

Experiencia con la herramienta ultrasonográfica Kosmos en el abordaje y tratamiento de pacientes de la consulta externa de insuficiencia cardiaca: un estudio transversal unicéntrico

Experience with the Kosmos ultrasonographic tool in the approach and treatment of ambulatory patients of a heart failure clinic: a single-center cross-sectional study

Ulises Gómez-Álvarez*, Juan C. de la Fuente-Mancera, Neftali E. Antonio-Villa,
Amada Álvarez-Sangabriel, Carlos A. Guizar-Sánchez y Fernando Tenorio-Bautista

Clínica de Insuficiencia Cardiaca y Trasplante, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, Ciudad de México, México

Resumen

Antecedentes: En México aún es muy poco conocida la epidemiología de la insuficiencia cardiaca, sin embargo se sabe que la principal causa de ingresos hospitalarios en los pacientes con insuficiencia cardiaca es la congestión pulmonar y sistémica. **Objetivo:** Estimar el estado de congestión y evaluar la función cardíaca mediante el ultrasonido portátil en pacientes con insuficiencia cardíaca tratados en un centro de tercer nivel en México. **Método:** Se llevó a cabo un estudio observacional transversal. Se seleccionaron pacientes que acudieron a la Clínica de Insuficiencia Cardiaca del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez en la Ciudad de México entre mayo y agosto de 2022. Se les sometió a una evaluación ultrasonográfica mediante un dispositivo portátil para valorar la congestión pulmonar y sistémica, así como la función y estructura cardíaca. **Resultados:** Se incluyeron de forma prospectiva 100 pacientes diagnosticados con insuficiencia cardíaca en el periodo de estudio. El 76% fueron hombres, con una edad mediana de 59 años (RIQ: 50-68 años). La mediana del FEVI registrada fue del 34% (RIQ: 27.0-43.5%). Al evaluar la congestión pulmonar, el 78% de los pacientes presentaron un patrón A y el 22% un patrón B. Siguiendo el protocolo VExUS, el 92% de los pacientes mostraron un grado 0, el 2% un grado 1 y el 6% un grado 2. **Conclusiones:** El uso del ultrasonido portátil facilitó la caracterización cuantitativa de las características ecocardiográficas de la población estudiada. Este dispositivo podría ofrecer una mejor caracterización clínica que, a su vez, permita una optimización en la prescripción de medicamentos para la insuficiencia cardíaca y el ajuste de dosis de diuréticos según los hallazgos ecocardiográficos de congestión.

Palabras clave: Congestión sistémica y pulmonar. Insuficiencia cardíaca. Ecocardiograma.

Abstract

Background: In Mexico, the epidemiology of heart failure is still not well understood. However, it is known that the primary cause of hospital admissions in patients with heart failure is pulmonary and systemic congestion. **Objective:** To estimate congestion status and assess cardiac function using portable ultrasound in patients with heart failure. **Method:** A cross-sectional observational study was conducted. Patients who attended the Heart Failure Clinic at the Ignacio Chávez National Cardiology Institute in Mexico City between May and August 2022 were selected. They underwent ultrasonographic evaluation using a portable device to assess pulmonary and systemic congestion, as well as cardiac function and structure. **Results:** One-hundred patients diagnosed with heart failure were prospectively included during the study period; 76%

*Correspondencia:

Ulises Gómez-Álvarez

E-mail: ulisesga304@gmail.com

Fecha de recepción: 21-10-2022

Fecha de aceptación: 29-09-2023

DOI: 10.24875/ACM.22000250

Disponible en internet: 1-3-2024

Arch Cardiol Mex. 2024;94(1):79-85

www.archivoscardiologia.com

1405-9940 / © 2023 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

were male, with an average age of 59 years (range: 50-68 years). The recorded LVEF median was 34% (IQR: 27-43.5%). When evaluating pulmonary congestion, 78% of the patients showed a pattern A and 22% a pattern B. Following the VExUS protocol, 92% of the patients were at grade 0, 2% at grade 1, and 6% at grade 2. **Conclusions:** The use of the portable ultrasound facilitated the quantitative characterization of the echocardiographic features of the studied population. This device could provide better clinical characterization which, in turn, might allow for optimized drug prescription for heart failure and dose adjustments of diuretics based on echocardiographic congestion findings.

Keywords: Systemic and pulmonary congestion. Heart failure. Echocardiogram.

Introducción

En México aún es muy poco conocida la epidemiología de la insuficiencia cardiaca, sin embargo se sabe que la principal causa de ingresos hospitalarios en los pacientes con insuficiencia cardiaca es la congestión pulmonar y sistémica¹. Estos episodios de hospitalización no solamente se asocian a un alto costo para el sistema sanitario, sino que también se asocian con un incremento en la mortalidad a corto plazo¹. La evaluación de la congestión en estos pacientes mediante la exploración física y el interrogatorio ha demostrado tener una pobre sensibilidad, por lo cual se ha implementado el uso de las herramientas como la ultrasonografía (USG) que nos permiten evidenciar de mejor manera la congestión de un paciente². Las herramientas ultrasonográficas se eligen de manera inicial al ser herramientas de apoyo poco invasivas y que nos arrojan datos de suma importancia que nos permiten tomar decisiones en beneficio del paciente²⁻⁴. Estudios han demostrado la gran utilidad de estas herramientas en la atención de los pacientes con insuficiencia cardiaca, sin embargo el uso y la experiencia con una nueva herramienta de USG portátil no ha sido evaluada en pacientes mexicanos^{2,3}. Aunque no ha sido evaluada en pacientes mexicanos, se han realizado estudios comparativos de la herramienta Kosmos con otros dispositivos de USG portátil en otros países. Por ejemplo, un estudio comparó la herramienta diagnóstica portátil Kosmos con otras herramientas portátiles de USG como Butterfly iQ+, Vscan Air y Lumify. Si bien la herramienta Kosmos demostró ser útil, no fue considerada superior en todos los aspectos. Su mayor fortaleza radicaba en la calidad de imagen, mientras que su facilidad de uso fue identificada como una debilidad⁵.

Por consecuencia, el objetivo principal de este estudio es describir el estado de congestión y evaluar la función cardiaca mediante el USG portátil en pacientes con insuficiencia cardiaca que acudieron a la consulta externa de la Clínica de Insuficiencia Cardiaca del

Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez (INCICH) de mayo a agosto del 2022.

Métodos

Diseño de estudio

Se implementó un diseño de estudio observacional, transversal, en el que se incluyeron 100 pacientes de la Clínica de Insuficiencia Cardiaca a quienes se les realizó un estudio con USG portátil de corazón en la consulta externa. Se definió a la muestra estudiada según los criterios de la guía europea de insuficiencia cardiaca⁶, definiendo la insuficiencia cardiaca como un síndrome clínico caracterizado por síntomas típicos como disnea, inflamación de tobillo y fatiga, que pueden estar acompañados de signos como presión yugular elevada, crepitantes pulmonares y edema periférico. Además, es esencial que el paciente cuente con un ecocardiograma con fracción de eyeción del ventrículo izquierdo (FEVI) < 40%. Los datos se recolectaron de manera prolectiva de pacientes que acudieron a la Clínica de Insuficiencia Cardiaca del INCICH en la Ciudad de México entre mayo y agosto de 2022, seleccionados de manera aleatoria. Los criterios de inclusión fueron pacientes con seguimiento y tratamiento en la Clínica de Insuficiencia Cardiaca del INCICH. Se excluyó a los pacientes a quienes no se les pudo realizar un ecocardiograma por cuestiones técnicas o intolerancia del paciente al decúbito lateral. A los pacientes que cumplieron los criterios de selección se les realizó una evaluación cardiaca por el USG portátil y una valoración clínica. Todos los pacientes aceptaron compartir su información clínica para estudio clínico bajo consentimiento informado, aprobado por el Comité de Ética del INCICH bajo el número de protocolo INCAR-DG-DI-Cl-280-2022, y siempre con apego a la Declaración de Helsinki. La escritura del presente manuscrito estuvo basada en las guías STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology*) para estudios observacionales (material suplementario).

Variables de medición

EVALUACIÓN CARDIACA POR DISPOSITIVO ULTRASONOGRÁFICO

- Descripción del dispositivo. El equipo Kosmos es una herramienta de USG portátil que permite la adquisición de imágenes de manera no invasiva de corazón, pulmonares y del abdomen. En este proceso se transmiten pulsos acústicos de alta frecuencia hacia el cuerpo a través de la sonda, se detectan las señales devueltas y se procesan los ecos de retorno mediante un procedimiento análogo y digital para generar imágenes en tiempo real de la anatomía (modo B y modo M) y del flujo de la sangre (Doppler color, Doppler de onda pulsada y Doppler de onda continua).
- Técnica de medición. Se les realizó durante la consulta un rastreo ecocardiográfico con el equipo de USG donde se valoró la estructura y función cardiaca en posición decúbito lateral izquierdo.
- Procesamiento de imágenes. Las mediciones e imágenes fueron capturadas de forma automatizada por el software EchoNous (versión 7.0.0.125). Se extrajeron las mediciones de volúmenes ventriculares izquierdos y FEVI mediante aproximaciones apical 4 y 2 cámaras, así como medición de función diastólica evaluada mediante flujograma transmitral con Doppler pulsado. La medición de la función ventricular derecha se realizó por medición de la excursión del anillo tricuspidal en sístole (TAPSE por sus siglas en inglés). La presencia de valvulopatías se evaluó de manera cualitativa con el uso de Doppler color y se categorizó como ausente, leve, moderada y grave.
- Evaluación de congestión. Para valoración de congestión se dividió el abordaje en búsqueda de congestión pulmonar y sistémica. La congestión pulmonar se evaluó mediante la búsqueda de líneas B pulmonares dividiendo cada hemitórax en cuatro cuadrantes y cuantificando el número total de líneas B, definiendo así que el edema pulmonar es la presencia de múltiples (al menos tres líneas B en cada cuadrante del pecho), difusas (al menos dos cuadrantes positivos por hemitórax) y líneas B bilaterales⁷. La congestión sistémica se cuantificó de acuerdo con el protocolo VExUS que combina el diámetro de la vena cava inferior y la forma de onda Doppler venosa de ciertas venas⁸. Adicionalmente, se realizó una búsqueda intencionada de derrame pleural, pericárdico y líquido libre intraabdominal.
- Evaluación estructural y funcional cardiaca. Las siguientes variables fueron incluidas para la valoración

ecocardiográfica: FEVI, velocidad onda E, onda A y relación E/A, TAPSE, presencia valvulopatía mitral o tricuspídea, así como datos de congestión pulmonar y sistémica con medición de diámetros mayores y menores obtenido de la vena cava inferior, evaluación del perfil pulmonar y la valoración de la clasificación VExUS.

VALORACIÓN CLÍNICA

Se analizó la relación entre los resultados obtenidos y el tratamiento prescrito, así como el estado clínico actual del paciente. Para la valoración del estado clínico actual del paciente se utilizó el *score* de Everest, cuya puntuación se basa en la evaluación de parámetros clínicos como disnea, ortopnea, distensión venosa yugular, estertores, edema y fatiga. Un puntaje ≥ 1 se asocia con un aumento del 10% del riesgo de reincidencia a seis meses y ≥ 3 se asocia con un aumento del 10% de mortalidad por cualquier causa a seis meses¹. El *Everest score* evalúa el nivel de congestión y se usa como predictor de hospitalización y mortalidad¹. Para la valoración del tratamiento prescrito, se preguntó de manera dicotómica el consumo de los siguientes fármacos: betabloqueadores, antagonistas de receptor de mineralocorticoide, inhibidores del cotransportador sodio-glucosa tipo 2, bloqueadores del sistema renina-angiotensina-aldosterona y diuréticos de asa.

Análisis estadístico

Las variables continuas se muestran como medias (desviación estándar) o medianas (rango intercuartílico [RIQ]) determinadas por la prueba de normalidad de Anderson-Darling. Las variables categóricas se muestran como frecuencia y proporción absoluta. Todos los análisis estadísticos se realizaron en el programa R Studio (versión 3.1.1). Como objetivo secundario, se evaluó el grado de correlación entre la FEVI medida por USG estacionario y portátil utilizando el coeficiente de correlación de Pearson con su respectivo intervalo de confianza al 95%.

Resultados

Población de estudio

Se incluyó de manera prolectiva a 100 pacientes con diagnóstico de insuficiencia cardiaca durante el periodo de estudio. Las características clínicas de la

Tabla 1. Características descriptivas de la muestra de estudio

| Parámetro | Población total (n = 100) |
|-------------------------------------|------------------------------|
| Isquémico (%) | 50 (50) |
| No isquémico (%) | 50 (50) |
| Hombres (%) | 76 (78) |
| Mujeres (%) | 21 (22) |
| Edad (años) | 59.5 (50-68) |
| Tiempo desde el diagnóstico (meses) | 7 (4.2-22.1) |
| Peso (kg) | 71.1 (\pm 14) |
| Talla (m) | 1.6 (\pm 0.1) |
| IMC (kg/m ²) | 26.9 (\pm 5) |
| BNP al momento del estudio (pg/ml) | 1,829 (588-5947) |
| VTD (ml) | 113 (86-137) |
| VTS (ml) | 70.5 (52.25-94.25) |
| FEVI por USG (%) | 31 (22-35) |
| FEVI por Kosmos (%) | 34 (27-43.5) |
| Gasto cardíaco (l/min) | 2.55 (2.1-3.175) |
| Volumen latido (ml) | 38 (30.5-44.5) |
| Velocidad E (cm/s) | 65.5 (52-90.5) |
| Velocidad A (cm/s) | 68 (43-86) |
| Relación E/A | 0.9 (0.63-1.7) |
| Relación E/A | 0.9 (0.63-1.7) |
| IM leve (%) | 29 (29) |
| IM moderada (%) | 23 (23) |
| IM severa (%) | 1 (1) |
| IT leve (%) | 34 (34) |
| IT moderada (%) | 19 (19) |
| IT severa (%) | 2 (2) |
| TAPSE | 18 (14.6-21) |
| VCI-diámetro mínimo (mm) | 8 (5-13) |
| VCI-diámetro máximo (mm) | 15 (11-18.75) |
| Colapsabilidad < 50% (%) | 45 (45) |
| Colapsabilidad \geq 50% (%) | 49 (49) |
| S mayor que D, n = 25 (%) | 14 (56) |
| S menor que D, n = 25 (%) | 3 (12) |
| S invertida, n = 25 (%) | 6 (24) |
| Vena renal continua, n = 13 (%) | 5 (38.5) |

Tabla 1. Características descriptivas de la muestra de estudio (continuación)

| Parámetro | Población total (n = 100) |
|-----------------------------------|------------------------------|
| Vena renal pulsado, n = 13 (%) | 6 (46.2) |
| Vena renal diastólico, n = 13 (%) | 2 (15.4) |
| Líneas B (n) | 1 (0-9.25) |
| Patrón tipo A (%) | 78 (78) |
| Patrón tipo B (%) | 22 (22) |
| VExUS grado 0 (%) | 92 (92) |
| VExUS grado 1 (%) | 2 (2) |
| VExUS grado 2 (%) | 6 (6) |
| Ascitis (%) | 1 (1) |
| Derrame pleural (%) | 5 (5) |

BNP: péptido natriurético auricular tipo B; IMC: índice de masa corporal; VTD: volumen telediástolico; VTS: volumen telesistólico; FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo; IM: insuficiencia mitral; IT: insuficiencia tricuspídea; TAPSE: desplazamiento sistólico del plano del anillo tricuspídeo; USG: ultrasonido; VCI: vena cava inferior.

muestra de estudio se muestran en la tabla 1. Se encontró que el 78% eran hombres, con una edad mediana de edad de 59 años (RIQ: 50-68) y un peso promedio de 71.1 kg (\pm 14 kg). Se registró que el 50% de los pacientes de la muestra tenía diagnóstico de insuficiencia cardiaca congestiva de etiología isquémica y el otro 50% de etiología no isquémica. Todos estos pacientes tuvieron un tiempo promedio de diagnóstico de insuficiencia cardiaca de siete meses variando entre 4.2 y 22.1 meses y confirmado por ecocardiograma previo con una mediana de FEVI del 31% (RIQ: 22-35%). Los niveles basales de péptido natriurético auricular tipo B (BNP) en el momento de la realización del estudio fueron en promedio de 1,829 (RIQ: 588-5,947) pg/ml.

Evaluación de la función miocárdica

En estos pacientes se encontró una mediana de FEVI del 34% (RIQ: 27-43.5%). El grado de correlación entre FEVI con USG estacionario y portátil fue moderado a alto (r : 0.624, intervalo de confianza del 95% [IC95%]: 0.481-0.735, p < 0.001). En la evaluación valvular se encontró que el 53% de los pacientes cuentan con algún grado de insuficiencia mitral y el 55% con algún grado de insuficiencia tricuspídea. La medición de la función diastólica con la velocidad de la onda E mostró una mediana de 65.5 (RIQ: 52-90.5),

(Continúa)

velocidad de la onda A con una mediana de 68 (RIQ: 43-86) y la relación E/A con una mediana de 0.9 (RIQ: 0.63-1.7). La medición de la función ventricular derecha en la muestra reveló una mediana de TAPSE de 18 (RIQ: 14.6-21).

Evaluación de la congestión

En la parte de congestión por protocolo VExUS encontramos que el 92% de los pacientes se encontraban en un grado 0, en grado 1 solo el 2% y en grado 2 un 6%. En la congestión pulmonar encontramos al 78% de los pacientes con un patrón A y al 22% con un patrón B. Solo el 5% de los pacientes se encontraban con derrame pleural y solo el 1% con ascitis.

Valoración clínica

En la valoración clínica obtuvimos una mediana de índice de Everest 0 (RIQ: 0-2) en los pacientes y en cuanto al tratamiento, el 43% recibieron furosemida, el 19% bumetanida, el 81% cuenta con un iSGLT-2 (inhibidor del cotransportador sodio-glucosa tipo 2), el 97% con betabloqueador, de los bloqueadores del SRA (sistema renina angiotensina aldosterona) el 28% cuenta con IECA (inhibidor de la enzima convertidora de angiotensina), el 3% con ARA (antagonista de receptor de aldosterona) y el 54% cuenta con ARNI (inhibidor del receptor de angiotensina-neprilisina).

Discusión

En este estudio se exploró el uso del dispositivo Kosmos dirigido específicamente a los pacientes con insuficiencia cardiaca, se evaluó la función sistólica biventricular, la función diastólica, la presencia de valvulopatías y el grado de congestión sistémico y pulmonar, para guiar la titulación de tratamiento y necesidad de terapia descongestiva^{2-4,8}. En una muestra de pacientes ambulatorios del INCICH de 100 pacientes, se encontró que el 78% acudieron sin congestión pulmonar y únicamente el 22% presentaron congestión pulmonar, además no solo se valoró la congestión pulmonar, sino también la congestión sistémica mediante el protocolo VExUS, encontrando que el 92% de los pacientes no tuvieron datos de congestión sistémica, el 2% congestión sistémica leve y el 6% congestión moderada o grave. Este es un punto importante en este grupo de pacientes, ya que la congestión persistente se asocia a reingresos hospitalarios y peores desenlaces en la gran mayoría de los casos⁹. Se encontró en promedio una

TAPSE de 18 mm², lo que indica que la muestra estudiada todavía muestra una adecuada función ventricular derecha, esto repercute en que la disfunción ventricular derecha funge como el principal predictor pronóstico en la mayoría de las enfermedades cardiovasculares¹⁰. Visualizar las valvulopatías (mitral y tricuspídea) por Doppler color y analizadas de manera cualitativa como leve, moderada o grave, nos ayudó en valorar o no el recambio valvular quirúrgico o por terapia percutánea. La función diastólica por flujograma transmitral con Doppler pulsado mostró una relación E/A promedio de 0.9 cm/s (patrón de relajación lenta), muy característica en población con cardiopatías hipertensivas, hipertróficas o isquémicas muy similares a nuestra población. La FEVI en promedio resultó en un 34%, lo que clasifica a nuestra población con insuficiencia cardiaca con FEVI reducida, lo que tiene implicación en el tratamiento dirigido a esta población. En general estos hallazgos ecoardiográficos nos permitieron guiar la terapéutica y modificar las dosis de los tratamientos con beneficio pronóstico, al mismo tiempo que nos ayudaron a guiar los requerimientos de diuréticos, intentando evitar los ingresos hospitalarios por congestión pulmonar.

El uso de ecocardiogramas portátiles no solo ayuda en pacientes de consulta externa, sino también en medios de urgencias, en los cuales el ecocardiograma funge como piedra angular para guiar un correcto tratamiento¹¹. Además de evaluar la congestión, el programa de inteligencia artificial (IA) integrado en el dispositivo nos facilitó realizar una valoración de la función sistólica de ambos ventrículos en tiempo real, brindando la posibilidad de calcular la FEVI de forma automática en menos tiempo y con muy buenos resultados. Estudios han evaluado la certeza de la evaluación de la FEVI mediante ultrasonidos integrados de IA comparándolo con la medición manual de expertos, con un coeficiente de correlación de 0.8 y con un valor predictivo positivo > 90% para el diagnóstico de FEVI por debajo del 40%¹². Esto permite iniciar el tratamiento requerido para nuestros pacientes sin la necesidad de referencia al servicio de ecocardiografía. Incluso mejora las discrepancias que se suelen encontrar entre los distintos operadores a la hora del cálculo de la FEVI, con variaciones de hasta el 10%, vs. las medidas automatizadas con los dispositivos integrados con IA, que generan menos variabilidad interobservador¹³.

La integración de la IA ha tenido un gran impacto dentro del sector salud, ya que ofrece información sobre cuál es la mejor manera de abordar este tipo de situaciones^{14,15}. Además, el reciente aumento de disponibilidad de los dispositivos portátiles de USG ha

mejorado el acceso a los USG para muchos médicos. La inmediatez de resultados nos permite guiar la toma de decisiones clínicas, donde se ha visto utilidad de estos dispositivos¹⁴⁻¹⁶. Otros estudios, con poblaciones similares, han descrito la utilidad de los dispositivos de USG portátil evaluando su confiabilidad y precisión diagnóstica con algoritmos asistidos por IA. Estos estudios encontraron que los USG portátiles asistidos por IA tienen resultados similares a los obtenidos por el método manual biplano de Simpson, evidenciando su potencial clínico¹².

Se utilizó la escala Everest, una herramienta validada para evaluar el estado clínico actual del paciente, y se observó que la mayoría de nuestros pacientes se encontraban sin datos clínicos de insuficiencia cardíaca descompensada¹⁶. Este tipo de evaluación nos permitió ver que la aplicación de la cuádruple terapia contemporánea para pacientes con insuficiencia cardíaca, asociada a tratamiento con diurético de asa, nos permitió tener en un buen control a la población del estudio observacional¹⁷.

Limitaciones

A pesar de que en el presente estudio se tuvo como objetivo usar la herramienta ultrasonográfica portátil, la cual nos ha permitido evaluar el grado de congestión en una muestra de pacientes mexicanos, se deben reconocer ciertas limitaciones. Primero, la muestra derivada del presente estudio es la experiencia de un solo centro de estudio, por lo que pudiera no ser representativa de la población mexicana total. Segundo, el tamaño de la muestra reclutada es una potencial limitante, al ser una muestra menor a la reportada en otras series y casos. Tercero, si bien el método no es nuevo, nuestra intención fue evaluar su aplicabilidad y resultados en nuestra población. Para futuros proyectos de investigación, consideraremos realizar análisis comparativos con métodos validados y abordaremos más profundamente las posibles limitaciones y condiciones que puedan influir en los resultados. Finalmente, al ser un estudio transversal no podemos asegurar que esta estrategia sea la responsable del buen control clínico de nuestra cohorte.

Conclusiones

En conclusión, la implementación del sistema de USG portátil nos permitió conocer de manera cualitativa y cuantitativa las características ecocardiográficas de nuestra población sin incrementar de manera

significativa la duración de la consulta ni entorpecer el funcionamiento de la clínica. El tener parámetros objetivos para valorar tanto la función cardiovascular como el grado de congestión de los pacientes podría permitir realizar ajustes al tratamiento con mayor certeza y nos ayudaría a sobreponernos a los puntos débiles de un abordaje clínico basado exclusivamente en los hallazgos de la exploración física.

También considerar que el análisis por IA tiene la capacidad de reducir enormemente el tiempo requerido para hacer ecocardiogramas donde dichos servicios regularmente se encuentran saturados. Los análisis por IA son altamente certeros y debemos confiar en ellos, siempre partiendo de adquirir buenas imágenes por parte de operadores adiestrados en el campo.

Material suplementario

El material suplementario se encuentra disponible en DOI: 10.24875/ACM.22000250. Este material es provisto por el autor de correspondencia y publicado online para el beneficio del lector. El contenido del material suplementario es responsabilidad única de los autores.

Agradecimientos

A todos los adjuntos de la Clínica de Insuficiencia Cardiaca y para el equipo de la Oficina de Apoyo Sistemático a la Investigación Superior (OASIS) del INCICH.

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Uso de inteligencia artificial para generar textos.

Los autores declaran que no han utilizado ningún tipo de inteligencia artificial generativa en la redacción de este manuscrito ni para la creación de figuras, gráficos, tablas o sus correspondientes pies o leyendas.

Bibliografía

1. Ambrosy AP, Pang PS, Khan S, Konstam MA, Fonarow GC, Traver B, et al. Clinical course and predictive value of congestion during hospitalization in patients admitted for worsening signs and symptoms of heart failure with reduced ejection fraction: findings from the EVEREST trial. *Eur Heart J.* 2013;34(11):835-43.
2. Gopar NR, Alanís-Estrada GP, Ronquillo-Ramírez DE, Vargas-Estrada JL, Arias MA, Rojas VG, et al. El ultrasonido pulmonar en cardiología: realidades y promesas. *Arch Cardiol Mex.* 2019;869:375-89.
3. Rivas LM, Alvarez GJ, Fernández MJ, Maestro A, López LL, Solé GE, et al. Lung ultrasound-guided treatment in ambulatory patients with heart failure: a randomized controlled clinical trial (LUS-HF study). *Eur J Heart Fail.* 2019;1605:1613-21.
4. Cursack G, Costa VA. La nueva ecocardiografía: dispositivo de ultrasonido de mano La mirada del cardiólogo clínico. *Insuf Card.* 2019;114: 118-14.
5. Le MPT, Voigt L, Nathanson R, Maw MA, Johnson G, Dancel R, et al. Comparison of four handheld point-of-care ultrasound devices by expert users. *Ultrasound J.* 2022;14:27.
6. Theresa AM, Marco M, Marianna A, Roy SG, Andreas B, Michael Böhm, et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: Developed by the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) With the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur Heart J.* 2021;3599:3726.
7. Luna G, Nicolas G, Elke P, Pierpaolo P, Ivan S, Alberto P, et al. Lung ultrasound in acute and chronic heart failure: a clinical consensus statement of the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI). *Eur Heart J.* 2023 Jul 14;jead169. doi: 10.1093/ehjci/jead169. Online ahead of print.
8. Beaubien SW, Rola P, Haycock K, Bouchard J, Lamarche Y, Spiegel R, et al. Quantifying systemic congestion with Point-Of-Care ultrasound: development of the venous excess ultrasound grading system. *Ultrasound J.* 2020;12:16-1.
9. Guerrero GM, Gasca AJ, Pérez NO, Sánchez DJ, Morgado VL, López PF. Evaluación de la congestión venosa por ultrasonido. *Rev Chil Anest.* 2021;825:832-50.
10. Alejandro RM. Disfunción ventricular derecha: ¿qué opciones tenemos? *Rev Esp Cardiol.* 2019;46:54.
11. Lancellotti P, Price S, Edvardsen T, Cosyns B, Neskovic NA, Dulgheru R, et al. The use of echocardiography in acute cardiovascular care: Recommendations of the European Association of Cardiovascular Care Association. *Eur Heart J.* 2014;119:146-16.
12. Stella LP, Vasileios S, Vasiliiki K, Loannis S, Petros N. Clinical validation of an artificial intelligence-assisted algorithm for automated quantification of left ventricular ejection fraction in real time by a novel handheld ultrasound device. *Eur Heart J.* 2022;29:37.
13. Jasper T, David B, Brian LC, Mathias BI, Narayana P, et al. A formal validation of deep learning-based automated workflow for the interpretation of the echocardiogram. *Nat Commun.* 2022;13(1):6776.
14. Edwards C, Chamunyonga C, Searle B, Reddan T. The application of artificial intelligence in the sonography profession: Professional and educational considerations. *Ultrasound.* 2022;30(4):273-82.
15. Liastuti LD, Siswanto BB, Sukmawan R, Jatmiko W, Alwi I, Wiweko B, et al. Learning Intelligent for Effective Sonography (LIFES) model for rapid diagnosis of heart failure in echocardiography. *Acta Med Indones.* 2022;428:437-54.
16. Bouabdallaoui N, Beaubien SW, Oussaid E, Henri C, Racine N, Denault AY, et al. Splanchnic congestion and the everest score for assessing clinical outcomes in patients with acute decompensated heart failure. *Circ J.* 2019;140:A13809.
17. Paul AH, Biykem B, David A, Larry AA, Joni JB, Monica MC, et al. Guideline for the management of heart failure: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guideline. *Circ J.* 2022;e895:e1032-142.