisición procedimiento mínimamente invasivo

**DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"**

Nombre	Costo de adquisición
Sensor transductor de gasto cardíaco	S/. 3,100.00
Monitor	S/. 280,000.00
Catéter arterial radial	S/ 74.40
	S/ 283,174.40

En la tabla 1 el costo total por la adquisición de cada uno de los elementos necesarios para realizar el monitoreo con la nueva tecnología es S/. 283,174.40

Respecto al costo de adquisición del equipo necesario para realizar el procedimiento invasivo de monitoreo hemodinámico, tenemos que se usa un catéter arterial pulmonar que accede mediante vía venosa central, generalmente se elige la vía yugular, un set de presión y un monitor. El jefe de UCI indicó que para este procedimiento se usa un kit de monitoreo hemodinámico catéter adulto (contiene un catéter 5FR x 20 cm y un set de presión invasiva), y su precio informado por el Departamento de Farmacia es S/. 2,852.00, además el área solicitante ya cuenta con monitores que son compatibles con el catéter Swan Ganz, motivo por el cual no se incluirá este último costo. Entonces el costo total de adquisición de este procedimiento invasivo es S/. 2,852.00

Ahora, veremos el costo de colocación del procedimiento que usa este sensor, el cual como indicamos anteriormente requiere un catéter arterial radial, para determinar este costo procedimos a revisar guías médicas para el procedimiento de inserción y retiro de línea arterial¹⁵ y otros documentos¹⁶ además se tomó en cuenta que el costo de este catéter es S/ 74.40, según informó el área de Farmacia del INEN mediante coordinación vía telefónica. Entonces, detallaremos en la Tabla 2 la estructura del costo por colocación de

¹⁵ Castañeda Vásquez J. Guía de inserción, mantenimiento y retiro de línea arterial periférica – Unidad Central del Valle del Cauca, 2021

¹⁶ Guía de procedimiento colocación de línea arterial - Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas del Norte 2021

**DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"**

este catéter que es un complemento para el procedimiento mínimamente invasivo.

Tabla 2: Detalle de costos por colocación de catéter arterial radial - procedimiento mínimamente invasivo.

Detalle de costo directo				
Recursos y procedimiento para colocación	S/.	U. de medida	Cantidad	Costo unitario
Recursos humanos	Salario	Tiempo(min)	Cantidad	Costo unitario
Enfermero	S/. 3600	15	1	S/. 6.00
Técnico en enfermería	S/. 1808.03	15	1	3.01
Recursos materiales	Salario	Tiempo(min)	Cantidad	Costo unitario
Dispositivo médico	Precio	U. de medida	Cantidad	Costo unitario¹⁷
Catéter arterial radial	S/. 74.40	mm Hg	1	S/. 1.49
Equipamiento	Precio	U. de medida	Cantidad	Costo unitario
Camilla multipropósito eléctrica tipo UCI	S/. 4550.00	Und.	1	S/. 1.25
Vitrina de material estéril	S/. 1480.64	Und.		S/. 0.20
Productos farmacéuticos	Precio	U. de medida	Cantidad	Costo unitario
Lidocaína al 2% s/e x 20 ml	S/. 2.80	ml	1	S/. 2.80
Sutura con seda negra trenzada 3/0 c/a 3/8 círculo cortante 25 mm X 75 cm	S/. 2.30	Und.	1	S/. 2.30
Apósito transparente con gluconato de clorhexidina 7 cm X 8.5 cm	S/. 23.30	Und.	1	S/. 0.23
Gasas estériles 10x10x5 cm	S/. 0.48	Und.	10	S/. 0.24
Heparina sódica 25000 UI/5 mL INY 5 mL	S/. 15.00	ml	1	S/. 15.00

¹⁷ Bello-Villalobos H., Mora-Díaz S., Ojeda-Reyes L. y González-Ávila G. Factores que inciden sobre el tiempo de permanencia de un catéter endovenoso central - Centro Médico Nacional, México. Nutr. Hosp. 2006;21(3)

**DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"**

Toalla antiséptica con clorhexidina gluconato 2 % y alcohol isopropílico 70 %	S/. 0.40	Und.	4	S/. 0.02
				S/. 32.54

Para determinar el costo total del procedimiento mínimamente invasivo que se utiliza con la nueva tecnología, será necesario también calcular el costo total de las complicaciones más frecuentes que se presentan para este método, cabe recalcar que éstas se manifiestan al momento de realizar la colocación del catéter con acceso arterial periférico y las que se presentan con mayor porcentaje de frecuencia son la trombosis, sangrado y el espasmo radial¹⁸ que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Detalle de costo total de complicaciones por colocación de catéter arterial periférico - procedimiento mínimamente invasivo.

COMPLICACIONES		TRATAMIENTO	FRECUENCIA	COSTO DE TRATAMIENTO	COSTO POR PACIENTE
Trombosis	La trombosis representa la formación de un trombo en el sistema circulatorio.	Realizar una ecografía Doppler.	2.3%	S/ 1,773.25	S/ 40.78
		Tratamiento farmacológico con anticoagulantes.			
Espasmo radial	Aparece por la fricción entre la pared interna de la arteria y la vaina del introductor o el catéter, pudiendo provocar dolor, imposibilidad de	Realizar compresión.	4.6%	S/ 15.36	S/ 0.71
		Administrar antibióticos y vasodilatadores.			

¹⁸ Frezza EE, Mezghebe H: Indicaciones y complicaciones del uso de catéter arterial en unidades de cuidados intensivos quirúrgicos o médicos: análisis de 4932 pacientes. Am Surg 1998

**DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"**

	movilidad del catéter y atrapamiento del mismo.				
Sangrado	Una hemorragia es la salida de sangre desde el aparato circulatorio, provocada por la ruptura de vasos sanguíneos como venas, arterias o capilares.	Realizar comprensión.	3.8%	S/ 30.97	S/ 1.18
		Aplicación de un anticoagulante.			
				S/ 1,819.58	S/ 42.67

En la Tabla 3 observamos que el costo total de complicaciones para el procedimiento que incorpora el sensor transductor es S/. 42.67 lo cual será útil para el análisis del costo total, posteriormente veremos la tabla 4 que muestra cómo se calculó cada complicación generada.

Tabla 4: Detalle de costos de cada complicación causada por la colocación de catéter arterial periférico - procedimiento mínimamente invasivo.

Trombosis¹⁹				
Material	Costo por unidad	Cantidad	Días	Costo total
Atención paciente día UCI	S/ 300.00	1	5	S/ 1,500.00
Diagnóstico²⁰				
Dímero D cuantitativo	S/ 46.00	1	1	S/ 46.00
Doppler carotideo y yugular	S/ 66.00	1	1	S/ 66.00
Tratamiento²¹				
Heparina sódica 25000 UI/5 mL INY 5 mL	S/ 15.00	2	5	S/ 150.00
Warfarina sódica 5 mg TAB	S/ 0.25	1	5	S/ 1.25

¹⁹ Aina Lauga, Cecilia Perel, Sergio V. Perrone. Guía de Monitoreo Hemodinámico. Monitoreo de las presiones de la arteria pulmonar Catéter de Swan-Ganz. Insuf. card. vol.2 no.4 Ciudad Autónoma de Buenos Aires oct./dic. 2007

²⁰ Guía de Práctica Clínica: Prevención, Diagnóstico y Manejo de Trombosis Venosa Profunda 2019, Marzo. Hospital de Emergencias José Casimiro Ulloa.

²¹ Avila ML, Shah PS, Brendao LR. Different unfractionated heparine doses for preventing arterial thrombosis in children undergoing catheterization. Cochrane Database Syst Rev 2014

**DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"**

Retiro de cateter venoso central	S/ 10.00	1	1	S/ 10.00
				S/ 1,773.25

Sangrado				
Material	Costo por unidad	Cantidad	Días	Costo total
Tratamiento farmacológico				
Heparina sódica 25000 UI/5 mL INY 5 mL	S/ 15.00	1	1	S/ 15.00
Compresa de gasa quirúrgica 48 cm X 48 cm	S/ 1.99	3	1	S/ 5.97
Retiro de catéter arterial	S/ 10.00	1	1	S/ 10.00
				S/ 30.97

Espasmo radial				
Material	Costo por unidad	Cantidad	Días	Costo total
Tratamiento²²				
Verapamilo Clorhidrato 2.5 mg/mL INY 2 mL	S/ 4.99	0.5	1	S/ 2.50
Compresa de gasa quirúrgica 48 cm X 48 cm	S/ 1.99	1	1	S/ 1.99
Nitroglicerina (gliceroltrinitrato) 5 mg/mL INY 5 mL	S/ 8.70	0.1	1	S/ 0.87
Otros procedimientos				
Retiro de catéter venoso central	S/ 10.00	1	1	S/ 10.00
				S/ 15.36

Asimismo, veremos el costo de las complicaciones totales para el procedimiento invasivo que requiere la colocación del catéter Swan Ganz en la tabla 5:

Tabla 5: Detalle de costo total de complicaciones por colocación de catéter Swan Ganz - procedimiento invasivo.

²² Rubio Alcañiz V., Álvarez Vázquez J., Latorre Jiménez J., Benítez Martín P. Incidencia de oclusión de la arteria radial tras cateterismo cardiaco con pulsera neumática. Artículo científico Enfermería en Cardiología. 2016

**DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"**

COMPLICACIONES ²³		TRATAMIENTO	FRECUENCIA	COSTO DE TRATAMIENTO	COSTO POR PACIENTE
Hematomas	Acumulación de sangre en un tejido por ruptura de un vaso sanguíneo. Su presencia puede estar relacionada con intentos fallidos de instalación de un catéter.	Retirar el catéter y ejercer presión sobre la zona de punción	4%	S/ 81.99	S/ 3.28
		Aplicar compresas frías			
		Elevar la extremidad.			
Punción arterial - Fístula arteriovenosa	Producida por la canalización o punción accidental de una arteria al abordar una vía venosa.	Realizar compresión manual sin llegar a ocluir la arteria carótida (en punción yugulares)	3%	S/ 386.86	S/ 11.61
		Si la arteria subclavia es puncionada aplicar presión por arriba y por debajo de la clavícula			

²³ Harvey S., Harrison D., Singer M., Ashcroft J., Jones C., Elbourne D., Brampton W., Williams D., Young D., Rowan K. Assessment of the clinical effectiveness of pulmonary artery catheters in management of patients in intensive care (PAC-Man): a randomised controlled trial. The Lancet 2005

DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

Arritmias (auricular y ventricular)	Es una alteración del ritmo cardíaco. Las arritmias en relación con los CVC son producidas por irritación mecánica de la superficie del endocardio, ocurren al contacto con las guías o el catéter y se presentan casi siempre al instalar un CVC	Administrar medicamentos anticoagulantes.	3%	S/ 2,986.34	S/ 89.59
		Realizar terapias con desfibrilador.			
				S/ 3,455.19	S/ 104.48

Entonces, en el cuadro anterior tenemos el costo total de las complicaciones por realizar el procedimiento invasivo es S/ 104.48. Veremos en la siguiente tabla, el costo de cada complicación presente para este procedimiento que incluye el costo del diagnóstico hasta el tratamiento u otros exámenes, se resalta que en el caso de costos o información que no se encontraron en documentos y/o Tarifario Institucional Integrado de Procedimientos Médicos y/o Sanitarios del INEN 2022, se obtuvo esa información consultando Tarifario de otras instituciones, Guías de Práctica Clínica, Protocolos de manejo de la complicación, etc.

Tabla 6: Detalle de costos de cada complicación causada por la colocación de catéter Swan Ganz - procedimiento invasivo.

**DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"**

Hematomas				
Material	Costo por unidad	Cantidad	Días	Costo total
Tratamiento²⁴				
Compresa de gasa quirúrgica 48 cm X 48 cm	S/ 1.99	1	1	S/ 1.99
Retiro de cateter venoso central	S/ 10.00	1	1	S/ 10.00
Colocación de catéter venoso central	S/ 70.00	1	1	S/ 70.00
				S/ 81.99

Punción arterial - Fístula arteriovenosa²⁵				
Material	Costo por unidad	Cantidad	Días	Costo total
Atención paciente día UCI	S/ 300.00	1	1	S/ 300.00
Diagnóstico				
Doppler arterial miembro inferior y superior	S/ 66.00	1	1	S/ 66.00
Tratamiento				
Compresa de gasa quirúrgica 15 cm X 50 cm	S/ 8.90	1	1	S/ 8.90
Analgesia post-operatorio por catéter	S/ 10.00	1	1	S/ 10.00
Venda elástica 8 in X 5 yd	S/ 1.96	1	1	S/ 1.96
				S/ 386.86

Arritmias (auricular y ventricular)²⁶				
Material	Costo por unidad	Cantidad	Días²⁷	Costo total
Atención paciente día UCI	S/ 300.00	1	7	S/ 2,100.00
Diagnóstico				
Electrocardiograma	S/ 52.00	1	7	S/ 364.00
Terapias²⁸				

²⁴ Protocolo para el manejo estandarizado del paciente con catéter periférico, central y permanente, Primera Edición, agosto 2011. Secretaría de Salud, México.

²⁵ "Rubio Martín M., Benítez Martín P., Rubio Alcañiz V. Manejo de la hemostasia radial tras cateterismo cardiaco - Enfermería en Cardiología. 2020; Año XXVII (81). Revisión bibliográfica"

²⁶ Guía de Práctica Clínica para el Manejo de Pacientes con Fibrilación Auricular. ESSALUD-setiembre 2018

²⁷ Artículo Arritmias Cardíacas. Clínica Universidad de Navarra. <https://www.cun.es/enfermedades-tratamientos/enfermedades/arritmias-cardiacas>

²⁸ Tarifario de Medicamentos y Material Médico - Hospital Nacional Daniel Alcides Carrión.

**DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"**

Cardioversión electiva, conversión eléctrica de la arritmia; externa	S/ 108.00	1	1	S/ 108.00
Tratamiento farmacológico				
Digoxina 250 µg (0.25 mg) TAB	S/ 0.20	2	7	S/ 2.80
Verapamilo Clorhidrato 2.5 mg/mL INY 2 mL	S/ 4.99	2	7	S/ 69.87
Solución anticoagulante ácido cítrico, citrato y dextrosa (ACD) X 500 mL	S/ 163.33	2	1	S/ 326.67
Cirugía u otros procedimientos				
Desfibrilación	S/ 15.00	1	1	S/ 15.00
				S/ 2,986.34

Seguidamente, se armó la tabla 7 donde se observan el costo de adquisición total, costo de colocación total y costo de complicaciones total por cada tipo de procedimiento analizado en el presente informe.

Tabla 7: Detalle de costos de cada complicación causada por la colocación de catéter Swan Ganz - procedimiento invasivo.

Tipo de procedimiento	Costo por adquisición	Costo de colocación	Costo por complicación	Costo unitario por cada procedimiento
Procedimiento invasivo	S/ 2,852.00	S/ 70.00	S/ 104.48	S/ 3,026.48
Procedimiento mínimamente invasivo	S/ 283,174.40	S/ 32.54	S/ 42.67	S/ 283,249.61
				S/ 286,276.09

Finalmente se halla el costo total de aplicar ambos procedimientos, considerando que anualmente se realiza el monitoreo hemodinámico de 160 pacientes aproximadamente en UCI, además el jefe de la Unidad de Cuidados Intensivos indicó que, de éstos, 157 se serían beneficiados por la incorporación de este nuevo dispositivo y a los 3 pacientes restantes se le aplicará el procedimiento invasivo que hace uso del Catéter de Swan - Ganz.

A continuación, en la Tabla 8 se observará el costo total por año que se ejecutará para realizar la monitorización de los pacientes en UCI.

Tabla 8: Detalle de costo total anual por la aplicación de ambos procedimientos.

Tipo de procedimiento	Nº de pacientes	Costo unitario por cada procedimiento	Costo total anual
Procedimiento invasivo	3	S/ 3,026.48	S/ 9,079.44
Procedimiento mínimamente invasivo	157	S/ 283,249.61	S/ 44,470,188.77
			S/ 44,479,268.21

VIII. CONCLUSIONES:

- MEMORANDO N° 000408-2023-DMC/INEN remitido por Dra Rocio Quispe Soto, directora Ejecutiva del departamento de Medicina Crítica del INEN al Jefe de la Unidad Funcional de Evaluación de Tecnologías Sanitarias del INEN.
- La monitorización hemodinámica es el proceso de medir y evaluar la función cardiovascular, particularmente el gasto cardíaco, la precarga, la poscarga y la contractilidad. La termodilución consiste en inyectar un bolo de líquido frío por el catéter y medir los cambios de temperatura en la sangre a través de un termistor. El gasto cardíaco se calcula a partir de la curva de termodilución que se genera. Así mismo, existe técnicas mínimamente invasivas, que utilizan técnicas indirectas (como el pulso y presión arteriales) para medir el gasto cardíaco. En este documento se responderá a las solicitudes respecto a: 1) Sensor de transductor de gasto cardíaco
- Se realizó una estrategia de búsqueda en PubMed y Cochrane encontrando un total de 135 artículos, donde finalmente se seleccionaron 3 estudios.

**DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"**

- De los tres estudios, podríamos resumir que el error porcentual de medición de los equipos de medición no invasivos comparados con termodilución transpulmonar fue : Khwannimit en FoTrac (47.4%), Geisen en FloTrac (43.7%) y PiCCO (34.9%); y Lamia en FloTrac (40%) y PiCCO (41%).
- Concluimos que los estudios no invasivos para estimación de gasto cardíaco tales como FloTrac o PiCCO no podría ser útil en el uso de pacientes con inestabilidad hemodinámica, en comparación con el uso de equipos de termodilución transpulmonar.
- Concluimos que el costo total anual para realizar la monitorización hemodinámica, mediante ambos procedimientos (con el catéter Swan-Ganz y con la nueva tecnología), a los pacientes que se encuentran en UCI, corresponde a S/. 44,479,268.21

IX. ANEXOS

ANEXO 1: Motivos de exclusión de artículos seleccionados a texto completo

Autor (año)	Título del estudio	Motivo de exclusión
Greiwe G et al (2020)	Cardiac output estimation by pulse wave analysis using the pressure recording analytical method and intermittent pulmonary artery thermodilution: A method comparison study after off-pump coronary artery bypass surgery	Población incorrecta
Kusaka Y et al (2018)	Evaluation of the Fourth-Generation FloTrac/Vigileo System in Comparison With the Intermittent Bolus Thermodilution Method in Patients Undergoing Cardiac Surgery	Población incorrecta
Oh C et al (2022)	Comparison between Fourth-Generation FloTrac/Vigileo System and Continuous Thermodilution Technique for Cardiac Output	Población incorrecta

**DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"**

	Estimation after Time Adjustment during Off-Pump Coronary Artery Bypass Graft Surgery: A Retrospective Cohort Study	
Saugel et al (2020)	Cardiac output estimation using multi-beat analysis of the radial arterial blood pressure waveform: a method comparison study in patients having off-pump coronary artery bypass surgery using intermittent pulmonary artery thermodilution as the reference method	Intervención incorrecta
Greive et al (2020)	Cardiac output estimation by multi-beat analysis of the radial arterial blood pressure waveform versus intermittent pulmonary artery thermodilution: a method comparison study in patients treated in the intensive care unit after off-pump coronary artery bypass surgery	Intervención incorrecta
Lee et al (2017)	Agreement in hemodynamic monitoring during orthotopic liver transplantation: a comparison of FloTrac/Vigileo at two monitoring sites with pulmonary artery catheter thermodilution	Población incorrecta (transplante hepático)
Tomas R et al (2017)	Comparison of an advanced minimally invasive cardiac output monitoring with a continuous invasive cardiac output monitoring during lung transplantation	Población incorrecta (transplante pulmón)
Zhang G et al (2012)	Continuous and minimally invasive cardiac output monitoring by long time interval analysis of a radial arterial pressure waveform: assessment using a large, public intensive care unit patient database	Intervención incorrecta (otra tecnología)

**DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"**

Junttila EK et al (2011)	Uncalibrated arterial pressure waveform analysis for cardiac output monitoring is biased by low peripheral resistance in patients with intracranial haemorrhage	Intervención incorrecta tecnología antigua)
Franchi F et al (2011)	Comparison between an uncalibrated pulse contour method and thermodilution technique for cardiac output estimation in septic patients	Intervención incorrecta tecnología antigua)
Saraceni E et al (2011)	Comparison of two methods for cardiac output measurement in critically ill patients	Intervención incorrecta tecnología antigua)
Dufour n ET AL (2011)	Changes in pulse pressure following fluid loading: a comparison between aortic root (non-invasive tonometry) and femoral artery (invasive recordings)	Intervención incorrecta
Hadian M et al (2010)	Cross-comparison of cardiac output trending accuracy of LiDCO, PiCCO, FloTrac and pulmonary artery catheters	Intervención incorrecta tecnología antigua)
Hofer CK et al (2010)	Uncalibrated radial and femoral arterial pressure waveform analysis for continuous cardiac output measurement: an evaluation in cardiac surgery patients	Población incorrecta
Breukers RM et al (2009)	Transpulmonary versus continuous thermodilution cardiac output after valvular and coronary artery surgery	Población incorrecta

**DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"**

Biais M et al (2008)	Cardiac output measurement in patients undergoing liver transplantation: pulmonary artery catheter versus uncalibrated arterial pressure waveform analysis	Población incorrecta (transplante hepático)
Breukers RM et al (2007)	Cardiac output measured by a new arterial pressure waveform analysis method without calibration compared with thermodilution after cardiac surgery	Población incorrecta
Mayer J et al (2007)	Semi-invasive monitoring of cardiac output by a new device using arterial pressure waveform analysis: a comparison with intermittent pulmonary artery thermodilution in patients undergoing cardiac surgery	Población incorrecta / Retracted article
Fakler U et al (2007)	Cardiac index monitoring by pulse contour analysis and thermodilution after pediatric cardiac surgery	Población incorrecta
Werawatganon T et al (2003)	Validity and reliability of cardiac output by arterial thermodilution and arterial pulse contour analysis compared with pulmonary artery thermodilution in intensive care unit	Intervención incorrecta (tecnología antigua)
Felbinger TW et al (2002)	Comparison of pulmonary arterial thermodilution and arterial pulse contour analysis: evaluation of a new algorithm	Población incorrecta
Goedje O et al (1999)	Continuous cardiac output by femoral arterial thermodilution calibrated pulse contour analysis: comparison with pulmonary arterial thermodilution	Intervención incorrecta (tecnología antigua)