



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
FACULTAD DE MEDICINA
UNIDAD DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGIA
"IGNACIO CHAVEZ"



**"IMPACTO DE LA ULTRASONOGRAFIA Y ECOCARDIOGRAFIA CRITICA EN
LA MORBIMORTALIDAD DE PACIENTES CON ECMO"**

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN CARDIOLOGIA

DIRECTOR DE ENSEÑANZA:
DR. CARLOS RAFAEL SIERRA FERNANDEZ

PRESENTA:
DRA. BLANCA ESTELA BROCA GARCIA

ASESOR DE TESIS:
DR. EDGAR GARCIA CRUZ

CIUDAD DE MEXICO

JULIO 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México



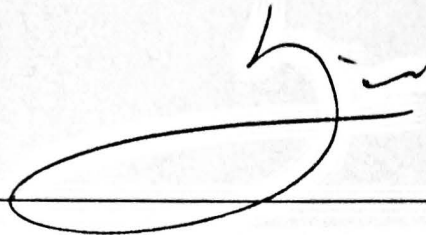
UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

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.

TESIS
**"IMPACTO DE LA ULTRASONOGRAFIA Y ECOCARDIOGRAFIA CRITICA EN
LA MORBIMORTALIDAD DE PACIENTES CON ECMO"**



DR. CARLOS RAFAEL SIERRA FERNANDEZ
Director de Enseñanza
Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez



DR. EDGAR GARCIA CRUZ
Departamento de Terapia intensiva cardiovascular
Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez



DRA. BLANCA ESTELA BROCA GARCIA
Residente de 3° año de Cardiología clínica
Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez

INDICE

AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN	5
INTRODUCCION	6
OBJETIVO	11
MATERIAL Y METODOS	12
RESULTADOS	13
DISCUSION	18
CONCLUSIONES	20
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	21

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por apoyarme incondicionalmente.

A mi maestro, el Dr. Edgar García Cruz quien ha compartido su tiempo y conocimientos en mi formación académica.

RESUMEN

TITULO: Impacto de la ultrasonografía y ecocardiografía crítica en la morbimortalidad de pacientes con ECMO.

ANTECEDENTES:La oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) es una forma avanzada de soporte circulatorio que puede estar indicado en pacientes con enfermedades respiratorias o insuficiencia cardíaca refractaria.

OBJETIVO:Evaluar la utilidad de la ultrasonografía y ecocardiografía crítica en el seguimiento de pacientes con ECMO.

MATERIAL Y METODOS:Se realizó un estudio retrospectivo, observacional, descriptivo de 30 pacientes en tratamiento con ECMO de 2014-2020 en el Instituto Nacional de Cardiología.

RESULTADOS:Las variables que tuvieron una diferencia estadísticamente significativa con un valor de $P < 0.05$ fueron VS, GC, ITV, FEVI y TAPSE

CONCLUSION:La ecocardiografía y ultrasonografía crítica son útiles en el seguimiento de los pacientes con ECMO ya que predicen supervivencia en este grupo de pacientes.

PLABRAS CLAVE:*Oxigenación por membrana extracorpórea, ecocardiografía crítica.*

INTRODUCCION

La oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) es una forma avanzada de soporte cardíaco y / o respiratorio que puede estar indicado en pacientes con enfermedades respiratorias o insuficiencia cardíaca refractaria a cuidados intensivos convencionales.

El circuito del ECMO requiere acceso vascular, tubos de conexión, una bomba de sangre y un dispositivo de intercambio de gases. El Acceso vascular puede ser veno-venoso (VV) o veno-arterial (VA) según la naturaleza de apoyo fisiológico necesario. En adultos, generalmente se usa para colapso cardiopulmonar severo, agudo y reversible. (1)

En el ECMO VA, la sangre no oxigenada es extraída de la circulación venosa por una bomba a través de una cánula de gran calibre. Los pacientes pueden ser canulados de forma central o periférica. La sangre pasa a través de la bomba a un oxigenador donde se produce el intercambio de gases. La sangre oxigenada regresa a través de otra cánula de gran diámetro para la circulación arterial.

La principal indicación para ECMO VA es choque cardiogénico, incluido el asociado con infarto agudo de miocardio, miocarditis fulminante, exacerbación aguda de insuficiencia cardíaca crónica grave, intoxicación por drogas, hipotermia e insuficiencia circulatoria aguda debido a arritmia intratable. También se puede utilizar para pacientes con insuficiencia cardíaca posterior a cirugía cardíaca, trasplante cardíaco o pulmonar, o un paro cardíaco que requiera reanimación cardiopulmonar, así como en algunas situaciones particulares para pacientes con embolia pulmonar, miocardiopatía asociada a sepsis e hipertensión pulmonar (2,3)

En ECMO VV el paciente debe estar hemodinámicamente estable. Cuando se usa una sola cánula venosa, se extrae la sangre desde la vena cava o aurícula derecha circula y regresa la técnica de Seldinger, a través de la vena yugular interna derecha. Sin embargo si la cánula venosa es doble, las cánulas generalmente se colocan en la vena femoral común (para drenaje) y la vena yugular interna derecha o femoral (para perfusión). Entre las indicaciones de uso de ECMO VV se encuentran síndrome de distres respiratorio agudo, como puente a trasplante pulmonar, en caso de fallo del injerto posterior a trasplante pulmonar, hemorragia alveolar, entre otras. (4,5).

Un Método que se puede utilizar como herramienta de monitoreo es la ecocardiografía, (transtorácica (TTE) o transesofágica (TOE)). Se puede usar para tomar decisiones sobre adecuación del apoyo de ECMO, para guiar la inserción de la cánula, confirmación de posición, manipular cánulas una vez establecido el apoyo y, finalmente, evaluar el progreso así como planear el retiro. (6)

El posicionamiento correcto de las cánulas de acceso y retorno es vital para un apoyo de ECMO seguro y efectivo. La inserción percutánea de cánulas se puede lograr utilizando técnica Seldinger: Se accede al vaso objetivo con una aguja guiándose por ultrasonido, luego se inserta la guía de metal en el vaso a través de la aguja y, posteriormente, dilatadores en serie se pasan sobre la guía para crear un tramo a través de los tejidos blandos. Finalmente, la cánula se pasa sobre la guía de metal.

El uso de la ecocardiografía durante la canulación ha demostrado reducir la necesidad de reposicionamiento de la cánula en la población pediátrica, además de que la ecocardiografía es superior al uso de radiografías simples de tórax, teniendo la ventaja de que los equipos son portables, livianos, sin tener exposición a la radiación. (7,8)

Posterior a la inserción se debe evaluar la posición de la cánula por ecocardiografía. La posición deseada depende del tipo de cánula que se utilizó y la ubicación de sus puertos de acceso y / o retorno.

El rol de la ecocardiografía durante el monitoreo del ECMO VV radica en la evaluación del tamaño del ventrículo derecho y la función sistólica de este, mediante parámetros como TAPSE, S tricuspidea, Fracción de acortamiento del ventrículo derecho, dP/dt , además de la velocidad de regurgitación tricuspidea como subrogado para la estimación de la presión sistólica de la arteria pulmonar.

En ECMO VA es imprescindible evaluar la función del ventrículo derecho y ventrículo izquierdo. La evaluación de las dimensiones de la cavidad ventricular izquierda es importante y que si existe un incremento esto podría sugerir estasis intracardiaca del flujo sanguíneo y la necesidad de utilizar inotrópicos o algún dispositivo de asistencia ventricular. La evaluación de la función sistólica del ventrículo izquierdo se realiza obteniendo parámetros ecocardiograficos como la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI), velocidad del pico sistólico del anillo mitral por doppler tisular (S' lateral), así como dP/dt . Otros marcadores de función del Vi en ECMO VA son la integral tiempo velocidad (ITV) aortica y la ITV del tracto de salida del ventrículo izquierdo. (9,10)

Las complicaciones en ECMO son muy comunes y como se esperaba se asocia con un aumento significativo de la morbilidad y mortalidad. Estas complicaciones pueden estar relacionadas con la patología subyacente, o del ECMO en sí (inserción quirúrgica, tubo de circuito, anticoagulación, etc.) y, como regla general, el ECMO VV tiene menos complicaciones que el ECMO VA.

ECMO VV tiene menos complicaciones que ECMO VA. Los niños tienen menos complicaciones que los adultos, excepto complicaciones neurológicas.

Alrededor del 5.3% de los pacientes adultos con ECMO pueden tener complicaciones cardíacas. El paso de cánulas a través del miocardio pueden dar lugar a colecciones pericárdicas significativas.

La migración o malposición de las cánulas de ECMO a través del tabique interauricular ha sido descrita y se puede detectar de manera confiable por ecocardiografía.

La complicación más frecuente durante ECMO es la hemorragia, que oscila entre 10-30%. El sangrado puede ocurrir en el sitio quirúrgico, en el sitio de la cánula o en el sitio de un procedimiento invasivo previo, hemorragia intratorácica, abdominal o retroperitoneal también pueden ocurrir. (11,12).

La ecocardiografía también juega un papel importante en la evaluación del retiro del ECMO, ya que además de requerir que el paciente cuente con estabilidad hemodinámica (PAM 60-65), dosis mínima de vasopresor, lactato <2, gasto cardíaco >2.4 L/m, presión capilar pulmonar <18 mmHg, presión venosa central

<18 mmHg, se evalúan parámetros ecocardiográficos como ITV aórtico >12, FEVI 20-25%, onda S`lateral>6.

El flujo de VA-ECMO debe reducirse en 0.5–1.0 L / min en intervalos de 5–10 min. con monitorización hemodinámica y ecocardiográfica invasiva continua. En casos en los que no se pueden lograr ventanas transtorácicas adecuadas, se debe realizar un ecocardiograma transesofágico (ECOTE), para evaluar el tamaño y función biventricular. La velocidad de VA-ECMO debe dejarse a 1,5 l / minutos durante una hora para evaluar la estabilidad de parámetros hemodinámicos, ecocardiográficos y de perfusión tisular. (13,14).

La aplicación de la ecocardiografía en ECMO se puede resumir en los siguientes puntos:

- Valoración precanulación
- Guiar la canulación
- Monitoreo hemodinámico no invasivo y detección de complicaciones
- Valoración en el retiro para predecir el éxito principalmente en ECMO

VA

En el presente trabajo se evaluará la utilidad de la ecocardiografía como método diagnóstico de seguimiento y complicaciones en pacientes con ECMO del Instituto Nacional de cardiología Ignacio Chávez.

OBJETIVO

PRIMARIO

-Evaluar la utilidad de la ultrasonografía y ecocardiografía crítica en el seguimiento de pacientes con ECMO.

SECUNDARIOS.

- Correlacionar parámetros ecocardiográficos de éxito al retiro de ECMO
- Determinar la mortalidad de los pacientes a los que se les ha colocado ECMO

MATERIAL Y METODOS

Se realizó un estudio retrospectivo, observacional, descriptivo de 30 pacientes en tratamiento con oxigenación por membrana extracorpórea en la terapia intensiva cardiovascular de 2014-2020, en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, Ciudad de México.

Los criterios de inclusión fueron: Edad >18 años, haber estado hospitalizado en la unidad de terapia intensiva cardiovascular del instituto Nacional de Cardiología, haber recibido tratamiento con ECMO veno-venoso o ECMO veno-arterial y que cuente con ecocardiograma completo.

Los criterios de exclusión fueron: Pacientes que no tuvieron colocación exitosa del ECMO, fallecimiento durante la colocación del dispositivo y que no contaran con ecocardiograma completo.

Para el análisis se utilizó estadística descriptiva. Se registraron los datos de los pacientes en un software de Microsoft Excel. Las variables categóricas se reportan como porcentaje, y las variables numéricas como media y desviación estándar. Debido al tamaño de la población, las variables fueron sometidos al análisis de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de los valores. Se aplicó la prueba de Chi cuadrado, prueba exacta de Fisher y t de Student según sea el caso. Se utilizó el software estadístico SPSS Versión 25 (IBM).

RESULTADOS

Se incluyeron 30 pacientes en este estudio. El 29.99% fueron mujeres y el 69.99% fueron hombres. La media de edad fue 37.5 años.

En cuanto al tipo de ECMO el 13.3 fue veno-venoso y el 86.7 % fue veno.arterial.

DIAGNÓSTICOS	NO. DE PACIENTES	%
Endocarditis	1	3.3%
TEP	6	20.0%
ICC-derecha	0	0.0%
Miocarditis	1	3.3%
Takotsubo	1	3.3%
C-isquemica	7	23.3%
Síndrome-aortico	3	10.0%
Cirugía cardiaca-complicada	3	10.0%
Disfunción-VI	7	23.3%
COVID-19	1	3.3%

Tabla 1. Diagnósticos y número de casos que fueron sometidos a ECMO

La causa principal de asistencia circulatoria con ECMO veno-arterial fue disfunción del ventrículo izquierdo y cardiopatía isquémica con el 23.3% cada uno (Tabla 1).

El tipo de cirugía cardiaca que requirió más apoyo de asistencia circulatoria con ECMO veno-arterial fue el cambio valvular aórtico (CVAo) con el 20% de los casos totales.

La media de días de tratamiento con ECMO fueron 5 días (DE 3.06) en soporte con ECMO en comparación con 4.33 (3.17) de la población que falleció, esta diferencia no tuvo significación estadística (p 0.209)

Las complicaciones se presentaron en 13 pacientes (43%), hemotorax se presentó en 13.3%, trombo en el ventrículo izquierdo e infarto del miocardio en 6.66%, hemorragia mayor a la habitual y desgarro venoso en 3.33% respectivamente.

El USG pulmonar identificó que el 46.6% de los pacientes presentaron derrame pleural, 9.9% congestión pulmonar representado por líneas B y 3.33% condensación.

Dentro de las variables clínicas el lactato mayor en estos pacientes tuvo significación estadística con una *p* del 0.003 asociada con mayor mortalidad.

PARAMETROS ECOCARDIOGRAFICOS			
VARIABLE ECOCARDIOGRÁFICAS	Inicial (Media/DE)	Final (Media/DE)	<i>p</i>
Volumen sistólico	32.11 (21.45)	44.70 (20.44)	0.001
Gasto cardiaco L/min	2.87 (1.85)	4.08 (1.90)	<0.001
ITV	9.30 (5.5)	13.05 (5.69)	0.001
FACVD	31.13 (11.39)	34.13 (10.98)	0.008
TAPSE	10.13 (4.5)	12.58 (4.83)	0.003
Onda S tricuspídea	6.45 (2.89)	7.34 (3.2)	0.039
Diámetro basal VD	37.87 (9.21)	37.1 (8.40)	0.418
PSAP	31.23 (9.68)	32.40 (10.40)	0.328
DDVI	45.60 (7.4)	44.64 (8.13)	0.081
FEVI	28.83 (18.78)	37.47 (19.45)	0.001
Contraste espontáneo	9 (30%)	6 (20%)	> 0.05
Trombos	3 (10%)	2 (6.7%)	-

Tabla 2. Parámetros ecocardiograficos al inicio de la terapia con ECMO y previo al retiro.

Se realizaron ecocardiogramas al inicio de la terapia con ECMO y previo al retiro, obteniéndose volumen sistólico (VS), Gasto cardiaco (GC), ITV, fracción de acortamiento del ventrículo derecho (FACVD), desplazamiento sistólico del plano del anillo tricuspídeo (TAPSE), onda S tricuspídea, diámetro basal del ventrículo derecho, Presión sistólica de la arteria pulmonar (PSAP), diámetro diastólico del ventrículo izquierdo (DDVI), fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI), la presencia de contraste espontáneo y trombos en el VI.

En la valoración inicial la media de VS fue 32.11 GC 2.87 l/min, ITV 9.3, FACVD 31.13, TAPSE 10.13, S tricusoidea 6.45, Diametro basal VD 37.8, PSAP 31.2, DDVI 45.6, FEVI 28.83%, contraste espontaneo en 9 pacientes (30%) y trombos en VI en 3 pacientes (10%).

En la evaluación final por ecocardiografía la media de VS fue 44.7 ml, el GC 4.08 ml/min, ITV 13, FACVD 34.1%, TAPSE 12.5, onda S tricuspidea 7.34, diametro basal VD 37.1, PSAP 32.4, DDVI 44.64, FEVI 37.47%, contraste espontaneo en 6 pacientes (20%) y trombos en VI en 2 pacientes (6.7%).

Las variables que tuvieron una diferencia estadísticamente significativa con un valor de $P < 0.05$ fueron VS, GC, ITV, FEVI y TAPSE (Tabla 2).

TIPO DE ECMO	MUERTE		TOTAL
	NO	SI	
Veno-venoso	3	1	4
	20.0%	6.7%	13.3%
Veno-arterial	12	14	26
	80.0%	93.3%	86.7%
TOTAL	15	15	30
	100.0%	100.0%	100.0%

Tabla 3. Mortalidad por tipo de ECMO

La mortalidad fue del 50% del total de pacientes estudiados, 93.3% en ECMO veno-arterial y 6.7% en ECMO veno-venoso (Tabla 3).

VARIABLES ECOCARDIOGRFICAS	INICIAL			FINAL		
	Vivos	Muertos	<i>p</i>	Vivos	Muertos	<i>p</i>
Volumen sistólico	33.52 (23.79)	30.70 (19.59)	0.725	57.64 (13.77)	31.93 (17.93)	<0.001
Gasto cardiaco L/min	3.06 (2.00)	2.72 (1.75)	0.653	5.23 (1.24)	2.94 (1.77)	<0.001

ITV	9.57 (5.89)	9.03 (4.80)	0.797	16.61 (4.1)	9.49 (4.80)	<0.001
FACVD	32.13 (13.13)	30.13 (9.68)	0.639	36.86 (11.04)	31.40 (10.58)	0.177
TAPSE	9.80 (4.5)	10.47 (4.54)	0.692	13.98 (4.73)	11.20 (4.67)	0.118
Onda S tricuspídea	6.60 (2.23)	6.33 (3.43)	0.803	8.00 (2.6)	6.73 (3.73)	0.302
Diámetro basal VD	38.80 (9.45)	36.93 (9.20)	0.588	38.80 (8.36)	35.53 (8.40)	0.295
PSAP	33.60 (8.78)	28.87 (10.24)	0.185	36.73 (11.30)	28.07 (7.48)	0.021
DDVI	46.27 (8.18)	44.93 (6.87)	0.633	44.87 (9.44)	44.40 (6.92)	0.878
FEVI	32.33 (20.43)	25.33 (16.95)	0.316	46.93 (15.22)	28 (18.73)	0.005

Tabla 4. Comparación de variables ecocardiográficas y mortalidad

Las variables ecocardiograficas iniciales no tuvieron asociación con mortalidad, sin embargo en la evaluación final el VS, GC, ITV, TAPSE y FEVI tuvieron una diferencia estadísticamente significativa con una $p < 0.05$.

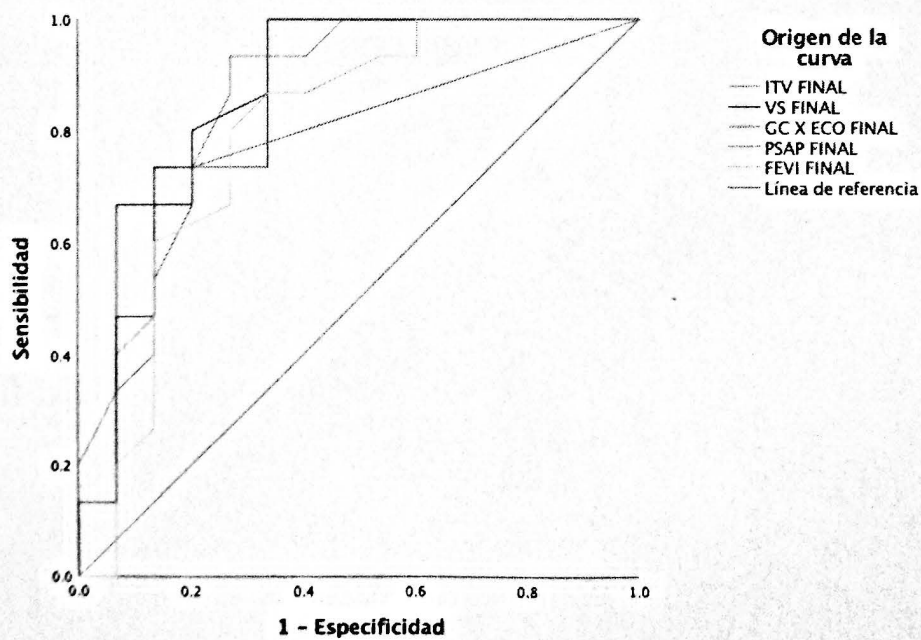


Figura 1. Variables ecocardiograficas estadísticamente significativas

Se realizó curva ROC (Figura 1) para determinar la sensibilidad y especificidad de las variables ecocardiograficas que resultaron estadísticamente significativa. Se encontró para el ITV medido al final del a terapia con ECMO >11.5 tiene una sensibilidad de 93.3% y una especificidad de 93.3% para predecir supervivencia. Un VS final >44 tiene una sensibilidad de 80% y una especificidad de 80%. El GC >3.95 cuenta con sensibilidad de 80% y especificidad de 77.6%. La PSAP <26 cuenta con sensibilidad de 73.3% y especificidad de 80% y la FEVI >30% tiene sensibilidad de 80% y especificidad de 74.3%.

VARIABLES ECOCARDIOGRAFICAS						IC 95%	
Variable	Valor	Sensibilidad	Especificidad	AUC	Valor p	Límite inferior	Límite superior
ITV Final	> 11.15	93.3%	73.3%	0.871	0.001	0.741	1
VS final	> 44	80%	80%	0.76	<0.001	0.733	1
GC	> 3.95	80%	77.6%	0.853	0.001	0.711	0.996
PSAP	< 26	73.3%	80%	0.767	0.013	0.590	0.944
FEVI	> 30%	80%	74.3%	0.796	0.006	0.625	0.966

AUC, area under curve; IC, intervalos de confianza construidos a intervalos de 95%.

Tabla 5. Rendimiento diagnóstico de variables ecocardiográficas para identificar a los pacientes que sobrevivieron.

DISCUSION

Los pacientes que presentan condiciones graves tales como choque cardiogénico o SIRA refractario por diversos mecanismos se han beneficiado del tratamiento con ECMO. En nuestro país en pocos hospitales se colocan este tipo de dispositivos ya que el costo y el manejo de estos resulta complejo.

La utilización de la ecocardiografía y ultrasonografía crítica en los últimos años se ha incrementado en la valoración precolocación para orientar al tipo de ECMO, ya sea VV o VA dependiendo si el paciente presenta disfunción ventricular, en la canulación, seguimiento, detección de complicaciones y retiro de ECMO, con la ventaja de ser un método diagnóstico no invasivo, reproducible y disponible.

En el artículo de Doufle et al hace referencia a la valoración ecocardiográfica y los puntos a evaluar en el seguimiento del paciente.

Mediante la evaluación ultrasonográfica al momento de la canulación se puede corroborar el posicionamiento correcto de las cánulas, lo cual es de suma importancia para un adecuado funcionamiento del dispositivo, así como la detección de complicaciones como lesiones vasculares que en este estudio solamente fueron del 3.33%.

En este estudio la detección de complicaciones como hemotorax, la más prevalente, se realizó mediante ecocardiografía. Se complementó la evaluación de los pacientes con ultrasonografía pulmonar siendo el derrame pleural el patrón más encontrado, además de líneas B, lo cual funge como herramienta para guiar el tratamiento.

En el presente estudio se comprueba la importancia de la realización diaria de ecocardiograma y ultrasonografía pulmonar para detección oportuna de complicaciones como derrame pleural, pericárdico, desplazamiento de cánulas, fenómeno de succión, etc. Por lo cual es importante contar con un equipo de ecocardiograma y con el adiestramiento en ecocardiografía crítica para que el personal que cuida a estos pacientes pueda realizar los estudios a la cabecera del paciente.

Asimismo, se pudo corroborar que un ITV mayor de 10 cm/s y la FEVI mayor de 25% predicen éxito al retiro, tal y como se menciona en los artículos de revisión, como el realizado por Doufle et al.

En este estudio se encontró que en el ECMO veno- arterial y veno venoso la FEVI, el VS, GC, ITV del TSVI y la PSAP cuentan con una buena sensibilidad y especificidad para predecir supervivencia.

CONCLUSIONES

La aplicación de la ecocardiografía y ultrasonografía crítica son de gran utilidad desde la valoración inicial hasta el retiro de ECMO. En este estudio que evaluó pacientes que fueron sometidos a ECMO veno-arterial y veno-venoso, en los cuales se pudo detectar de manera temprana complicaciones asociadas al uso del ECMO, las cuales pudieran resolverse e impactaron en el pronóstico del paciente. Asimismo, se corroboró lo ya reportado por diversos artículos, un ITV mayor de 10 cm/s, FEVI mayor de 25% predicen éxito al retiro. También se la PSAP menor de 26 mmHg GC mayor de 3.9 lts asociaron a mayor éxito al retiro.

A nivel mundial la mortalidad se ha reportado de 55-65%, en nuestro estudio fue menor con un 50% del total de casos, sin embargo, esto debe tomarse con reservas ya que es un estudio con pocos pacientes por lo cual se continuara con el estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Gattinoni, L., Carlesso, E., & Langer, T. (2011). Clinical review: Extracorporeal membrane oxygenation. *Critical care*, 15(6), 243.
2. Keebler, M. E., Haddad, E. V., Choi, C. W., McGrane, S., Zalawadiya, S., Schlendorf, K. H., ... & Shah, A. (2018). Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation in cardiogenic shock. *JACC: Heart Failure*, 6(6), 503-516.
3. Abrams D, Combes A, Brodie D. Extracorporeal Membrane Oxygenation in Cardiopulmonary Disease in Adults. *J Am Coll Cardiol* 2014;63:2769-78.
4. Makdisi, G., & Wang, I. W. (2015). Extra Corporeal Membrane Oxygenation (ECMO) review of a lifesaving technology. *Journal of thoracic disease*, 7(7), E166.
5. Aubron, C., Cheng, A. C., Pilcher, D., Leong, T., Magrin, G., Cooper, D. J., ... & Pellegrino, V. (2013). Factors associated with outcomes of patients on extracorporeal membrane oxygenation support: a 5-year cohort study. *Critical Care*, 17(2), R73.
6. Aissaoui, N., El-Banayosy, A., & Combes, A. (2015). How to wean a patient from veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation. *Intensive care medicine*, 41(5), 902-905.
7. Kuenzler KA, Arthur LG, Burchard AE, Lawless ST, Wolfson PJ & Murphy SG 2002 Intraoperative ultrasound reduces ECMO catheter malposition requiring surgical correction. *Journal of Pediatric Surgery* 37 691-694.
8. Thomas, T. H., Price, R., Ramaciotti, C., Thompson, M., Megison, S., & Lemler, M. S. (2009). Echocardiography, not chest radiography, for evaluation of cannula placement during pediatric extracorporeal membrane oxygenation. *Pediatric Critical Care Medicine*, 10(1), 56-59.
9. Auzinger G, Loveridge R, Willars C, Best T, Kakar V, Hurst T & Vercueil A 2014 Transoesophageal echocardiography and extracorporeal membrane oxygenation: fancy for enthusiasts or indispensable tool? *Critical Care* 18 (Suppl 1) P134.
10. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, Flachskampf FA, Foster E, Goldstein SA, Kuznetsova T et al. 2015. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Journal of the American Society of Echocardiography* 28 1-39.e14.
11. Platts DG, Sedgwick JF, Burstow DJ, Mullany DV & Fraser JF 2012. The role of echocardiography in the management of patients supported by extracorporeal membrane oxygenation. *Journal of the American Society of Echocardiography* 25 131-141.
12. Victor, K., Barrett, N. A., Gillon, S., Gowland, A., Meadows, C. I., & Ioannou, N. (2015). Critical care echo rounds: extracorporeal membrane oxygenation. *Echo research and practice*, 2(2), D1.
13. ENCISO, Jorge Silva; HONG, Kimberly N. ECMO Weaning Strategies to Optimize Outcomes. En *Advances in Extracorporeal Membrane Oxygenation- Volume 3*. IntechOpen, 2019.

14. Ortuno, S., Delmas, C., Diehl, J. L., Bailleul, C., Lancelot, A., Naili, M., ... & Aissaoui, N. (2019). Weaning from veno-arterial extra-corporeal membrane oxygenation: which strategy to use?. *Annals of cardiothoracic surgery*, 8(1), E1.
15. Aissaoui N, Luyt CE, Leprince P, Trouillet JL, Le'ger P, Pavie A, Diebold B, Chastre J & Combes A 2011 Predictors of successful extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) weaning after assistance for refractory cardiogenic shock. *Intensive Care Medicine* 37 1738–1745.