



RIDUNAJ
Repositorio Institucional
Digital UNAJ



Universidad Nacional
ARTURO JAURETCHE

Tesinas de Grado

Dionnet, Gabriel Jesús

Efectos de la intervención kinésica temprana en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo tratados con oxigenación por membrana extracorpórea

2022

Instituto de Ciencias de la Salud

Carrera: Licenciatura en Kinesiología y

Fisiatría



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons.

Atribución – No comercial – Compartir igual 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Documento descargado de RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Arturo Jauretche

Cita recomendada:

Dionnet, GJ. Efectos de la intervención kinésica temprana en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo tratados con oxigenación por membrana extracorpórea [Tesis de grado]. Florencio Varela: Universidad Nacional Arturo Jauretche; 2022. 63 p. Disponible en: <https://rid.unaj.edu.ar/handle/123456789/2169>



Instituto de Ciencias de la Salud

TESINA

**Presentada para acceder al título de grado de la carrera de
LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA**

Título:

**“Efectos de la intervención kinésica temprana en pacientes con
síndrome de distrés respiratorio agudo tratados con oxigenación por
membrana extracorpórea”**

Autor:

Dionnet, Gabriel Jesús. Legajo 25927

Directora:

Lic. Otero Karina

Fecha de presentación:

00-00-0000

Firma del autor

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Dionnet', with a stylized flourish at the end.

Agradecimientos

A Débora, pilar fundamental en este camino.

A Tomas y a Lautaro.

A la Universidad Nacional Arturo Jauretche.

A mis amigos y compañeros, por hacer más amenos estos años.

Índice

Índice de figuras.....	5
Índice de tablas.....	6
Abreviaturas.....	8
I. Introducción.....	10
II. Objetivos.....	12
General.....	12
Específicos.....	12
III. Marco Teórico.....	12
III.1. Síndrome de distrés respiratorio agudo.....	12
Fisiopatología.....	13
Incidencia.....	16
Ventilación Mecánica en SDRA.....	17
III.2. Oxigenación por membrana extracorpórea.....	18
Tipos de ECMO.....	19
Manejo de la coagulación.....	20
Canulación.....	20
Indicaciones.....	23
Contraindicaciones.....	25
Complicaciones.....	25
III.3. Rol del kinesiólogo.....	27
Competencias del Kinesiólogo Intensivista.....	27
Competencias generales.....	27
Competencias específicas.....	28

Intervención kinésica en pacientes ECMO.....	30
IV. Estrategia metodológica.....	32
V. Contexto de análisis.....	34
Características de los estudios seleccionados.....	34
Seguridad y viabilidad de la fisioterapia temprana para pacientes en ECMO: experiencia del centro médico de la Universidad de Maryland.....	34
Movilización precoz de pacientes que reciben oxigenación por membrana extracorpórea: un estudio de cohorte retrospectivo.....	36
La rehabilitación temprana durante la oxigenación por membrana extracorpórea tiene un impacto mínimo en los parámetros fisiológicos: un ensayo piloto controlado aleatorizado.....	38
Efectos de un programa de fisioterapia en pacientes con ECMO veno-venoso: una experiencia de 8 años en un solo centro.....	40
Viabilidad y seguridad de la fisioterapia temprana y movilización activa de pacientes en oxigenación por membrana extracorpórea.....	41
VI. Resultados.....	43
Seguridad y viabilidad de la fisioterapia temprana para pacientes en ECMO: experiencia del centro médico de la Universidad de Maryland.....	43
Movilización precoz de pacientes que reciben oxigenación por membrana extracorpórea: un estudio de cohorte retrospectivo.....	45
La rehabilitación temprana durante la oxigenación por membrana extracorpórea tiene un impacto mínimo en los parámetros fisiológicos: un ensayo piloto controlado aleatorizado.....	48
Efectos de un programa de fisioterapia en pacientes ECMO veno-venoso:	

experiencia de 8 años en un solo centro.....	50
Viabilidad y seguridad de la fisioterapia temprana y movilización activa de pacientes en oxigenación por membrana extracorpórea.....	52
VII. Conclusiones.....	54
VIII. Referencias bibliográficas.....	56

Índice de figuras

Figura 1. Fisiopatología del SDRA.....	13
Figura 2. Dibujo esquemático del circuito por membrana extracorpórea.....	18
Figura 3. ECMO VV y sitios de canulación.....	21
Figura 4. ECMO VA y sitios de canulación.....	21
Figura 5. ECMO VA con canulación central.....	22
Figura 6. Cánulas para ECMO.....	23
Figura 7. Procedimiento de evaluación kinésica para determinar la seguridad de participar en rehabilitación ECMO.....	36
Figura 8. Algoritmo para la selección de pacientes.....	42
Figura 9. Cambios en los parámetros respiratorios y hemodinámicos durante la fisioterapia en siete días.....	49

Índice de tablas

Tabla 1. Escala de Murray.....	14
Tabla 2. Criterios del SDRA según el Consenso Americano-Europeo (AECC).....	15
Tabla 3. Criterios del SDRA según el Consenso de Berlín.....	16
Tabla 4. Fórmulas de cálculo del peso ideal.....	17
Tabla 5. Diferencias entre ECMO-VA y ECMO-VV.....	19
Tabla 6. Indicaciones ECMO-VV.....	24
Tabla 7. Indicaciones ECMO-VA.....	24
Tabla 8. Contraindicaciones ECMO-VV.....	25
Tabla 9. Contraindicaciones ECMO-VA.....	25
Tabla 10. Complicaciones mecánicas y del paciente para ECMO-VV.....	26
Tabla 11. Complicaciones mecánicas y del paciente para ECMO-VA.....	26
Tabla 12. Competencias específicas del KI en la rehabilitación temprana.....	29
Tabla 13. Competencias específicas del KI en VMI.....	29
Tabla 14. Competencias específicas del KI en el uso de VMNI.....	30
Tabla 15. Competencias específicas del KI en el uso de CNAFO ₂	30
Tabla 16. Escala de fuerza muscular Medical Research Council (MRC).....	31
Tabla 17. Paquete ABCDEF de UCI.....	35
Tabla 18. Escala que caracteriza el nivel de actividad en pacientes en ECMO.....	37
Tabla 19. Nivel más alto de función medido por la IMS.....	45
Tabla 20. Datos basales de pacientes ECMO en fisioterapia activa en la UCI.....	46
Tabla 21. Comparación de pacientes sobrevivientes y no, sometidos a fisioterapia.....	50
Tabla 22. Tiempo desde el inicio de ECMO hasta la primera sesión de fisioterapia.....	51
Tabla 23. Escala de movilidad en la UCI.....	51

Tabla 24. Perfil de los pacientes que recibieron fisioterapia y movilización temprana...	52
Tabla 25. Ajustes ECMO, soporte respiratorio y otras características de los pacientes que recibieron fisioterapia y movilización temprana.....	53
Tabla 26. Fisioterapia en pacientes con soporte ECMO, signos vitales y eventos de seguridad durante las sesiones.....	54

Abreviaturas

SDRA	Síndrome de distrés respiratorio agudo
PaO₂	Presión parcial de oxígeno en sangre arterial
FiO₂	Fracción inspirada de oxígeno
PEEP	Presión positiva al final de la espiración
CPAP	Presión positiva continua en la vía aérea
V_t	Volumen corriente o tidal
DP	Driving pressure
HFOV	Ventilación de alta frecuencia oscilatoria
ECMO	Oxigenación por membrana extracorpórea
VMI	Ventilación mecánica invasiva
CO₂	Dióxido de carbono
VILI	Injuria inducida por ventilación mecánica
UCI	Unidad de cuidados intensivos
FNT	Factor de necrosis tumoral
LPA	Lesión pulmonar aguda
AECC	Consenso de la conferencia Americana-Europea de SDRA
TAC	Tomografía axial computarizada
SPO₂	Porcentaje de saturación de oxígeno en sangre
PCO₂	Presión parcial de dióxido de carbono en sangre arterial
PIC	Presión intracraneal
ECMO-VV	ECMO veno venoso

ECMO-VA	ECMO veno arterial
IAM	Infarto agudo de miocardio
SNC	Sistema nervioso central
ELSO	Organización de soporte vital extracorpóreo
VMNI	Ventilación mecánica no invasiva
DAUCI	Debilidad adquirida en la Unidad de Cuidados Intensivos
KI	Kinesiólogo Intensivista
VAA	Vía aérea artificial
CNAFO₂	Cánula nasal de alto flujo de oxígeno
MRC	Medical Research Council
HC	Historia clínica
BNM	Bloqueantes neuromusculares
IMC	Índice de masa corporal
MAP	Presión arterial media
FR	Frecuencia respiratoria
FC	Frecuencia cardiaca

I. Introducción

El síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) es una entidad clínica que se caracteriza por la aparición de fenómenos inflamatorios y necrotizantes del alveolo pulmonar que se extienden a través de la circulación sistémica a todo el organismo, dando lugar al denominado biotrauma ⁽¹⁾. Uno de los rasgos distintivos de dicha entidad es el aumento de la permeabilidad vascular pulmonar secundario a una lesión inflamatoria. Clínicamente se traduce en edema pulmonar no cardiogénico de comienzo agudo, con hipoxemia que se clasifica en tres categorías mutuamente excluyentes de SDRA: leve, con una PaO_2 / FIO_2 entre 200 y 300 mm Hg con $PEEP/CPAP \geq 5$ cm H_2O ; moderado, cuando la PaO_2 / FIO_2 está entre 100 y 200 mm Hg con $PEEP \geq 5$ cm H_2O ; y grave, si la PaO_2 / FIO_2 es menor a 100 mm Hg, con $PEEP \geq 5$ cm H_2O ; con aumento del trabajo respiratorio ⁽²⁻⁴⁾.

Dentro de las intervenciones kinésicas indicadas en estos casos la ventilación con presión positiva es el pilar para revertir la hipoxemia asociada al SDRA. La estrategia de la ventilación protectora, centrada en la limitación del volumen corriente o tidal (vt), ha demostrado ser beneficiosa en la evolución y sobrevida de los pacientes con SDRA. Diversos análisis y revisiones sistemáticas hallaron que en pacientes con una $PaO_2 / FIO_2 < 200$ mm Hg, el uso de PEEP elevadas parece ser beneficioso y se asocia con disminución de la mortalidad. También recomiendan ajustar la PEEP mediante la compliance, siendo esta, una forma sencilla, fiable y aplicable a pie de cama. Además, relacionan una driving pressure (DP) elevada, con mayor mortalidad en el SDRA ^(5,6).

La ventilación de alta frecuencia oscilatoria (HFOV, high frequency oscillatory ventilation) es una estrategia ventilatoria que permite aumentar la presión en la vía aérea y el reclutamiento alveolar mientras emplea (vt) menores a 1 o 2 ml/kg, por ende, limita la elongación del parénquima pulmonar. Aunque sus efectos a largo plazo son discutibles, las maniobras de reclutamiento alveolar son de uso corriente especialmente en las etapas más tempranas del fallo respiratorio agudo. Además, se debe tener en cuenta que el efecto inmediato de estas maniobras depende de un variado número de factores, especialmente la relación presión/tiempo sin olvidar la morfología del SDRA y su estadio ⁽⁴⁾.

Como coadyuvantes terapéuticos se puede mencionar, al posicionamiento en decúbito prono, optimizando así el reclutamiento alveolar y la relación ventilación perfusión, terapia de higiene bronquial y el uso de bloqueadores neuromusculares ⁽⁷⁾.

La oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO, extra corporeal membrane oxygenation) se utiliza a menudo como terapia de rescate para pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda grave (SDRA) refractaria a la ventilación mecánica invasiva convencional (VMI) ⁽⁷⁾.

Una vez agotadas las opciones terapéuticas convencionales para el manejo del SDRA es cuando se recurre a la ECMO, esta permite brindar un soporte respiratorio prolongado y, a su vez, mantener a los enfermos bajo una estrategia de ventilación protectora en espera de la recuperación de la función pulmonar. La ECMO utiliza un sistema de cánulas endovasculares especializadas y consigue mantener el intercambio gaseoso mediante un oxigenador externo que asegura aporte de oxígeno y extracción adecuada de CO₂ sin necesidad de ocasionar daño ventilatorio al sistema respiratorio ya lesionado por la enfermedad subyacente. Dependiendo de la situación clínica del paciente, la ECMO puede ser aplicada mediante un acceso venovenoso (VV) o venoarterial (VA). En ambos casos la volemia es drenada mediante un circuito extracorpóreo hacia una bomba centrípeta que a su vez la impulsa hacia una membrana de oxigenación generando un intercambio gaseoso sin necesidad de participación del circuito pulmonar. Así, mientras el paciente se encuentra en ECMO, los parámetros ventilatorios pueden ser disminuidos muy por debajo de los requerimientos habituales para mantener la homeostasis y la función pulmonar, minimizando el daño inducido por la ventilación mecánica (VILI, ventilator induced lung injury) a la vez que mantiene la función del órgano ^(5,8).

Los pacientes en ECMO a menudo tienen muchas contraindicaciones para la intervención kinésica, como hemorragia en el área de canulación, estado del esternón abierto y delirio; por lo tanto, muchos médicos se muestran reacios a la realización de este tipo de intervenciones. Sin embargo, los avances en la tecnología de cánulas y circuitos extracorpóreos han hecho que la terapia ECMO sea más segura para ayudar a este tipo de pacientes durante períodos de tiempo prolongados. Al igual que los pacientes en UCI, los pacientes en ECMO también pueden beneficiarse de la movilización y rehabilitación ⁽⁹⁾.

Por lo anteriormente expuesto se considera imprescindible conocer ¿cuáles son los efectos de una intervención kinésica precoz en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo, tratados con oxigenación por membrana extracorpórea?

II. Objetivos

General

El propósito de esta investigación es, mediante el análisis de la literatura actual, identificar los efectos de la intervención kinésica en pacientes con SDRA tratados con oxigenación por membrana extracorpórea.

Específicos

- Caracterizar los aspectos fisiopatológicos del SDRA.
- Describir los aspectos fundamentales de la terapia ECMO.
- Investigar acerca del rol del kinesiólogo
- Analizar los resultados de la intervención kinésica.

III. Marco Teórico

El profesional kinesiólogo ocupa un lugar destacado dentro del equipo multidisciplinar en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) y su rol se ha modificado a lo largo de los años. Las necesidades actuales, en este ámbito, exigen mayores conocimientos, el desarrollo de nuevas tareas y también asumir mayores responsabilidades. Debe ser capaz de utilizar herramientas de tratamiento y evaluación, también deberá implementar procedimientos de fisioterapia respiratoria y de rehabilitación, y todos aquellos que se relacionen con los cuidados respiratorios, como la entrega de aerosoles, la oxigenoterapia, la aspiración y vehiculización de secreciones, el cuidado de la vía aérea y el manejo de ventilación mecánica (VM), invasiva y no invasiva ⁽⁷⁾.

III.1. Síndrome de distrés respiratorio agudo

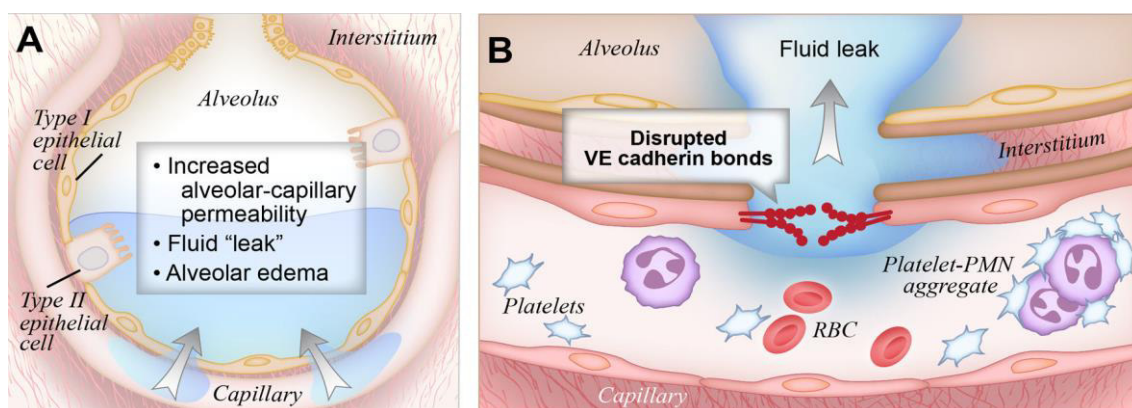
El síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) consiste en una insuficiencia respiratoria aguda, secundaria a un edema agudo inflamatorio de pulmón, con aumento de la permeabilidad capilar y, por ende, pasaje de fluidos al intersticio pulmonar y luego a los espacios alveolares, encontrándose también una disminución de la compliance pulmonar. Su comienzo es agudo con hipoxemia y aumento del trabajo respiratorio. Clínicamente su diagnóstico se basa en el desarrollo de infiltrados pulmonares bilaterales y difusos con hipoxemia grave, sin insuficiencia cardíaca.

En la anatomía patológica se encontrará daño alveolar difuso, con edema, inflamación, formación de membrana hialina y hemorragia; todos signos característicos del SDRA. Las causas más comunes para el desarrollo de SDRA son, neumonía, aspiración de contenido gástrico, sepsis y shock séptico, trauma y politransfusiones, pero muchas veces existe más de un factor involucrado ^(1,3,4,10).

III.1.a Fisiopatología

La lesión de la unidad alveolo-capilar es la característica fundamental de los pacientes con lesión pulmonar aguda-síndrome de dificultad respiratoria aguda. El desencadenante primario induce una enérgica reacción inmunoinflamatoria a nivel alveolo-endotelial, que resulta en un incremento de la producción de citocinas proinflamatorias, principalmente del factor de necrosis tumoral (FNT) IL-1 e IL6. A su vez, activa al endotelio vascular que modifica su función y se torna proinflamatorio y procoagulante, provocando trombosis microvascular ⁽³⁾. Debido al efecto de los mediadores químicos y los procesos fisiopatológicos, se incrementa la permeabilidad endotelial y esta favorece la acumulación de líquido (edema) en el intersticio y en el alveolo con una elevada concentración de proteínas ⁽⁸⁾. El surfactante se altera en función y estructura y, por lesión de los neumocitos tipo II, disminuye su síntesis lo que da como resultante un colapso alveolar ⁽³⁾. También se observa incremento del espacio muerto fisiológico y una disminución de la distensibilidad pulmonar ⁽¹¹⁾. (figura1)

Figura 1. Fisiopatología del SDRA



A: En el SDRA, las moléculas inflamatorias alteran la función de la barrera alveolar, lo que provoca la acumulación de líquido y edema alveolar.

B: Específicamente, la ruptura de los enlaces VE-cadherina provoca un aumento de la permeabilidad endotelial y la consiguiente fuga de agua, solutos, leucocitos, plaquetas y otras moléculas inflamatorias hacia el espacio alveolar.

Fuente: Semin Respir Crit Care Med. 2019 ⁽¹²⁾

El SDRA es una causa importante de morbimortalidad: Fallece entre el 20 y 50% de los pacientes. Esta tasa depende de factores relacionados con el huésped, la causa del SDRA y su gravedad, reflejada en el grado de hipoxemia. Constituye una de las entidades más complejas de la medicina crítica dada su elevada incidencia, mortalidad, secuelas a largo plazo y ausencia de un tratamiento farmacológico específico^(3,9,11,13).

Fue descrito por primera vez en 1967 por Ashbaugh et al⁽¹⁴⁾. Estos identificaron una serie de 12 pacientes de un total de 272 casos, quienes presentaban un cuadro de inicio agudo caracterizado por la presencia de disnea, taquipnea, hipoxemia refractaria a oxigenoterapia, infiltrados alveolares difusos en la radiografía de tórax y disminución de la distensibilidad pulmonar. Siete de estos pacientes fallecieron y, por medio de microscopía pulmonar, en la autopsia se encontró membranas hialinas, inflamación intersticial difusa y edema hemorrágico intersticial e intraalveolar⁽¹³⁾.

En 1988 Murray et al, confeccionaron una clasificación para el SDRA que contemplaba cuatro criterios relevantes para esta entidad: radiografía de tórax, hipoxemia, presión positiva de fin de la espiración (PEEP, positive end-expiratory pressure) y distensibilidad. Cada criterio recibe una puntuación de 0-4 según la gravedad, y el resultado se divide entre el total de criterios empleados. Una puntuación de 0 indica ausencia de lesión; entre 1 y 2,5 lesión pulmonar aguda (LPA) y un valor > 2,5 SDRA⁽¹⁵⁾ (tabla 1).

Tabla 1. Escala de Murray

Rx tórax	PaO ₂ /FiO ₂	Compliance (ml/cm H ₂ O)	PEEP	Puntuación	Mortalidad %
Sin afectación de cuadrantes	> 300	> 80	< 5	0	0
Un cuadrante	225-299	60-79	6-8	1	25
Dos cuadrantes	175-224	40-59	9-11	2	50
Tres cuadrantes	100-174	20-39	12-14	3	75
Cuatro cuadrantes	< 100	< 19	> 14	4	90
Diagnóstico				Puntuación	
No Lesión				0	
LPA				0,1 - 2,5	
SDRA				> 2,5	

LPA: Lesión pulmonar aguda.

Fuente: De Luis Cabezón, et al. 2014⁽¹³⁾

En 1994 con el respaldo de la Sociedad Americana del Tórax y la Sociedad Europea de Medicina Intensiva se integró el Consenso de la Conferencia Americana-Europea (AECC) de SDRA, que definió a esta entidad clínica como un cuadro de dificultad respiratoria grave de inicio agudo y súbito, con presencia de infiltrados bilaterales en radiografía de tórax, hipoxemia grave con una $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 200$ mm Hg, y la ausencia de hipertensión auricular izquierda o ambas ⁽¹⁶⁾. (Tabla 2)

Tabla 2. Criterios del SDRA según el Consenso Americano-Europeo (AECC)

	Tiempo	Relación $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ mmHg	Radiografía de tórax	Presión de enclavamiento pulmonar (mmHg)
Lesión pulmonar aguda	Agudo	Menos de 300 pero más de 200	Infiltrados bilaterales	Menos de 18 o sin evidencia de hipertensión de aurícula izquierda
Síndrome de insuficiencia respiratoria aguda	Agudo	Menos de 200	Infiltrados bilaterales	Menos de 18 o sin evidencia de hipertensión de aurícula izquierda

Fuente: Carrillo-Esper, et al. 2018 ⁽¹⁶⁾

La definición de la AECC se ha aplicado en el ámbito clínico y de investigación desde su aparición en el año 1994, permitiendo avanzar en el conocimiento del SDRA. Esta calificaba de lesión pulmonar aguda (LPA) a una relación $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ de entre 200 y 300 mm Hg, y como un SDRA a una relación $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 200$ mm Hg.

Sin embargo, después de años de estudios, surgen una serie de aspectos que ponen en duda los criterios diagnósticos, como por ejemplo, la falta de criterios explícitos para definir la sensibilidad de la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ a diferentes parámetros del ventilador, o por ejemplo, el modo ventilatorio o la titulación de la PEEP, sin olvidar la escasa objetividad interobservador y de la interpretación de la radiografía de tórax. Por esa razón, en el año 2011, se convocó a un equipo internacional de expertos en la ciudad de Berlín, para revisar la definición de SDRA. En esta nueva definición se incluyeron variables factibles, confiables, convalidadas con evidencia científica. Dentro de estas variables, se consideró el grado de hipoxemia (relación $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$), el tiempo de inicio, hallazgos radiológicos, el nivel de PEEP y el origen del edema ^(13,16). (Tabla 3)

Tabla 3. Criterios del SDRA según el Consenso de Berlín.

	Leve	Moderado	Grave
Hipoxemia Pa/O ₂ /FiO ₂ mm/Hg	200-300 con PEEP/CPAP igual o más de 5 cm H ₂ O	Menos de 200 pero más de 100 con PEEP/CPAP igual o más de 5 cm H ₂ O	Menos de 100 PEEP/CPAP igual o más de 5 cm H ₂ O
Tiempo de inicio	Una semana después del factor desencadenante, nuevo evento o deterioro respiratorio		
Radiografía de tórax o tomografía axial computada	Opacidades bilaterales que no se explican por derrame, atelectasias lobares o nódulos		
Origen del edema	No hay explicación completa por insuficiencia cardíaca o sobrecarga de líquidos. Se necesita una evaluación objetiva para descartar edema hidrostático (como ecocardiografía)		

Fuente: Carrillo-Esper, et al. 2018 ⁽¹⁶⁾

En esta nueva definición, se diferencian tres grados distintos de gravedad del SDRA, (leve, moderado o grave) en relación a la PaO₂/FiO₂; con titulación de PEEP mínima de 5 Cm de H₂O, para el SDRA leve, moderado y grave. También se elimina el concepto de LPA, cambiándolo por el de SDRA leve y, se aclara en esta oportunidad, que el comienzo debe ser dentro de la primera semana posterior del factor desencadenante, empeoramiento de la clínica respiratoria del paciente o síntomas respiratorios nuevos que empeoran. Además se mantiene como criterio diagnóstico la aparición de infiltrados bilaterales en radiografía de tórax, pero también se pueden demostrar estos, mediante la realización de una TAC (Tomografía axial computarizada) torácica ^(13,17).

III.1.b Incidencia

En Estados Unidos afecta a unos 200000 pacientes por año y, a nivel mundial, son unos 3000000 los pacientes diagnosticados con SDRA, representando un 10% de las admisiones en UCI y al 24% de los pacientes que reciben ventilación mecánica en estas unidades de cuidados intensivos ⁽¹⁸⁾.

El estudio LUNG SAFE ⁽¹⁹⁾, fue un trabajo de tipo observacional, prospectivo, multicéntrico e internacional que incluyó a 29144 pacientes de las UCI de 50 países de todo el mundo. De estos pacientes, ingresados durante cuatro semanas consecutivas en el año 2014, 3022, es decir el 10,4%, cumplieron con los criterios del consenso de Berlín para SDRA. Si bien este estudio nos acerca a conocer los valores de la incidencia de dicha entidad clínica, el mismo también concluye en que el SDRA fue subdiagnosticado en varios casos y, por ende, los resultados no son categóricos.

III.1.c Ventilación Mecánica en SDRA

Se sabe que la fisiopatología del SDRA cursa con hipoxemia refractaria ante la administración de FiO_2 elevadas, secundaria a la aparición de shunt intrapulmonar, debido a las alteraciones patológicas producidas en la membrana alveolo-capilar.

Dentro de los objetivos básicos del tratamiento, lograr una oxigenación aceptable utilizando ventilación mecánica, es primordial. Esta debe administrarse de tal modo que se evite la VILI, es decir, mediante una ventilación denominada “protectora” con un volumen corriente bajo, ≤ 6 ml/kg del peso ideal, (Tabla 4) y con una presión meseta o “plateau” que no debe superar los 30 cm H_2O . El seteo del ventilador con estos parámetros, tendrá como objetivos evitar el barotrauma (ventilar con presiones elevadas sobre la vía aérea, provocando sobredistensión de las fibras de colágeno) y volutrauma (distensión secundaria a la ventilación con v_t elevados). El atelectrauma se produce ante una titulación de PEEP insuficiente como para evitar el ciclo colapso-reapertura de los alveolos, ocasionando roturas epiteliales con activación de procesos inflamatorios y la expulsión de moléculas de surfactante en el ciclo espiratorio, lo que lleva a mayor colapso aún. Esto induce a un daño biofísico y bioquímico activando una serie de mediadores proinflamatorios denominado biotrauma.

Al utilizar ventilación protectora la gasometría aceptable por oximetría de pulso (SpO_2), debe hallarse entre 88-92%. En muchos casos, este tipo de estrategias ventilatorias, desarrollan hipercapnia “permisiva”; esta es tolerable siempre y cuando se mantenga un pH arterial de 7.20 como mínimo. Ante cualquier tipo de patología cerebral aguda, la hipercapnia está contraindicada ya que el aumento de la PCO_2 puede llegar a producir hipertensión intracraneana (PIC) ^(10,17).

Tabla 4. Fórmulas de cálculo del peso ideal

Hombres	$50 + 0.91(\text{Estatura [cm]} - 152.4)$
Mujeres	$45.5 + 0.91(\text{Estatura [cm]} - 152.4)$

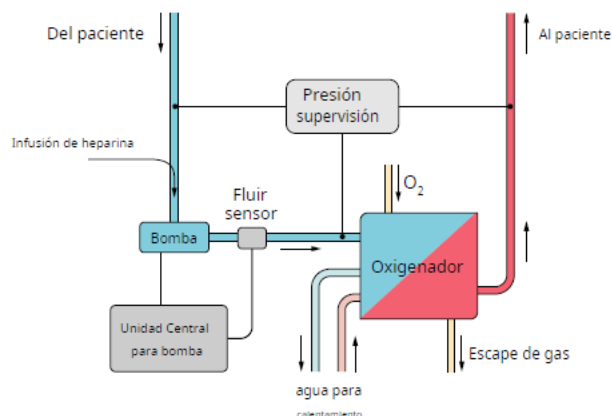
Fuente: De Luis Cabezón, et al. 2014 ⁽¹³⁾

III.2. Oxigenación por membrana extracorpórea

La Oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO, por sus siglas en inglés) es un sistema de soporte vital extracorpóreo cuya función es mantener un adecuado intercambio gaseoso mediante un oxigenador externo que asegure aporte de oxígeno y la correcta extracción de CO₂, evitando así el daño ventilatorio al sistema respiratorio, ya dañado por la enfermedad subyacente. La ECMO utiliza un oxigenador y una bomba para proveer un soporte hemodinámico y/o respiratorio prolongado, (Figura 2) ^(8,20,21).

El empleo de este tipo de soporte en adultos, se ha incrementado de manera sustancial en los últimos años con resultados esperanzadores. Debido a los alcances, a nivel tecnológico sobre todo, que se han podido realizar, como en el rediseño de las bombas y uso de equipos más compactos y de simple manejo, además de la implementación de membranas más biocompatibles y eficaces en el intercambio gaseoso, permitiendo así, un uso más prolongado de la técnica, brindándole más tiempo al paciente para su recuperación ⁽²²⁾.

Figura 2. Dibujo esquemático del circuito de oxigenación por membrana extracorpórea.



La sangre desaturada (azul) se extrae del paciente a la entrada de la bomba y se bombea a través del oxigenador de regreso al paciente (rojo). Un sensor controla el flujo sanguíneo. El oxígeno está conectado al oxigenador. Un intercambiador de calor está incorporado en el oxigenador y conectado a un dispositivo de calentamiento de agua. La presión se controla en tres etapas: antes de la bomba; entre la bomba y el oxigenador y después del oxigenador. La heparina se infunde en el circuito antes de la bomba.

Fuente: Frenckner B. 2015 ⁽²³⁾

Para usar este tipo de soporte se necesita un acceso a grandes vasos del paciente (femorales, yugulares, subclavios) en su versión periférica, aunque también puede realizarse un implante central (aplicable sobre todo a cirugía cardíaca en shock post cardiotomía) ⁽²⁴⁾.

III.2.a Tipos de ECMO

La ECMO puede ser aplicada mediante un acceso venovenoso (VV-ECMO) o venoarterial (VA-ECMO), en el primero podemos encontrar tres tipos de canulación estándar, (figura 3) empleada para brindar apoyo mientras los pulmones se recuperan, se usa en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda severa, para facilitar el intercambio de gases cuando la hipoxemia es refractaria o cuando presenta acidosis respiratoria hipercápnica. De igual manera puede facilitar una reducción en la intensidad de la ventilación mecánica. El venoarterial, también cuenta con tres sitios de canulación estándar, (figura 4) utilizado para cuadros de insuficiencia cardíaca o cardiopulmonar; el circuito ECMO, en este caso, está conectado en paralelo al corazón y los pulmones. Durante VA-ECMO, la sangre no pasará por los pulmones ni el corazón, esta se extraerá de la aurícula derecha o la vena cava, y se devolverá al sistema arterial a través de canulaciones periféricas en arterias axilares, femorales o carótidas. Además en VA-ECMO, también se utiliza un abordaje con canulación central, utilizado especialmente en pacientes post cardiotomía, donde las cánulas se transfieren directamente desde el corazón, (figura 5), en este caso la sangre se drena desde la aurícula derecha y se reinfunde a la aorta ascendente ⁽²⁵⁾. Las principales diferencias entre las dos configuraciones se exponen en la (tabla 5).

Tabla 5. Diferencias entre ECMO-VA y ECMO-VV

ECMO-VA	ECMO-VV
Proporciona apoyo cardiaco para ayudar a la circulación Sistémica.	No proporciona apoyo cardiaco que ayude a la circulación sistémica
Requiere canulación arterial y venosa.	Solo requiere canulación venosa.
Evita la circulación pulmonar, disminuye la presión de la arteria pulmonar	Mantiene el flujo sanguíneo pulmonar.
Podría usarse en insuficiencia del VD.	No puede usarse en insuficiencia del VD.
Se necesitan tasas de perfusión más bajas.	Se necesitan tasas de perfusión más altas.
Se consiguen PO ₂ más altas.	Se consiguen PO ₂ más bajas.
El circuito ECMO está conectado en paralelo al corazón y los pulmones.	El circuito ECMO está conectado en serie al corazón y los pulmones.

VD: Ventrículo derecho.

Fuente: Makdisi, et al. 2015 ⁽²⁵⁾

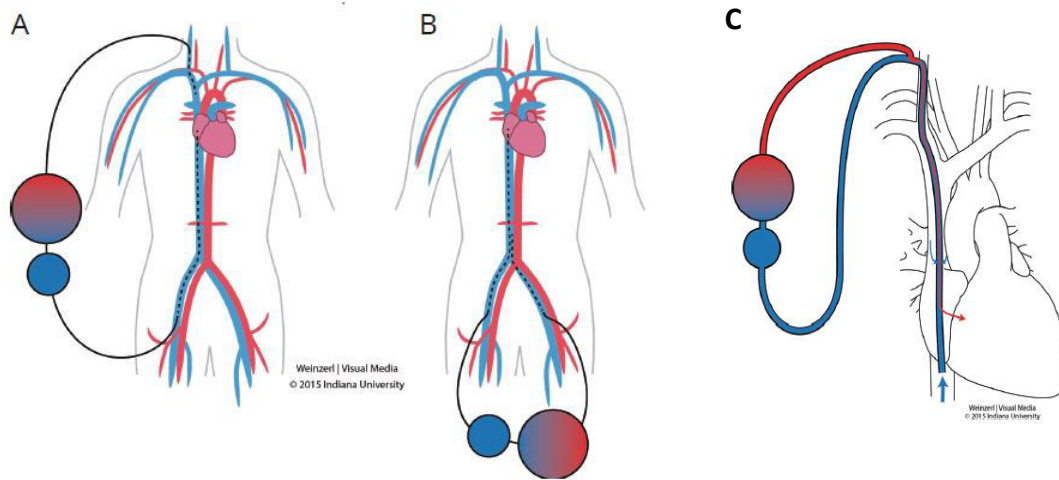
III.2.b Manejo de la coagulación

En ambos sistemas se requiere de una anticoagulación completa, ya que, el contacto de la sangre con las tubuladuras del circuito genera una interacción entre la pared del circuito y la sangre. Esta interacción promueve la formación de agregación plaquetaria disminuyendo el recuento de plaquetas en el paciente. Al poco tiempo de entrar en ECMO se desencadenará la cascada de coagulación, es por esto que se recurre a la administración de heparina, tratando de evitar de esta forma, la formación de trombos y la coagulación del circuito. Pero este procedimiento eleva el riesgo del paciente de presentar algún tipo de complicación hemorrágica, especialmente en aquellos post quirúrgicos. Es por esto, que se necesita un monitoreo constante del estado de coagulación de la sangre ^(8,26).

III.2.c Canulación

El sitio de canulación puede ser periférico (Figuras 3 y 4) o central (Figura 5), dependiendo este de los requerimientos del paciente, es decir, si necesita soporte respiratorio, hemodinámico o ambos. Cabe destacar también, que puede variar el sitio de canulación dependiendo de la patología de base del paciente, de su anatomía vascular, de la disponibilidad de recursos y la preferencia y experiencia del centro de referencia donde se realice la práctica. Generalmente la canulación es realizada por cirujanos cardiorácicos en quirófano, ya que están capacitados en el manejo de complicaciones que puedan surgir y que requieran intervención quirúrgica. Sin embargo, al haber una tendencia general hacia los abordajes percutáneos, la canulación también es realizada por cardiólogos intervencionistas, anestesiólogos y médicos intensivistas, entre otros. La correcta posición de las cánulas se controlará bajo guía fluoroscópica o con ecocardiograma transesofágico; si la cánula de drenaje y retorno están ubicadas demasiado cerca, (la posición ideal es que mantengan una separación de entre 8 y 12 cm) puede aparecer un fenómeno denominado recirculación al circuito de ECMO, comprometiendo así, el suministro de oxígeno al paciente ⁽²⁷⁻²⁹⁾.

Figura 3. ECMO-VV y sitios de canulación.



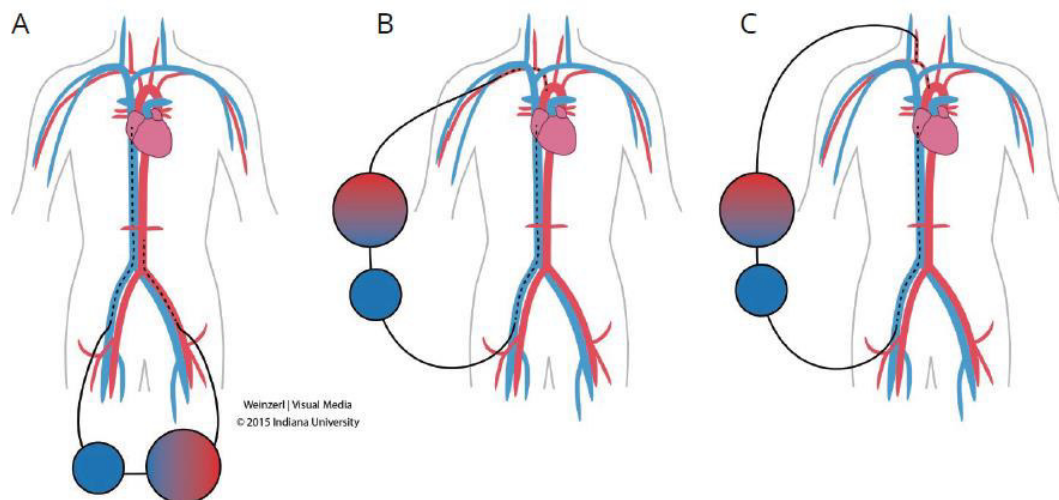
A: Vena femoral (drenaje) y yugular interna derecha (infusión).

B: Ambas venas femorales se utilizan para drenaje e infusión respectivamente.

C: Cánula venosa única o doble lumen, la sangre se extrae de las venas cavas, mediante una incisión en la vena yugular derecha, y se devuelve a la aurícula derecha.

Fuente: Makdisi, et al. 2015 ⁽²⁵⁾

Figura 4. ECMO-VA y sitios de canulación.



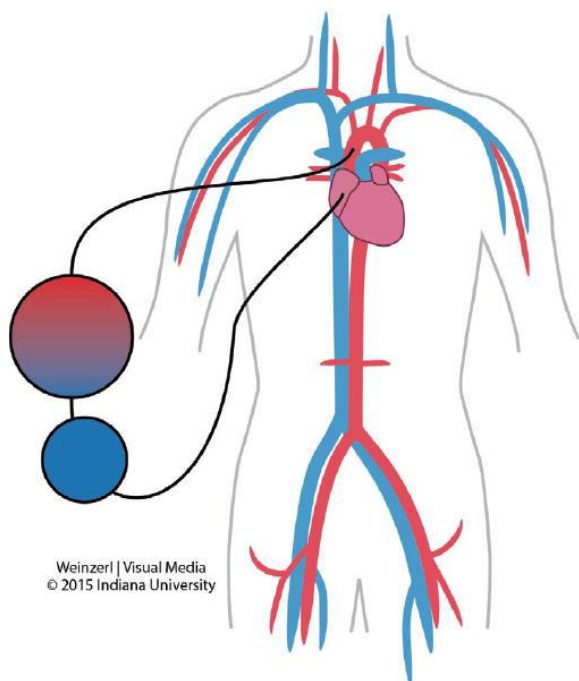
A: Vena femoral (drenaje) y arteria femoral (infusión).

B: Vena femoral (drenaje) y arteria axilar (infusión).

C: Vena femoral (drenaje) y arteria carótida (infusión).

Fuente: Makdisi, et al. 2015 ⁽²⁵⁾

Figura 5. ECMO-VA con canulación central.

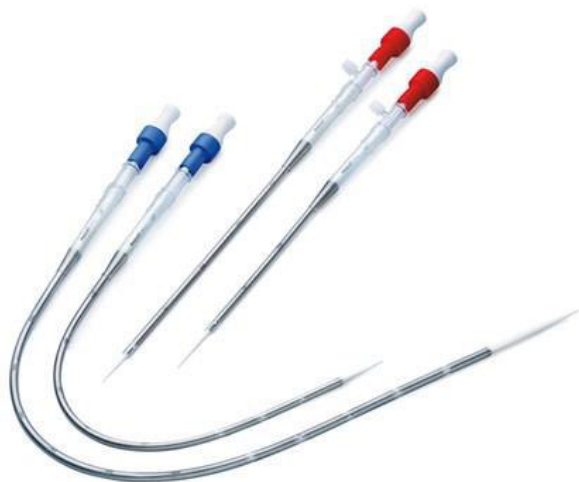


La sangre se drena desde la aurícula derecha y se reinfunde a la aorta ascendente.

Fuente: Makdisi, et al. 2015 ⁽²⁵⁾

Las cánulas de drenaje y retorno, (figura 6) son la parte de menor calibre de la ECMO, la correcta selección del diámetro es primordial para evitar fallas en el circuito, como aumento de las presiones diferenciales o turbulencias, ya que de estas depende el flujo. Este a su vez, puede aumentarse incrementando la velocidad de la bomba centrífuga, pero la mayor velocidad del flujo se asocia con hemólisis, limitando de esa manera el transporte de O₂. Cuando la canulación es femoral se debe agregar una cánula extra, denominada de perfusión distal, cuya función es perfundir el miembro inferior y evitar una isquemia en este ⁽³⁰⁾. Las cánulas están confeccionadas en policloruro de vinilo (PVC), este material les otorga flexibilidad, es compatible con el plasma, son suaves, transparentes, resistentes al colapso y no son tóxicas. En su interior están tapizadas por un material bioactivo, disminuyendo así, la anticoagulación requerida. En cuanto al tamaño, para pacientes adultos, las cánulas de drenaje sugeridas son entre 23 y 25 Fr, y las de retorno entre 17 y 21 Fr ^(31,32).

Figura 6. Cánulas para ECMO



Fuente: Álvarez Méndez, et al. 2017 ⁽³³⁾

III.2.d Indicaciones.

Las indicaciones para ECMO pueden ser de tres tipos de requerimientos, que va a variar dependiendo del órgano o los órganos que necesiten apoyo, como soporte cardíaco, respiratorio o una combinación de ambos.

Para soporte respiratorio se recomienda el uso VV-ECMO, (tabla 6) cuando el riesgo de mortalidad es del 50% o superior; y es una indicación cuando el riesgo de mortalidad es mayor al 80%. El 50% de mortalidad se asocia a una $PaO_2/FiO_2 < 150$ mmHg con $FiO_2 > 90$; o un puntaje de Murray 2-3. El 80% de mortalidad se asocia a una $PaO_2/FiO_2 < 100$ mmHg con $FiO_2 > 90$ o un puntaje de Murray 3-4, recibiendo el paciente un tratamiento óptimo por al menos seis horas. Es imprescindible comenzar con la terapia ECMO entre el primer y segundo día luego de ser diagnosticado, ya que, mejores resultados se asocian con una intervención precoz. La indicación más frecuente es el SDRA severo, con hipoxemia refractaria a la terapéutica convencional. Generalmente se busca iniciar el tratamiento cuando la mortalidad que se asocia a la patología de base es superior a la mortalidad asociada a la terapia ECMO, esta situación generalmente se corresponde con una PaO_2/FiO_2 de entre 150-80 mm Hg.

Debe indicarse el uso de VA-ECMO cuando hay un gasto cardíaco bajo refractario (índice cardíaco $< 2 \text{ L/min/m}_2$) con hipotensión (sistólica $< 90 \text{ mmHg}$) a pesar de una adecuada volemia, (tabla 7) ^(25,31,32).

Tabla 6. Indicaciones ECMO-VV

SDRA: Neumonía de cualquier etiología, síndromes de aspiración, proteinosis alveolar, patología obstétrica, síndromes de inhalación.
Trasplante de pulmón: Puente, soporte intraoperatorio respiratorio, disfunción primaria del injerto (DPI) < 7 días.
Obstrucción de la vía aérea, contusión pulmonar, fístula broncopleurales.
Estatus asmático, hemorragia pulmonar o hemoptisis masiva.
Hipercapnia ($\text{pH} < 7,20$) y/o $\text{PaCO}_2 > 80 \text{ mm Hg}$
Imposibilidad para mantener $\text{Pm} < 30 \text{ cm H}_2\text{O}$
Vasculitis pulmonar

Fuente: Fernández-Mondéjar, et al 2018. ⁽²²⁾

Tabla 7. Indicaciones ECMO-VA

Shock cardiogénico secundario a IAM que no responde al tratamiento y se ha realizado revascularización mediante intervencionismo coronario.
Pacientes en lista de espera para trasplante cardíaco que sufran deterioro hemodinámico.
Miocarditis fulminante o aguda.
Descompensación clínica de un cuadro de insuficiencia cardíaca aguda o crónica reagudizada que no responden al tratamiento y sobre los que se plantea una actuación resolutive de su etiología.
Intoxicación aguda por fármacos cardiodepresores.
Pacientes con tormenta eléctrica que no responden a tratamiento antiarrítmico y/o ablación por radiofrecuencia.
Tromboembolismo pulmonar con disfunción grave del ventrículo derecho y shock.
Disfunción miocárdica asociada a la sepsis en casos muy determinados.
Pacientes que después de una cirugía cardíaca no pueden ser desconectados de la circulación extracorpórea a pesar de una adecuada corrección quirúrgica.
Shock cardiogénico post cardiectomía refractario en los que existe una posibilidad razonable de recuperación o bien de reintervención quirúrgica.
Pacientes con fallo primario del injerto tras trasplante cardíaco.
Como soporte circulatorio durante la realización de ciertos procedimientos en pacientes de alto riesgo (intervencionismo coronario percutáneo, colocación de endoprótesis aórtica vía percutánea)
Parada cardíaca en casos muy concretos *
Pacientes con insuficiencia respiratoria aguda grave que necesitarían ECMO-VV pero que presentan una disfunción univentricular o biventricular asociada.

*Es una indicación muy controvertida en la actualidad, es importante conocer el momento de parada y la realización de maniobras de resucitación por testigos. Posiblemente se benefician más pacientes con parada secundaria a ritmos desfibrilables y en paradas intrahospitalarias con disponibilidad inmediata de la técnica. Si no hay recuperación de ritmo efectivo hay que considerar la ECMO como sistema de mantenimiento de la perfusión de órganos para la posible donación de los mismos.

Fuente: Fernández-Mondéjar, et al 2018. ⁽²²⁾

III.2.e Contraindicaciones

Dentro de las contraindicaciones para el inicio de esta terapia de soporte, encontramos dos tipos, las absolutas y las relativas, tanto como para ECMO-VV (tabla 8), como para ECMO-VA, (tabla 9) las cuales deben ser analizadas por el equipo multidisciplinar tratante y a posteriori tomar una decisión, acorde al estado actual del paciente, haciendo foco sobre todo, en aquellas contraindicaciones de carácter relativo.

Tabla 8. Contraindicaciones ECMO-VV

Enfermedad pulmonar sin recuperación predecible de la función pulmonar si no está indicado un TP.
Contraindicaciones para la anticoagulación.
Edad > 65 años (Contraindicación relativa)
Fracaso multiórganico con SOFA > 15 puntos.
VM > 7 días. (especial consideración con Pm > 30cm H ₂ O, imposibilidad de PEEP > 10cm H ₂ O, FiO ₂ > 0,9) (Contraindicación relativa)
Inmunosupresión grave farmacológica (neutrófilos < 400/mm ³)
Coma tras parada cardíaca.
Comorbilidades: Enfermedad maligna activa, enfermedad cardíaca crónica, enfermedad pulmonar no reversible y/o no trasplantable, cirrosis con ascitis, enfermedad neurológica irreversible.
Lesiones hemorrágicas o potencialmente hemorrágicas del SNC, canulación imposible.

SOFA: Sequential Organ Failure Assessment Score. TP: Trasplante de pulmón.

Fuente: Fernández-Mondéjar, et al 2018. ⁽²²⁾

Tabla 9. Contraindicaciones ECMO-VA

Enfermedad crónica terminal.
Neoplasia no controlada.
Daño neurológico irreversible diagnosticado.
Insuficiencia aórtica grave.
Diseccción aórtica no corregida.
Edad (Contraindicación relativa)
Sepsis con fracaso multiórganico.
Corazón no recuperable y no candidato para trasplante ni para colocación de otro tipo de asistencia ventricular.
Obesidad mórbida IMC > 40 (Contraindicación relativa)
Contraindicación de anticoagulación. (Contraindicación relativa)

IMC: Índice de masa corporal.

Fuente: Fernández-Mondéjar, et al 2018. ⁽²²⁾

III.2.f Complicaciones

Toda terapia tiene sus complicaciones, más aún, aquellas de carácter invasivo como es la ECMO, pero con una correcta selección de los pacientes candidatos, se busca minimizar cualquier tipo de inconveniente que pueda surgir. Pese a esto, no se está exento de que puedan surgir hemorragias a nivel del SNC, en zona de canulación o en el sitio de un

procedimiento invasivo previo, intratorácico, abdominal o retroperitoneal. También, aunque poco frecuentes, pueden aparecer fenómenos tromboembólicos debido a la formación de coágulos; infecciones, problemas renales, disfunción hepática e isquemia del miembro inferior ^(23,27). La Organización de soporte vital extracorpóreo (ELSO, por sus siglas en inglés), lleva un registro exhaustivo de todo lo que a soporte extracorpóreo refiera, incluyendo las complicaciones tanto del equipo ECMO, como aquellas que presentaron los pacientes en ECMO-VV, (tabla 10) y en ECMO-VA, (tabla 11).

Tabla 10. Complicaciones mecánicas y del paciente para ECMO-VV (Datos 2013)

Problemas Mecánicos del equipo	Neonatal	Pediátrico	Adulto
Fallo del oxigenador	5,9 (53)	12,1 (44)	13,7 (47)
Ruptura de tubería	0,6 (71)	2,1 (47)	1 (30)
Mal funcionamiento de la bomba	1,7 (66)	2,4 (48)	2 (34)
Problemas con la cánula	11,5 (66)	15,2 (53)	7,1 (45)
Problemas de los pacientes			
Hemorragia intracraneal	7,1 (44)	6 (22)	4 (20)
Sangrado en sitio de canulación	7,4 (64)	17,1 (53)	15,7 (52)
Sangrado en el sitio quirúrgico	6,3 (43)	13,6 (46)	14,6 (43)
Taponamiento cardíaco	0,6 (43)	2 (43)	2,3 (49)
Convulsiones Clínicas	9,1 (61)	5,5 (35)	1 (45)

Las entradas de la tabla se informan en porcentaje de supervivencia.

Fuente: Paden, et al. 2014 ⁽³⁴⁾

Tabla 11. Complicaciones mecánicas y del paciente para ECMO-VA (Datos 2013)

Problemas Mecánicos del equipo	0-30 días	31d < 1 año	1<16 años	> 16 años
Fallo de oxigenador	7,1 (25)	8 (30)	8,6 (44)	12,2 (36)
Ruptura de tubería	0,5 (32)	0,6 (19)	1,2 (34)	0,2 (38)
Mal funcionamiento de bomba	1,6 (30)	2 (34)	2 (50)	0,7 (38)
Problemas con la cánula	6 (33)	5,5 (38)	6,3 (44)	4,5 (31)
Problemas de los pacientes				
Hemorragia intracraneal	11,2 (23)	5,9 (29)	4 (19)	2 (8)
Sangrado en sitio de canulación	10,5 (31)	12,1 (39)	17,9 (54)	19,6 (40)
Sangrado en el sitio quirúrgico	31,3 (31)	32,8 (39)	28,5 (48)	23,7 (34)
Taponamiento cardíaco	6 (28)	5,3 (35)	5,1 (50)	5,5 (30)
Convulsiones clínicas	7,1 (31)	8,7 (26)	4,4 (21)	2 (22)

Las entradas de la tabla se informan en porcentaje de supervivencia.

Fuente: Paden, et al. 2014 ⁽³⁴⁾

III.3. Rol del Kinesiólogo

Como se mencionó anteriormente, el profesional kinesiólogo, específicamente el kinesiólogo intensivista (KI), ocupa un destacado lugar en la UCI, y su rol se ha modificado en los últimos años, debido al aumento constante de su área de incumbencia. Debe ser experto y referente en cuidados respiratorios y rehabilitación de los pacientes críticos, debe conocer y utilizar herramientas de evaluación y tratamiento, además de conocer el manejo de la ventilación mecánica tanto invasiva (VMI) como no invasiva (VMNI). El grado de complejidad de los pacientes internados en una UCI necesita un kinesiólogo intensivista que asegure el máximo nivel de cuidados, tanto respiratorios como de rehabilitación, en base a la mejor evidencia científica disponible (protocolos, guías de evaluación y tratamiento de pacientes), teniendo en cuenta las características de cada paciente y adaptándose a la metodología de trabajo de cada unidad donde se desempeñe ⁽⁷⁾.

III.3.a. Competencias del Kinesiólogo Intensivista.

Las competencias del kinesiólogo intensivista son el conjunto de conocimientos, actitudes y habilidades requeridas para ser considerado como tal y satisfacer las necesidades de los pacientes. Son el resultado de un proceso de capacitación cuya finalidad es la de ser considerado “capaz de” o “estar capacitado para”. Estas competencias pueden ser de índole general, que son aquellas relacionadas principalmente con la formación de grado, y aquellas técnicas o específicas, que refieren a las que se adquieren luego de una formación particular y que son propias de un puesto o lugar de trabajo ^(7,35).

Competencias Generales

Dentro de las competencias generales el KI debe poseer conocimientos de anatomía, fisiopatología, diagnóstico y tratamiento de distintas enfermedades y síndromes clínicos, especialmente aquellas orientadas a la función pulmonar y cardíaca y a las alteraciones funcionales que estas provoquen. Además deben tener nociones básicas de lo referido al soporte vital en UCI, tales como: monitoreo básico de funciones vitales, manejo de la vía aérea, reanimación cardiopulmonar, oxigenoterapia y entrega de aerosoles, terapia de

higiene bronquial, control de infecciones, farmacología y principios básicos de ventilación mecánica ^(7,35).

Competencias específicas

Son las que refieren conocimientos y habilidades adquiridas por el KI a través de una formación especializada y de la práctica profesional, alcanzando de esta manera un profundo conocimiento de su área; estas incluyen:

Evaluación del intercambio gaseoso pulmonar (saturometría de pulso, capnografía y estado ácido base), evaluar la función respiratoria; valoración del dolor, delirium y nivel de sedación en los pacientes críticos, mediante el uso de escalas validadas (EVA, CPOT, CAM-ICU, RASS) entre otras. Valorar la función física mediante escalas, técnicas específicas y dispositivos para evaluar rango de movilidad articular, fuerza muscular y actividades funcionales y evaluación de la deglución en pacientes traqueostomizados o con sospecha de disfagia.

Acondicionamiento del gas inspirado, oxigenoterapia y administración de otros gases medicinales. Cuidados de la vía aérea artificial (VAA), manejo y cuidado del tubo endotraqueal, cánula de traqueostomía, procurando mantener su permeabilidad y evitar lesiones (posicionamiento, fijación y control de la presión del balón de neumotaponamiento). Asistir en el proceso de colocación y retirada de la VAA, recolección de muestras de secreciones respiratorias y todo lo relacionado a fisioterapia respiratoria (posicionamiento, drenaje postural, hiperinflación manual y mecánica, compresiones y descompresiones y aspiración de secreciones en pacientes que no posean un adecuado manejo de estas.

En cuanto a la rehabilitación temprana, (tabla 12), deberá promover intervenciones de rehabilitación motora mediante la selección y el uso de técnicas de movilización y posicionamiento, como los cambios de decúbito, evitando de esta manera la aparición de escaras e infecciones secundarias a estas. Ejercicios y actividades que tengan como fin mejorar el rango articular, la fuerza muscular y la coordinación, uso de electroestimulación neuromuscular y lo referido a la rehabilitación deglutoria ⁽⁷⁾.

Tabla 12. Competencias específicas del Kinesiólogo intensivista en la rehabilitación temprana.

Selección de pacientes de acuerdo con guías/protocolos.
Evaluación para el inicio/interrupción de la rehabilitación (criterios de seguridad)
Implementación de: <ul style="list-style-type: none"> • Cuidados posturales. • Movilización (pasiva, asistida, activa) • Ejercicios funcionales (rolados, sedestación, bipedestación, marcha) • Electroestimulación neuromuscular. • Valvas y férulas de posicionamiento

Fuente: Fredes, et al. 2018 ⁽⁷⁾

Con respecto a la VMI debe saber manejar cuestiones técnicas, selección de equipos, modos de funcionamiento, análisis de gráficos, monitoreo y saber aplicar guías y protocolos de ventilación mecánica diseñados para abarcar distintas patologías, (tabla 13).

Tabla 13. Competencias específicas del Kinesiólogo intensivista en el uso de ventilación mecánica invasiva (VMI).

Implementación de guías/protocolos de VMI para grupos de pacientes específicos: <ul style="list-style-type: none"> • SDRA, asma y EPOC, posoperatorio, trauma, sepsis, neurológicos, patología cardiovascular, potencial donante.
Aspectos técnicos de la VMI: <ul style="list-style-type: none"> • Selección de equipos de VM (características técnicas para ventilar y monitorizar) • Calibración y puesta en marcha de equipos de VM • Selección del circuito respiratorio, humidificación, entrega de aerosoles.
Selección y ajuste de parámetros de la VM: <ul style="list-style-type: none"> • Modo ventilatorio, FiO₂/PEEP, volumen corriente, flujo y tiempo inspiratorio, presión inspiratoria.
Monitorización del paciente: <ul style="list-style-type: none"> • Básica: efectos sobre el sistema cardiopulmonar, análisis de las curvas del ventilador, identificación y corrección de asincronías, análisis de la curva presión-volumen, determinación de distensibilidad y resistencia. • Avanzada: capnografía volumétrica, manometría esofágica, trabajo respiratorio, volúmenes pulmonares, metabolimetría, tomografía por impedancia eléctrica, ecografía.
Tratamientos adjuntos a la VMI: <ul style="list-style-type: none"> • Posición prona, ECMO, óxido nítrico, HFOV.

SDRA: Síndrome de distrés respiratorio agudo. EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica. HFOV: Ventilación de alta frecuencia oscilatoria.

Fuente: Fredes, et al. 2018 ⁽⁷⁾

En cuanto a la VMNI debe de seleccionar los equipos, interfaces, modos y parámetros durante su aplicación y el uso de guías y protocolos desarrollados para abarcar las distintas situaciones clínicas como enfermedades obstructivas, restrictivas, posoperatorias y neuromusculares, (tabla 14).

Tabla 14. Competencias específicas del Kinesiólogo intensivista en el uso de ventilación mecánica no invasiva (VMNI).

Selección de pacientes de acuerdo con guías/protocolos.
Implementación de la VMNI: <ul style="list-style-type: none"> • Selección de equipo, circuito respiratorio e interfaz, necesidad de humidificación y aerosoles.
Selección y ajuste de parámetros: <ul style="list-style-type: none"> • Modo ventilatorio, FIO₂, presiones inspiratorias/espíatorias, tiempo inspiratorio.
Monitorización del paciente: <ul style="list-style-type: none"> • Parámetros clínicos, gasométricos, interacción paciente-ventilador.
Criterios de discontinuación, éxito y fracaso de acuerdo con guías/protocolos

Fuente: Fredes, et al. 2018 ⁽⁷⁾

También debe ser experto en la implementación de cánula nasal de alto flujo de oxígeno, (CNAFO₂) a través de la selección y aplicación de interfaces y equipos. Y tendrá a su cargo la evaluación, control y seguimiento de los pacientes, (tabla 15).

Tabla 15. Competencias específicas del Kinesiólogo intensivista en la utilización de oxigenoterapia de alto flujo (CNAFO₂).

Selección de pacientes de acuerdo con guías/protocolos.
<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de la CNAFO₂: selección del equipo, circuito respiratorio, humidificador, cánula.
<ul style="list-style-type: none"> • Selección de parámetros: flujo, FiO₂, temperatura.
<ul style="list-style-type: none"> • Monitorización del paciente y del dispositivo.
<ul style="list-style-type: none"> • Criterios de discontinuación, éxito y fracaso de acuerdo a guías/protocolos.

Fuente: Fredes, et al. 2018 ⁽⁷⁾

III.3.b. Intervención kinésica en pacientes ECMO

Los pacientes que se encuentran en la unidad de cuidados intensivos (UCI) y, específicamente aquellos en ECMO, generalmente requieren períodos prolongados de

inmovilización, por la gravedad del cuadro y la necesidad de mantener la posición y la integridad de las cánulas del circuito ⁽³⁶⁾. Estos pacientes pueden llegar a desarrollar debilidad adquirida en la unidad de cuidados intensivos (DAUCI), esta se asocia, además de a los extensos momentos de inmovilización, al uso de corticoides, bloqueantes neuromusculares y a la hiperglucemia sostenida. Se sabe que la debilidad muscular ocurre entre el 25% y 60% de pacientes que recobran la conciencia al cabo de pasar una semana en ventilación mecánica, y que con cada semana de reposo se pierde entre el 4% y 5% de fuerza muscular. La DAUCI a menudo afecta los músculos periféricos y respiratorios, limita las actividades de la vida diaria y retrasa la rehabilitación y la recuperación. Además en pacientes con DAUCI la mortalidad es superior a aquellos que no llegan a desarrollarla y los que sobreviven generalmente tienen secuelas a largo plazo ^(37,38). Ante la presencia de debilidad muscular generalizada, y luego de descartar diagnósticos diferenciales primarios tales como el Síndrome de Guillain-Barré (SGB) y miastenia gravis (MG), o menos frecuentes, como la esclerosis lateral amiotrófica (ELA), Polimiositis o la aparición de Porfiria o Rabdomiólisis, secundaria a la medicación indicada en la UCI; es cuando se puede pensar en DAUCI, y en estos casos se recomienda el uso de la escala de la Medical Research Council (MRC). Esta escala evalúa la fuerza en 12 grupos musculares en las extremidades inferiores y superiores asignando puntajes que van de 0 a 5, donde el puntaje total va de 0 a 60 puntos, (tabla 16) y donde se ha logrado determinar que aquellos pacientes con puntajes < 48 puntos, tienen DAUCI ⁽³⁹⁾.

Tabla 16. Escala de fuerza muscular Medical Research Council (MRC)

Valor para cada movimiento	Examen muscular
0	Contracción no visible
1	Contracción muscular visible pero sin movimiento de la extremidad.
2	Movimiento activo pero no contra gravedad
3	Movimiento activo contra gravedad
4	Movimiento activo contra gravedad y resistencia
5	Movimiento activo contra total resistencia

Fuente: Via Clavero, et al. 2013 ⁽⁴⁰⁾

Es por esto que se considera imprescindible la intervención kinésica en pacientes en UCI, inclusive aquellos en ECMO. Los pacientes que reciben rehabilitación kinésica han mostrado mejores tasas de retorno al funcionamiento independiente, menores tasas de delirio, descenso en los días de estadía en el servicio, los de ventilación mecánica, los días de estancia hospitalaria y, de esta manera, una significativa reducción en los costos de atención médica; así como las secuelas que puedan llegar a manifestarse a corto, mediano o largo plazo; sabiendo que hay tiempos óptimos para comenzar la terapia, y que esta va a depender siempre, de la estabilidad hemodinámica de cada paciente ^(39,41-43).

En pacientes en ECMO específicamente, también el kinesiólogo tiene un papel preponderante y, junto con el equipo multidisciplinar tratante, debe evaluar y monitorear el estado hemodinámico del paciente y en consecuencia plantear el momento idóneo para el inicio, duración y finalización de terapias específicas para este tipo de pacientes; obviamente en concordancia con el resto del equipo tratante. El kinesiólogo puede dar por terminada la sesión en caso de que el paciente presente sangrado en el área de canulación, inestabilidad hemodinámica, hipoxemia, mareos, debilidad, dolor a nivel torácico o disnea. Una vez estabilizado el paciente, se deben recolectar gases en sangre arterial (postmembrana) y gases en sangre venosa (premembrana) para realizar los ajustes ventilatorios y circulatorios pertinentes. Los ajustes circulatorios los realiza un especialista, perfusionista, médico de cuidados intensivos o cirujano cardíaco. El manejo ventilatorio y de gases ECMO lo debe realizar un especialista profesional en ECMO, o un médico o kinesiólogo intensivista, que cuenten con una especialización en esta terapia ⁽⁴¹⁾.

IV. Estrategia Metodológica

Este trabajo de investigación fue realizado mediante una revisión de la literatura existente. Se recopilieron estudios publicados desde el año 2010 al 2022 en las siguientes bases de datos: PubMed, Cochrane y Biblioteca Virtual de Salud.

Los criterios de inclusión para su selección y análisis fueron: Pacientes de 0 a 65 años de edad, internación en Unidades de Cuidados Intensivos, con diagnóstico de SDRA, utilización de ventilación mecánica invasiva, utilización de terapia ECMO.

Los criterios de exclusión fueron: Pacientes mayores a 65 años, internados fuera de la Unidad de Cuidados Intensivos, sin diagnóstico de SDRA, sin utilización de ventilación mecánica invasiva y que no hayan estado en terapia ECMO, estudios anteriores al año 2010.

En cuanto a la búsqueda bibliográfica, se utilizaron las palabras claves que aparecen en la tabla a continuación:

Término	MeSH	DeCS
1. Oxigenación por membrana extracorpórea	Extracorporeal Membrane Oxygenation	Oxigenación por membrana extracorpórea
2. Síndrome de distrés respiratorio agudo	Respiratory Distress Syndrome	Síndrome de Dificultad Respiratoria del Adulto
3. Fisioterapia	Physical Therapy Modalities	Fisioterapia
4. Intervención kinésica	-	-
5. Protocolo de tratamiento	Clinical Protocols	Protocolos Clínicos
6. Terapia respiratoria	Respiratory Therapy	Terapia respiratoria

Las palabras claves se combinaron de la siguiente manera:

- #1 AND #2
- #1 AND #2 AND #3
- #1 AND #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6
- #1 AND #5 AND #6
- #2 AND #3 OR #4 OR #5 OR #6

Las variables que se tuvieron en cuenta para el análisis fueron: Síndrome de distrés respiratorio agudo, oxigenación por membrana extracorpórea, configuración del abordaje ECMO, rehabilitación kinésica, parámetros respiratorios, monitoreo de signos vitales.

V. Contexto de análisis.

La inmovilidad prolongada, debido al reposo en cama, es común en pacientes con enfermedades críticas internados en la UCI y los pacientes en ECMO no son la excepción, también pueden desarrollar un gran número de dificultades (respiratorias, físicas y/o psíquicas) asociadas a los extensos períodos de internación.

La intervención kinésica en estos pacientes debe ser una estrategia, no solo como tratamiento, sino como prevención para poder así, disminuir el riesgo de mortalidad, la cantidad de días de ventilación mecánica, la estancia hospitalaria y en definitiva mejorar la calidad de vida de los sobrevivientes ^(41,44,45).

Características de los estudios seleccionados

Se seleccionaron cinco estudios para su análisis, un ensayo controlado aleatorizado (ECA) y cuatro estudios de cohortes retrospectivos. Dos de los estudios eran de Estados Unidos de América, uno de Italia, uno de Corea del Sur y el restante de Australia.

Tres de los estudios analizaron principalmente la viabilidad y seguridad de la intervención kinésica en pacientes sometidos a ECMO. Uno tenía como principal objetivo describir los efectos respiratorios y hemodinámicos de la rehabilitación intensiva temprana en comparación con la rehabilitación estándar; y el objetivo del último estudio fue probar la hipótesis de que la fisioterapia temprana (primera sesión dentro de la primera semana desde el inicio de ECMO) podría afectar la mortalidad en la UCI.

Seguridad y viabilidad de la fisioterapia temprana para pacientes en ECMO: experiencia del centro médico de la Universidad de Maryland.

Wells et al ⁽⁴⁶⁾ realizaron un estudio de cohorte retrospectivo de pacientes adultos con soporte de ECMO desde enero de 2014 hasta diciembre de 2015, en el Centro Médico de la Universidad de Maryland, en Estados Unidos. El propósito de este estudio fue examinar la viabilidad y la seguridad de la práctica de rehabilitación al movilizar pacientes con soporte de VA-ECMO y VV-ECMO. Mediante la revisión de historias clínicas (HC), se determinó cantidad y tipo de intervenciones kinésicas, estado al alta, tipo y configuración de ECMO, sitios de canulación y detalles de gestión de riesgos y efectos adversos, si los

hubiera. De 254 pacientes en ECMO, 167 (66,7%) recibieron en total 607 sesiones de kinesiología. En esta cohorte, 134 pacientes (80,2%) tenían al menos una cánula femoral durante la intervención kinésica. Sesenta y seis de los 167 pacientes (39,5%) estaban en ECMO con cánulas bifemorales y 44 (26,3%) con VA-ECMO. Solo en cinco casos se utilizó un catéter de doble luz.

Veinticinco pacientes (15%), 13 de ellos con canulación bifemoral, participaron en actividades de bipedestación o deambulaci3n. Setenta y cinco pacientes (68,8%) completaron satisfactoriamente el proceso de weaning y fueron dados de alta a un centro de rehabilitaci3n; 26 pacientes (23,8%) fueron a sus casas.

Se registraron tres eventos menores (<0,5%), donde hubo dos eventos de arritmias y uno de hipotensi3n, por ese motivo se interrumpieron el desarrollo de las terapias, reanudando ese mismo d3a las actividades y ejercicios de movilidad, luego de la recuperaci3n de los pacientes. No se reportaron eventos importantes.

Se identific3 retrospectivamente a todos los pacientes adultos con soporte extracorp3reo desde enero de 2014 hasta diciembre de 2015. Se seleccion3 este per3odo porque los pacientes recibieron atenci3n de un equipo multidisciplinario capacitado, donde se implement3 el paquete ABCDE (tabla 17), con el objetivo de brindar rehabilitaci3n temprana a todos los pacientes en ECMO, cuando se encuentren hemodinamicamente estables, independientemente del sitio de canulaci3n.

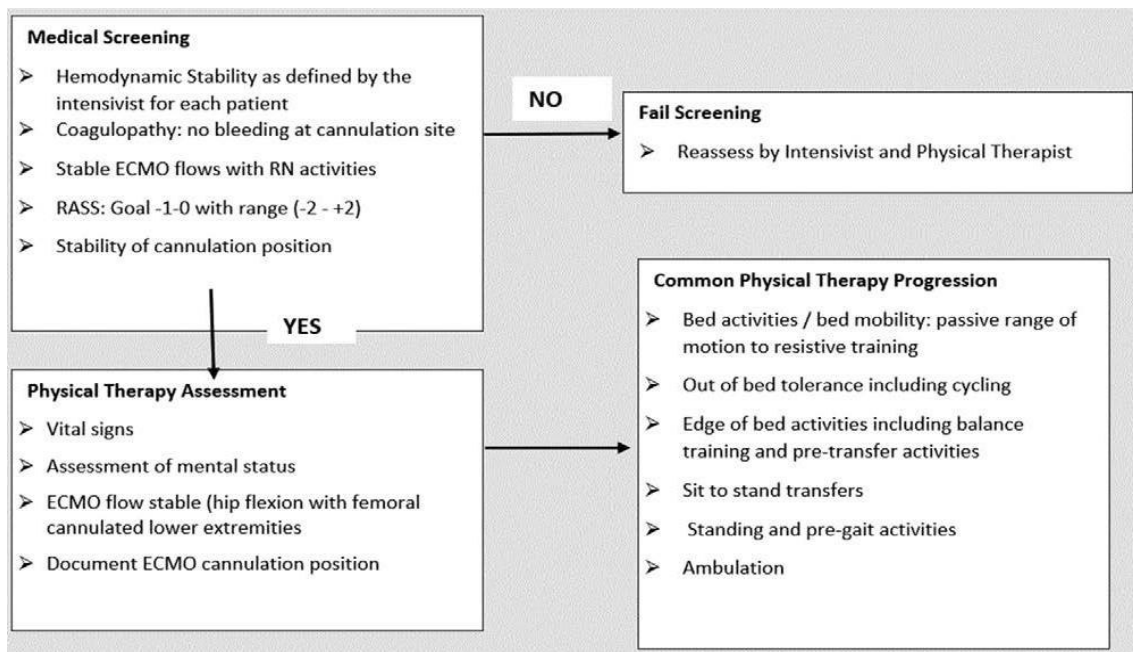
Tabla 17. Paquete ABCDEF de UCI

S3ntomas Gu3as PAD	Evaluaci3n Herramientas	Cuidados Paquete ABCDEF
Dolor	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Critical-Care Pain Observation Tool (CPOT)</i> • Escala Num3rica • <i>Behavioral Pain Scale (BPS)</i> 	<p>A: Evaluar, prevenir y tratar el dolor</p> <p>B: BOTH (ambas) Vacaci3n de sedaci3n (SAT) y prueba de ventilaci3n espont3nea (SBT)</p> <p>C: elecci3n del sedante y analg3sico</p> <p>D: Evaluar, prevenir y tratar el delirium</p> <p>E: movilizaci3n precoz</p> <p>F: inclusi3n y empoderamiento de la familia</p>
Agitaci3n	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Richmond Agitation-Sedation Scale (RASS)</i> • <i>Sedation-Agitation Scale (SAS)</i> 	
Delirium	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Confusion Assessment Method for the Intensive Care Unit (CAM-ICU)</i> • <i>Intensive Care Delirium Screening Checklist (ICDSC)</i> 	

Fuente: Carini F. 2018 ⁽⁴⁷⁾

Un grupo central de kinesiólogos recibió capacitación en ECMO y eran competentes en el uso de un procedimiento desarrollado en 2007 y revisado en 2010 (figura 7), que permite determinar la seguridad de participar en rehabilitación ECMO en aquellos pacientes con canulaciones femorales para movilizar a los pacientes de forma segura y determinar la idoneidad de la rehabilitación, incluidas las actividades fuera de la cama.

Figura 7. Procedimiento de evaluación kinésica para determinar la seguridad de participar en rehabilitación ECMO



Fuente: Wells et al ⁽⁴⁶⁾

Antes de la movilización y fortalecimiento, el kinesiólogo flexiona la cadera a 90°, para corroborar y asegurar un flujo ECMO estable. También completó el proceso de evaluación para asegurarse que el paciente este hemodinamicamente estable, los flujos de ECMO fueran adecuados y las cánulas estuvieran seguras.

Movilización precoz de pacientes que reciben oxigenación por membrana extracorpórea: un estudio de cohorte retrospectivo.

Abrams et al ⁽⁴¹⁾ realizaron un análisis retrospectivo de 100 pacientes consecutivos en ECMO por insuficiencia respiratoria o cardíaca refractaria, ingresados a partir de abril del 2009 en la UCI del New York-Presbyterian Hospital /Columbia University College of Physicians and Surgeons, Estados Unidos. Estos pacientes son un subconjunto de todos los pacientes que recibieron ECMO en la institución y fueron manejados por un

equipo multidisciplinario que adhiere a las pautas de manejo estandarizadas para anticoagulación, ventilación, sedación y fisioterapia específicas para la población UCI-ECMO. Se recopilaron datos demográficos de todos los pacientes, edad, el Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II score (APACHE II), al momento del ingreso en la UCI, el diagnóstico, el objetivo de la terapia ECMO, como puente al trasplante (BTT) o como puente a la recuperación (BTR), el estado de la traqueostomía y la configuración de ECMO. Se registraron el estado ventilatorio, la oxigenación y los ajustes de ECMO antes, durante y después de todas las sesiones de fisioterapia. Se analizaron por separado a los pacientes cuyos objetivos de ECMO eran, hacia la recuperación o hacia el trasplante. Para registrar el nivel más alto de movilización alcanzado por los pacientes que recibieron ECMO, se utilizó una tabla modificada y validada de movilidad en UCI, (tabla 18).

Tabla 18. Escala de movilización que caracteriza el nivel de actividad en pacientes en ECMO

Nivel de fisioterapia	Nivel de actividad
1	Sin movilización o rango de movimiento pasivo de las extremidades
2	Girar en la cama (incluido el rango de movimiento de las extremidades asistido de forma activa)
3	Sentado en la cama, con la cabecera de la cama elevada
4	Sentado al borde de la cama, con los pies en el suelo
5	Sentarse en una silla
6	De pie
7	Marchando en el lugar
8	Deambular

Fuente: Abrams et al ⁽⁴¹⁾

Los resultados incluyen supervivencia al alta o al trasplante, disposición del alta entre los sobrevivientes (al hogar, rehabilitación aguda o rehabilitación subaguda) y eventos críticos de seguridad durante las sesiones de fisioterapia, incluidas las relacionadas con el paciente (inestabilidad hemodinámica, desaturación sostenida hasta < 85%, paro cardíaco, arritmia, hemorragia en el sitio de canulación, nueva isquemia en la extremidad) y aquellas complicaciones relacionadas con el circuito (falla del oxigenador, fallo en la bomba, desalojo de la cánula, ruptura del tubo, interrupciones en el flujo sanguíneo).

Los pacientes son evaluados diariamente, de lunes a sábado, para determinar su idoneidad para participar en las sesiones de fisioterapia, las evaluaciones están a cargo de fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales, enfermeras, terapeutas respiratorios y médicos intensivistas. Las razones para aplazar el tratamiento, evaluadas de forma individual y a

criterio del equipo multidisciplinar tratante incluyen: hemorragia clínicamente significativa, arritmia inestable, trombocitopenia grave, inestabilidad hemodinámica que requiere dosis altas de vasopresores, hipoxemia grave a pesar de la suplementación de oxígeno, sedación que impide la participación activa del paciente y el uso de bloqueantes neuromusculares. El equipo de movilización está formado por un fisioterapeuta, un perfusionista, una enfermera especializada en UCI, un terapeuta respiratorio o un intensivista o un cirujano de ECMO, dependiendo de las necesidades funcionales y estado clínico del paciente. El número mínimo de profesionales de la salud requeridos para una sesión es de tres. Se utilizó un equipo ECMO simplificado que solo incluye sus componentes centrales (Bomba, oxigenador de membrana, consola y tubería); las terapias no esenciales se suspenden temporalmente durante las sesiones de fisioterapia. Se presta especial atención a la integridad de la cánula y el tubo de ECMO. El equipo ECMO se moviliza en un carro que acompaña al paciente durante la sesión de fisioterapia. Los estados hemodinámicos y respiratorios se controlan constantemente. Las sesiones pueden darse por terminadas según el criterio de los profesionales ante cambios que incluyen inestabilidad hemodinámica, hipoxemia, mareos, debilidad, dolor torácico o disnea.

La rehabilitación temprana durante la oxigenación por membrana extracorpórea tiene un impacto mínimo en los parámetros fisiológicos: un ensayo piloto controlado aleatorizado.

Hayes et al ⁽³⁶⁾ realizaron un ensayo controlado aleatorizado piloto multicéntrico de fase II de rehabilitación intensiva en ECMO, realizado en un hospital terciario de referencia para ECMO en Australia.

Se incluyeron todos los pacientes consecutivos con 18 años o más con un uso previsto de ECMO mayor a 24 horas. Fueron excluidos los pacientes que cumplían con alguno de los siguientes criterios: más de 72 horas en ECMO o 5 días en UCI antes del reclutamiento, deficiencias musculoesqueléticas o neurológicas preexistentes, cualquier cáncer o quimioterapia actual, deterioro preexistente de la movilidad, deterioro cognitivo preexistente, barrera del idioma, muerte inminente e inevitable, o donde el fisioterapeuta que proporcionó la rehabilitación no estaba disponible.

La rehabilitación temprana e intensiva fue proporcionada por un fisioterapeuta experimentado que tenía entrenamiento especializado en ECMO. La rehabilitación comenzó el día de la asignación al azar y continuó durante un período de 7 días. La intervención implicó una progresión de ejercicios con el objetivo de ejercitar al paciente en el nivel más alto que pudiera tolerar basado en la escala de movilidad de la UCI. La rehabilitación se llevó a cabo hasta una hora por día, con una duración mínima de 20 minutos, si se realizó ejercicio pasivo, y de 30 minutos si fue activo. Este tiempo puede ser continuo o intermitente a lo largo del día, dependiendo de la respuesta fisiológica individual y del esfuerzo percibido ante la rehabilitación. La intensidad de la rehabilitación se apuntó a un nivel de esfuerzo percibido de entre 3-5 en la escala modificada de Borg, que representa un nivel de esfuerzo de moderado a fuerte. Las sesiones se llevaron a cabo si el paciente estaba fisiológicamente estable, definido por el consenso de expertos internacionales sobre la movilización de pacientes en la UCI, incluidas recomendaciones específicas para pacientes en ECMO. Los objetivos de sedación estaban dirigidos a una puntuación en la escala de sedación y agitación de Richmond (RASS) de entre -1 y 1. La puntuación RASS se registró durante cada sesión de rehabilitación fisioterapéutica intensiva y estándar.

Al menos tres miembros del equipo tratante estuvieron disponibles durante las sesiones de rehabilitación activa fuera de la cama, con el fisioterapeuta asistiendo al paciente, la enfermera especialista en ECMO monitoreando las cánulas y el circuito, y la enfermera principal gestionando otras líneas y adjuntos. Todos los demás aspectos del tratamiento se realizaron según la práctica habitual de la UCI.

El grupo control recibió fisioterapia estándar. Los ejercicios de rango de movimiento pasivo para las extremidades superiores e inferiores fueron los únicos que se le proporcionaron a los pacientes inestables o con un RASS < -1. Cuando los pacientes alcanzaron un RASS de entre -1 y 1, la rehabilitación consistió en ejercicios de resistencia y rango de movimiento activo para las extremidades inferiores y superiores. Los pacientes podían progresar hasta sentarse al borde de la cama, ponerse de pie y, en última instancia, deambular si se encontraban estables. El momento del comienzo de la rehabilitación quedó en consideración del fisioterapeuta tratante y no se proporcionó una frecuencia duración o intensidad fijas.

Características demográficas y clínicas

Estos fueron registrados a partir de la historia clínica e incluyeron los siguientes datos: sexo, motivo de ingreso a la UCI, modo de ECMO, configuración de la cánula, duración en días del ECMO, duración en días de la ventilación mecánica, los días en UCI, los días de estancia hospitalaria, destino del alta y mortalidad intrahospitalaria.

Para clasificar la gravedad y predecir la mortalidad se utilizó la escala APACHE II y III, al momento de la admisión de los pacientes en la UCI. Las comorbilidades previas a la admisión se puntuaron utilizando el índice de comorbilidad funcional (FCI). La fragilidad premórbida se evaluó en la admisión a la UCI, mediante la escala de fragilidad clínica (CFS). El nivel de independencia con las actividades de la vida diaria (AVD), antes de la admisión, se calificó mediante el índice de Katz.

Efectos de un programa de fisioterapia en pacientes con oxigenación por membrana extracorpórea veno-venosa: experiencia de 8 años en un solo centro.

Bonizzoli et al. ⁽⁴⁸⁾ realizaron un estudio observacional con 101 pacientes, donde inscribieron a todos los pacientes consecutivos con SDRA refractario, en soporte VV-ECMO ingresados en la UCI del centro de referencia regional ECMO del hospital universitario Careggi de Florencia, Italia, desde el 1° de octubre de 2009 hasta el 31 de diciembre de 2016. Se recopilaron datos clínicos pre ECMO de todos los pacientes y se calculó la evaluación secuencial de insuficiencia orgánica (SOFA) y la puntuación simplificada de fisiología aguda (SAPS II). Para registrar el nivel de movilidad alcanzado por los pacientes, se utilizó la escala de movilización de pacientes en ECMO (tabla 18), estas puntuaciones se registraron en la primera sesión de fisioterapia y al alta de la UCI.

Todos los receptores de ECMO son evaluados diariamente (6 de 7 días) corroborando así su idoneidad para participaren fisioterapia. Esto comprende la evaluación por parte de fisioterapeutas, enfermeras y médicos intensivistas. Son motivos para aplazar la terapia, los siguientes: hemorragia clínicamente significativa, arritmia inestable, trombocitopenia grave, inestabilidad hemodinámica que requiere altas dosis de vasopresores, hipoxemia grave a pesar de la suplementación con oxígeno, sedación que impide la participación activa y uso de bloqueantes neuromusculares (BNM). Durante las sesiones se presta

especial atención en la cánula y el tubo ECMO. Se pueden realizar cambios tanto en las tasas de flujo de gas barrido como en las de flujo sanguíneo ECMO y el oxígeno suplementario, según sea necesario. Los estados hemodinámicos y respiratorios, se controlan en todo momento. Las sesiones de fisioterapia pueden interrumpirse o terminarse, en cualquier momento según el criterio de cualquiera de los profesionales participantes ante variaciones clínicas como el desarrollo de inestabilidad hemodinámica, hipoxemia, dolor torácico o disnea.

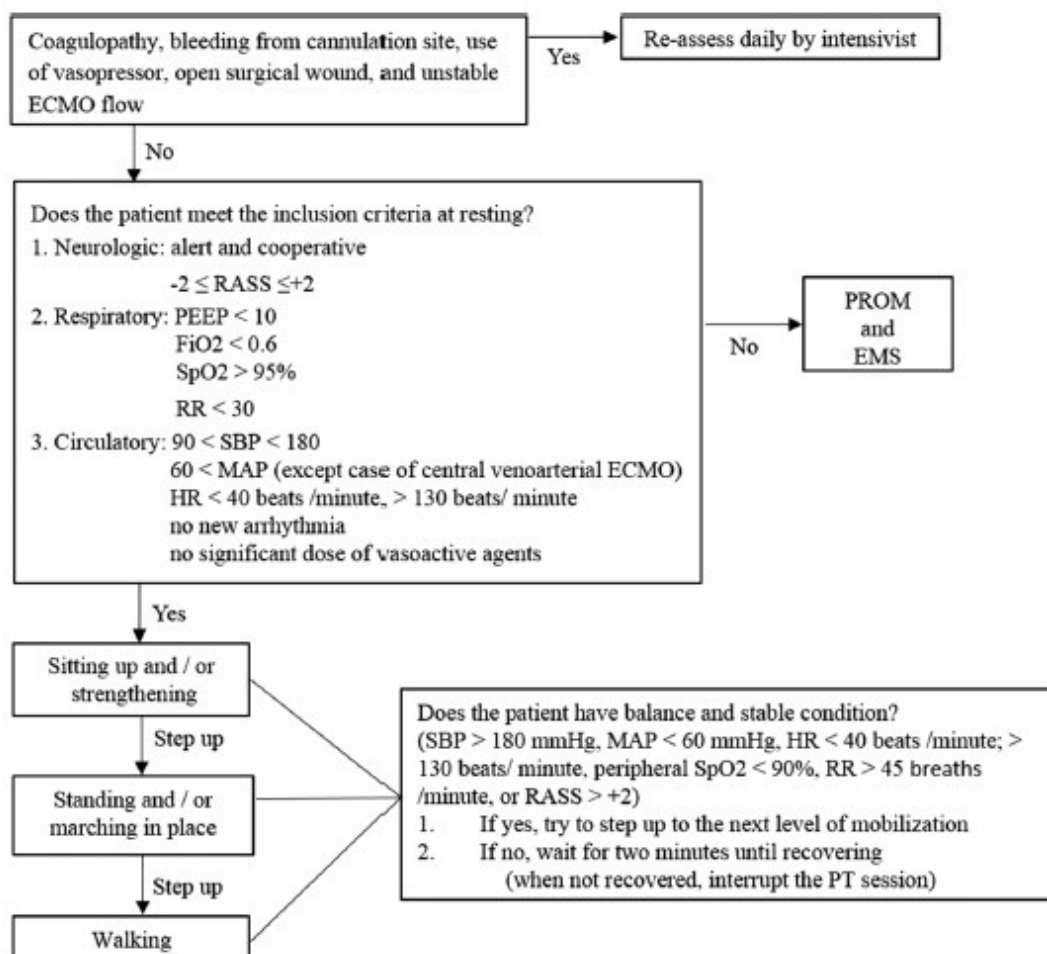
El resultado primario fue la mortalidad en la UCI. Los resultados secundarios fueron el tiempo de estancia hospitalaria y la duración de la ventilación mecánica.

Viabilidad y seguridad de la fisioterapia temprana y movilización activa de pacientes en oxigenación por membrana extracorpórea.

Ko et al. ⁽⁴⁹⁾ realizaron una investigación retrospectiva de ocho pacientes que recibieron fisioterapia mientras estaban en ECMO en el Samsung Medical Center de Corea del Sur, de mayo a diciembre del año 2013. Los pacientes fueron seleccionados por un equipo multidisciplinario de rehabilitación de la UCI compuesto por intensivistas, médicos rehabilitadores, cirujanos torácicos, fisioterapeutas, médicos de cuidados respiratorios y enfermeras de UCI.

Los criterios de inclusión para rehabilitación en ECMO fueron: paciente alerta y cooperativo, signos vitales estables (PAM > 60 mm Hg, frecuencia respiratoria inferior a 30 latidos por minuto, saturación de oxígeno arterial superior al 95%) y sitio de canulación estable. Los criterios de exclusión fueron: coagulopatía, sangrado en el sitio de canulación, uso de vasopresores, herida quirúrgica abierta y flujo ECMO inestable. El algoritmo de selección de pacientes se muestra en la **figura 8**.

Figura 8. Algoritmo para la selección de pacientes



Fuente: Ko et al ⁽⁴⁹⁾

Una vez seleccionados los candidatos el fisioterapeuta realiza una evaluación física. Por seguridad, antes del inicio de la fisioterapia, las enfermeras a cargo aseguran todas las vías intravenosas, vías arteriales y cánulas de ECMO. El especialista respiratorio aseguró el suministro adecuado de oxígeno y las condiciones respiratorias, según sea necesario; el perfusionista verificó el circuito ECMO. Durante las sesiones de fisioterapia el paciente era monitoreado constantemente.

De lunes a viernes se realizaron rondas multidisciplinarias de rehabilitación en UCI para discutir el estado físico del paciente y el progreso con la movilización. Los médicos ajustaron los medicamentos narcóticos, ansiolíticos y analgésicos, para optimizar así, el estado mental del paciente y su correcta participación en las sesiones de fisioterapia. Las enfermeras colaboraron también en las sesiones desconectando temporalmente las líneas innecesarias, manteniendo la nutrición enteral y ayudando con las movilizaciones. El

perfusionista fue el encargado de ajustar la configuración de ECMO para regular el flujo de sangre y de gas barrido según el criterio médico.

Los criterios para cancelar la sesión de fisioterapia fueron los siguientes: presión arterial sistólica > 180 mm Hg; PAM < 60 mm Hg, FC < 40 l/min y > 180 l/min; SPO₂ < 90%; FR > 45 r/min o un RASS > + 2.

Se lograron terapias o movilización para pacientes que recibieron ECMO en las siguientes condiciones:

- rango de movimiento pasivo de las extremidades y electroestimulación (EMS) en decúbito supino.
- Sentado en la cama reclinada con la cabeza y el tronco erguidos o al borde de la cama.
- Fortalecimiento con banda elástica en posición sedente.
- Levantarse de la cama o marchar en el lugar con o sin dispositivo.
- Caminar con ayuda.

VI. Resultados

Seguridad y viabilidad de la fisioterapia temprana para pacientes en ECMO: experiencia del centro médico de la Universidad de Maryland.

En el estudio de cohorte prospectivo de Wells et al ⁽⁴⁶⁾, de los 254 pacientes, 39 de ellos no recibieron intervención kinésica, de estos solo uno sobrevivió hasta el alta hospitalaria a un centro especializado. De los 48 pacientes que recibieron intervención kinésica luego de la decanulación de ECMO, sobrevivieron 15 (31,2%) que estaban en VA-ECMO y 21 (43,7) con una configuración VV-ECMO. El resto de los pacientes, 167 (77,7%) recibieron intervención kinésica mientras estaban en terapia ECMO.

Los dos grupos son similares en edad, género, tipo de soporte ECMO y ubicación de los sitios de canulación. La edad media del grupo intervención fue de 50,52 años (15,2; rango 16-83) con 103 hombres (61,7%); 87 caucásicos (52,1%) y 59 afroamericanos (35,3%). Sesenta y nueve pacientes (41,3%) fueron soportados con VA-ECMO y 98 (58,7%) con VV-ECMO. La duración media del soporte fue de 393 horas (SD, 418,6; rango 0,3-2736 h). Ciento treinta y cuatro pacientes (80,2%) que recibieron intervención kinésica tenían al menos una cánula femoral y 45 de los 69 pacientes (65,2%) en VA-ECMO tenían una canulación femoral, mientras que 44 (63,8%) presentaban una canulación femoral bilateral. En el grupo VV-ECMO, 89 (90,8%) de los 98 pacientes tenían cánulas femorales unilaterales y 22 (22,4%) presentaban una configuración bifemoral. Solo cinco pacientes (3%) tenían un catéter del tipo doble luz.

La viabilidad de movilizar pacientes con canulación femoral se demostró con la realización de un total de 243 sesiones de kinesiología (40%), incluidas actividades de pie, con dos eventos de taquicardia ventricular no sostenida para un paciente. Trece de los 30 pacientes (43,3%) que progresaron a algún tipo de bipedestación lo hicieron con canulaciones bifemorales. Ocho pacientes (4,8%) deambularon con seguridad, 5 con cánula femoral y tres con cánulas bifemorales que suman 37 sesiones. La distancia recorrida osciló entre 30 y 1000 pies (9 y 305 metros). Estos pacientes ambulatorios fueron apoyados en ECMO un mínimo de 6,7 días.

Ciento nueve pacientes (65,3%) del grupo intervención sobrevivieron al alta hospitalaria, 41 VA-ECMO (37,6%) y 68 VV-ECMO (62,4%). De este grupo de supervivencia, 26 pacientes (23,9%) fueron dados de alta al domicilio; 75 (68,8%) fueron dados de alta a un centro de rehabilitación y cuatro (3,7%) fueron a centros de rehabilitación especializados. Para el grupo que recibió terapia kinésica después de la decanulación y sobrevivieron al alta hospitalaria, solo ocho (22,6%) fueron dados de alta al domicilio, 23 (63,9%) fueron dados de alta a un centro de rehabilitación y cuatro (11,1%) a centros especializados. Durante el análisis de datos se constató que los pacientes que recibieron intervención kinésica precoz, obtuvieron una mejor puntuación en la escala de movilidad de la UCI (IMS) mientras estaban en ECMO y después de la decanulación en comparación con aquellos pacientes que solo recibieron intervención kinésica después de la decanulación, (tabla 19).

Tabla 19. Nivel más alto de función medido por la escala de movilidad de la UCI (IMS)

IMS	Descriptors	Patients Receiving PT while on ECMO Support (n = 167)		Patients Receiving PT After ECMO Support (n = 48)	
		Highest IMS on ECMO	Highest IMS After ECMO	Highest IMS on ECMO	Highest IMS After ECMO
0	Passive range of motion, dependent bed mobility	96	50	48	13
1	Exercises in bed	2	2		2
2	Passively moved to chair	0	0		0
3	Sitting at edge of bed	28	9		3
4	Standing	11	9		4
5	Transferring bed to chair	12	14		7
6	Marching in place	6	19		5
7	Walking with assistance of two or more people	7	1		0
8	Walking with assistance of one person	8	36		7
9	Walking independently with assistive device	0	27		7
10	Walking independently with no assistive device	0	0		0

Fuente: Wells et al ⁽⁴⁶⁾

Es factible y seguro brindar rehabilitación temprana a pacientes con soporte ECMO, incluidos aquellos con canulación femoral, tanto con VV-ECMO como con VA-ECMO, con un equipo multidisciplinario altamente capacitado. La rehabilitación temprana puede contribuir a la recuperación funcional de estos pacientes, teniendo mayores posibilidades de alcanzar niveles más altos de función.

Movilización precoz de pacientes que reciben oxigenación por membrana extracorpórea: un estudio de cohorte retrospectivo.

Abrams et al ⁽⁴¹⁾ analizaron 100 pacientes consecutivos en ECMO por insuficiencia respiratoria o cardíaca refractaria en la UCI a partir de abril de 2009, 26 pacientes recibieron ECMO como puente al trasplante (BTT) y 74 pacientes recibieron ECMO como puente a la recuperación (BTR). De los 100 pacientes, 35 participaron en fisioterapia activa mientras recibían apoyo con ECMO. Los datos demográficos basales de los pacientes se exponen en la **tabla 20**.

Tabla 20. Datos basales de pacientes en ECMO sometidos a fisioterapia activa en la UCI.

Datos demográficos	Total (n=35)	BTT (n=19)	BTR (n=16)
Edad (media ± SD)	45,2 ± 18,7	43,4 ± 13,2	47,4 ± 23,9
Femeninos (n, %)	20 (57)	11 (59)	9 (56)
Diagnóstico (n, %)			
CF	10 (29)	10 (53)	0
SDRA	9 (26)	NA	9 (56)
ILD	6 (17)	6 (32)	0
EPOC	6 (17)	2 (11)	4 (25)
PAH	4 (11)	1 (5)	3 (19)
APACHE II (media ± SD)	24,3 ± 7,8	20,4 ± 5,8	28,8 ± 7,5
Pre-ECMO PaO ₂ /FiO ₂ en pacientes hipoxémicos (mm Hg, media ± SD)	58,3 ± 13,1	62,0 ± 12,2	55,0 ± 13,5
Pre-ECMO PH en pacientes hipercápnicos (media ± SD)	7,21 ± 0,13	7,24 ± 0,10	7,15 ± 0,17
Pre-ECMO PaCO ₂ en pacientes hipercápnicos (media ± SD)	96,3 ± 27,2	105,5 ± 27,9	81 ± 19,3
VV-ECMO mediante catéter doble lumen (n, %)	23 (66)	14 (74)	9 (56)
VA-ECMO vía arteria subclavia y vena yugular interna (n, %)	4 (11)	3 (16)	1 (6)
Canulación femoral (n, %)	8 (23)	2 (11)	6 (38)

BTR, puente hacia la recuperación; BTT, puente al trasplante; CF, fibrosis quística; EPOC, enfermedad pulmonar obstructiva crónica; ILD, enfermedad pulmonar intersticial; NA, no aplicable; PAH, hipertensión arterial pulmonar, SD, desviación estándar.

Fuente: Abrams et al ⁽⁴¹⁾

En cuanto a la ventilación mecánica invasiva y los requerimientos de oxígeno suplementario, dos tercios de los participantes en fisioterapia se liberaron de la VMI mientras recibían ECMO. Tres pacientes fueron destetados a ningún soporte de oxígeno; diecisiete fueron apoyados con cánula nasal convencional y tres pacientes requirieron cánula nasal de alto flujo. Desde el comienzo hasta la finalización de las sesiones de fisioterapia mientras estaban en ECMO, tres pacientes tuvieron una disminución general de la cantidad de soporte ventilatorio convencional; tres pacientes requirieron más soporte y los veintinueve restantes no requirieron cambios.

La mediana de la puntuación máxima de fisioterapia alcanzada fue de 8 (IQR 2 a 8) en toda la cohorte, con una mediana de 8 en el grupo BTT y una mediana de 2 en el grupo BTR. El nivel máximo de actividad alcanzado fue el rango de movimiento asistido activo a nivel de la cama en once pacientes (32%), sentado en la cama en dos pacientes (6%), sentado en el borde de la cama en un paciente (3%), de pie en tres pacientes (9%) y deambulando en dieciocho pacientes (51%).

La mediana de sesiones de fisioterapia por paciente fue de cinco, con una mediana de 2,8 sesiones por paciente por semana. Entre los dieciocho que lograron la deambulación, la mediana de distancia caminada fue de 175 pies (IQR 37,5 a 285), un paciente BTT fue capaz de usar una bicicleta en la cama durante 4 minutos, otro paciente fue capaz de

deambular 1600 pies y de usar una bicicleta fija al lado de la cama por 25 minutos, y otro paciente puede deambular sin ayuda hasta 2800 pies al día. Un paciente con catéter ECMO venoso femoral pudo ponerse de pie con una mínima asistencia, y otro con un catéter ECMO venoso femoral pudo caminar 4 pies. Trece pacientes mejoraron su puntuación de fisioterapia mientras estuvieron en ECMO, diecinueve pacientes mantuvieron el mismo nivel de actividad y tres pacientes tuvieron una disminución en su puntuación de fisioterapia.

La duración media de ECMO en los pacientes BTT que participaron en fisioterapia activa fue de $18,7 \pm 13,2$ días. De los pacientes en BTT, 10 (53%) sobrevivieron al trasplante de pulmón, con una duración media de ECMO de $13,8 \pm 7,8$ días antes del trasplante. Permanecen vivos después del trasplante 9 de esos pacientes al momento de este informe, y un paciente falleció 29 días después del trasplante por falla multiorgánica. Todos los supervivientes al trasplante salvo uno, fueron dados de alta a su domicilio o a un centro de rehabilitación aguda. Para los pacientes que sobrevivieron hasta el alta, la duración media de la estancia hospitalaria post trasplante fue de $33,6 \pm 10,9$ días.

La duración media de ECMO en el grupo BTR fue de $9,1 \pm 2,6$ días, con un 88% de supervivencia a la decanulación y posterior alta. Todos menos uno de los supervivientes de BTR fueron dados de alta directamente a su domicilio o a un centro de rehabilitación aguda. En este grupo la duración media de la estancia hospitalaria tras la decanulación con ECMO fue de $17,9 \pm 17,2$ días.

No hubo complicaciones con ningún paciente o con el circuito como resultado de la sesiones de fisioterapia a las que fueron sometidos.

Se puede realizar fisioterapia activa, incluida la movilización temprana, en pacientes que reciben ECMO. Los avances en la tecnología y un enfoque multidisciplinar facilitan la implementación segura y confiable de dicha intervención, incluso en pacientes gravemente enfermos.

La rehabilitación temprana durante la oxigenación por membrana extracorpórea tiene un impacto mínimo en los parámetros fisiológicos: un ensayo piloto controlado aleatorizado.

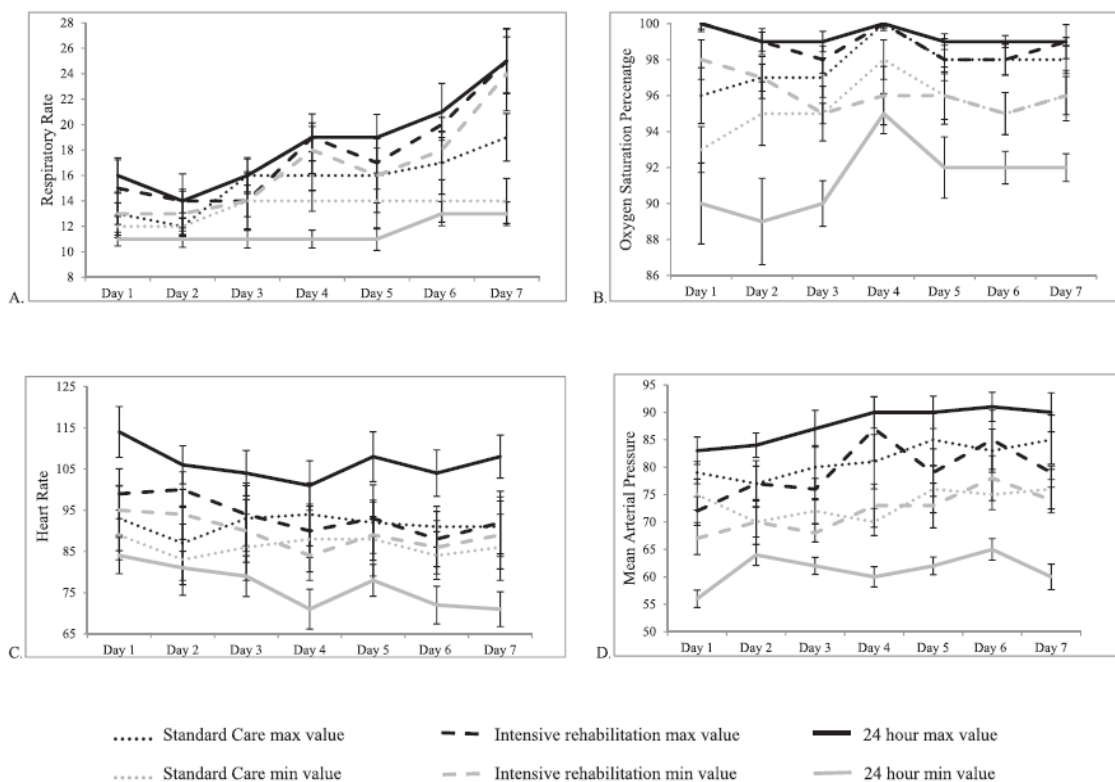
Hayes et al ⁽³⁶⁾ analizaron durante un período de 6 meses, un total de 44 pacientes que se sometieron a soporte ECMO, 41 de los cuales cumplieron con los criterios de inclusión. El tiempo medio de reclutamiento fue de 37 horas (IQR 27-47 hs), luego del inicio de ECMO. Todos los pacientes tenían al menos un vaso femoral canulado para ECMO y, 13 de 15 (87%) tenían canulación bifemoral.

No hubo diferencia entre los dos grupos en lo que respecta a parámetros tanto respiratorios como hemodinámicos. Tanto el flujo ECMO como el de gas fresco y el mezclador de FiO₂ no se ajustaron en ninguna de las sesiones de fisioterapia de atención estándar.

Los valores mínimo y máximo para cada uno de los parámetros respiratorios y hemodinámicos primarios se registraron fuera de las sesiones de rehabilitación o atención estándar, (figura 9). Los únicos parámetros fisiológicos asociados con el nivel más alto de movilidad (IMS) fueron la frecuencia respiratoria y el volumen corriente máximo durante la fisioterapia. Los niveles más altos de movilidad también se asociaron con dosis más bajas de noradrenalina, menos sedación, una mayor duración del ejercicio y un menor flujo de gas fresco ECMO. El nivel de sedación para los dos grupos fue alto durante los siete días de estudio.

El grupo de rehabilitación intensiva temprana pasó más tiempo haciendo ejercicio por sesión que el grupo de atención estándar (media 28,7 minutos [error estándar = 2,5]) versus 4,2 minutos [error estándar = 2,2]. Tres pacientes (43%) del grupo de rehabilitación intensiva, versus ninguno de atención estándar se movilizaron fuera de la cama mientras estaban en ECMO, los cambios respiratorios y hemodinámicos durante la rehabilitación fuera de la cama fueron mínimos.

Figura 9. Cambios en los parámetros respiratorios y hemodinámicos durante la fisioterapia en los 7 días.



(A) Frecuencia respiratoria. (B) Porcentaje de saturación de oxígeno periférico. (C) Frecuencia cardíaca. (D) Presión arterial media en mm Hg.

Fuente: Hayes et al ⁽³⁶⁾

Los pacientes del grupo de rehabilitación intensiva lograron ponerse de pie antes que los pacientes del grupo de atención estándar. No hubo diferencias en el tiempo para alcanzar otros hitos de movilidad, los días en la UCI, los días en el hospital, o en la duración de la ventilación mecánica. No hubo eventos adversos relacionados con la rehabilitación intensiva ni con la estándar y ninguna de las sesiones fue interrumpida o cancelada por motivos de seguridad.

La rehabilitación intensiva temprana de los pacientes en ECMO tuvo un efecto mínimo sobre los parámetros respiratorios y hemodinámicos o sobre la configuración de ECMO. Los pequeños cambios en los parámetros fisiológicos que ocurrieron durante las sesiones de rehabilitación fueron menores que los observados fuera de ellas. El momento, la duración, la frecuencia y la intensidad ideales en la rehabilitación siguen sin estar claros, sin embargo, el efecto positivo sobre los hitos de movilidad es prometedor.

Efectos de un programa de fisioterapia en pacientes con oxigenación por membrana extracorpórea veno-venosa: experiencia de 8 años en un solo centro.

De los 101 pacientes seleccionados en forma consecutiva por Bonizzoli et al ⁽⁴⁸⁾, 26 fallecieron en la UCI (25,7%). En comparación con los que no sobrevivieron, los pacientes que sobrevivieron mostraron un IMC significativamente más alto (P= 0,0040) y un periodo más corto de soporte ECMO (P=0,012). La cánula de doble luz se implantó con mayor frecuencia en los sobrevivientes (P= 0,001) que también mostraron una mayor incidencia de infección H1N1 (P= 0,048), como se ve en la **tabla 21**.

Para evaluar mejor el tiempo, desde el inicio de ECMO hasta la primera sesión de fisioterapia, se comparó pacientes que iniciaron fisioterapia dentro de la primera semana desde el implante de ECMO y los que la iniciaron posteriormente, (tabla 22). La fisioterapia temprana (dentro de la primera semana) se inició con mayor frecuencia en pacientes con un IMC más bajo (P= 0,013), una puntuación SAPS II mas alta (P= 0,006) y con fibrosis quística (P= 0,045) y se asoció con una menor duración de apoyo ECMO (P= 0,03), de ventilación mecánica (P= 0,001) y tiempo de estancia (P= 0,001). El tipo de canulación (femoro-femoral vs cánula de doble luz) no influyó en la fisioterapia temprana. La mortalidad en la UCI no fue diferente entre los dos subgrupos.

Tabla 21. Comparación entre pacientes sobrevivientes y no, sometidos a fisioterapia.

	Survivors 75 patients	Not survivors 26 patients	
Age	49.5±15	53±13	0.300#
BMI	30.1±8	25.5±15.5	0.006#
PreECMO mechanical ventilation (days, median, IQR)	24 (12-72)	48 (12-96)	0.775&
SOFA (median IQR)	10 (9-13)	10 (9-12.5)	0.625&
SAPS II (median IQR)	41 (24-56)	39.5 (29.75-55.5)	0.696&
<i>Causes of lung injury</i>			0.124*
Primary (n.)			0.048*
H1N1	67 (89%)	17 (65%)	
Bacterial	34 (45%)	3 (12%)	
Other	23 (31%)	10 (65%)	
Secondary (n.)	10 (13%)	4 (15%)	0.877*
Shock	13 (17%)	4 (15%)	
Trauma	5 (7%)	2 (8%)	
Cystic Fibrosis	3 (4%)	1 (4%)	
Cystic Fibrosis	5 (7%)	1 (4%)	
<i>Type of cannulation</i>			
femoro-femoral	7 (9%)	12 (46%)	0.001*
Dual lumen cannula	68 (91%)	14 (54%)	
ECMO (days) (median, IQR)	9.5 (11-26)	18 (10-31)	0.012&
MV (days) (median, IQR)	16 (11-26)	24.5 (10.75-38)	0.112&
LOS (days) (median, IQR)	21 (15-31)	48 (11.5-39)	0.732&
Physio start (days) (median, IQR)	12 (7-18)	8 (5-19)	0.481&
Physio duration (days)	6 (3-10)	5.5 (3-11.25)	0.868&

BMI: Body Mass Index; SAPS II: simplified acute physiology score; SOFA: simplified organ failure assessment; ECMO: extracorporeal membrane oxygenation; MV: mechanical ventilation; ICU: intensive care unit; LOS: length of stay; IQR: interquartile range.
#Student's *t*-test; &Kruskal Wallis; * χ^2 .

Fuente: Bonizzoli et al. ⁽⁴⁸⁾

Tabla 22. Tiempo desde el inicio de ECMO hasta la primera sesión de fisioterapia.

	Within the first week N.=33	After the first week N.=68	
Age	51±15	50±14	0.577 [#]
BMI	25.9±6	30.5±8	0.013 [#]
PreECMO mechanical ventilation	48 (18-96)	24 (12-72)	0.942 ^{&}
SOFA	10 (9-12)	10 (9-13)	0.366 ^{&}
SAPS II	31 (24-49.5)	44 (37.5-61)	0.006 ^{&}
<i>Causes of lung injury</i>			0.043 [*]
Primary (N.)	25 (78%)	59 (87%)	0.009 [*]
H1N1	7 (21%)	30 (44%)	
Bacterial	16	17 (25%)	
Other	2 (6%)	12 (18%)	
Secondary (N.)	8 (24%)	15 (22%)	0.045 [*]
Shock	1 (3%)	6 (9%)	
Trauma	2 (6%)	2 (3%)	
Cystic Fibrosis	5 (15%)	1 (1.5%)	
<i>Type of cannulation</i>			
femoro-femoral	6 (18%)	13 (19%)	0.910 [*]
Dual lumen cannula	27 (82%)	55 (81%)	
ECMO (days) (median, IQR)	7 (2.5-13.5)	11 (8.75-22)	0.030 ^{&}
MV (days) (median, IQR)	11 (5-17.75)	23 (13.75-33,25)	0.000 ^{&}
LOS (days) (median, IQR)	12 (7.25-21)	25 (18.75-36,25)	0.001 ^{&}
In-ICU mortality	12	14	0.088 [*]

BMI: body mass index; SAPS II: simplified acute physiology score; SOFA: simplified organ failure assessment; ECMO: extracorporeal membrane oxygenation; MV: mechanical ventilation; ICU: intensive Care Unit; LOS: length of stay; IQR: interquartile range.
[#]Student's *t*-test; [&]Kruskal Wallis; ^{*} χ^2 .

Fuente: Bonizzoli et al. ⁽⁴⁸⁾

En este estudio el IMC fue un predictor independiente de mortalidad en UCI (OR 0,899, 95% CI 0,823-0,981, P= 0,017).

Las puntuaciones de la escala de movilidad en UCI (IMS), (tabla 23), en la primera sesión y al alta. En la primera sesión 66 pacientes (65,3%) podían realizar ejercicios en la cama, mientras que al alta 28 (37,3%), podían participar activamente en la fisioterapia. No se observaron complicaciones relacionadas con el paciente o con el circuito como resultado de las sesiones de fisioterapia. Todos los pacientes sobrevivientes fueron trasladados a una unidad de rehabilitación.

Tabla 23. Escala de movilidad en la UCI

	At first physiotherapy session 101 patients	At discharge 75 patients
0 Passive range of motion, dependent bed mobility	35 (34.6%)	
1 Exercises in bed	66 (65.3%)	20 (26.6%)
2 Passively moved to chair		15 (20%)
3 Sitting at edge of bed		13 (17.3%)
4 Standing		8 (10.6%)
5 Transferring bed to chair		9 (12%)
6 Marching in place		10 (13.3%)
7 Walking with assistance of two or more people		
8 Walking with assistance of one person		

Fuente: Bonizzoli et al. ⁽⁴⁸⁾

Los principales hallazgos de esta investigación, realizada sobre 101 pacientes con SDRA grave en VV-ECMO, son los siguientes: 1) la fisioterapia es factible y segura; 2) la fisioterapia temprana, iniciada dentro de la primera semana desde el inicio de ECMO, se asocia con una duración más corta del soporte de ECMO, la ventilación mecánica y en la duración de la estancia en UCI.

La población estudiada incluye pacientes ECMO con insuficiencia respiratoria aguda de diferentes etiologías (desde influenza hasta fibrosis quística) reflejando así el mundo real en un centro de referencia ECMO.

Viabilidad y seguridad de la fisioterapia temprana y movilización activa de pacientes en oxigenación por membrana extracorpórea.

Ko et al. ⁽⁴⁹⁾ investigaron retrospectivamente a 8 pacientes en ECMO de mayo a diciembre de 2013. Las características de los pacientes seleccionados se resumen en la **tabla 24**.

Tabla 24. Perfil de los pacientes que recibieron fisioterapia y movilización temprana.

Diagnosis	Gender/Age	Aim of ECMO	ECMO Type	Drainage Cannula	Return Cannula	Number of PT Sessions	Highest PT Level
ILD, dermatomyositis	Male/54	Bridge to lung transplantation	Venovenous	Femoral vein	Jugular vein	13	EMS and PROM
IPF	Male/64	Bridge to recovery	Venovenous	Femoral vein	Jugular vein	20	Standing
IPF	Male/60	Bridge to lung transplantation	Venovenous	Femoral vein	Jugular vein	1	Standing
Necrotizing pneumonia	Male/66	Bridge to recovery	Venovenous	Femoral vein	Jugular vein	3	Walking
IPF	Male/65	Bridge to lung transplantation	Venovenous	Femoral vein	Jugular vein	5	Standing
IPF	Male/61	Bridge to lung transplantation	Venovenous	Femoral vein	Jugular vein	10	Sitting
ILD	Male/50	Bridge to recovery	Venovenous	Femoral vein	Jugular vein	3	Sitting
DCMP	Female/34	Bridge to heart transplantation	Venoarterial	Chest (right atrium)	Chest (ascending aorta)	7	Sitting

ILD, enfermedad pulmonar intersticial; IPF, fibrosis idiopática pulmonar; DCMP, miocardiopatía dilatada; PT, fisioterapia; EMS, electroestimulación muscular; PROM, rango de movimiento pasivo.

Fuente: Ko et al. ⁽⁴⁹⁾

La edad media de los sujetos fue de $56,7 \pm 10,7$ años. Había siete hombres y una mujer. Se incluyeron un total de siete VV-ECMO y un VA-ECMO. De un total de 62 sesiones, 31 (50%) se realizaron mediante PROM de extremidades y EMS en decúbito supino, 17 sesiones (27,4%) se realizaron sentado en la cama con la cabeza y el tronco erguidos o en el borde de la cama, 2 sesiones (3,2%) fueron para fortalecimiento con banda elástica en posición sedente, 11 sesiones (18%) se realizaron para pacientes que estaban de pie o

marchando en el lugar con o sin dispositivo de bipedestación, 1 sesión (2%) se llevó a cabo para pacientes que caminaban con ayuda.

La tasa de flujo sanguíneo de ECMO fue mayor durante la fisioterapia que antes de esta. Sin embargo, la tasa de flujo de gas barrido de ECMO no fue diferente antes de la fisioterapia en comparación con la tasa durante las sesiones, estos parámetros, los eventos de seguridad y otras características de los pacientes sometidos a terapia ECMO se exponen en las **tablas 25 y 26**. Ocho de las sesiones (13%) de sentarse en la cama con la cabeza y tronco erguido o en el borde de la cama fueron sostenidos con ventilación mecánica invasiva mientras estaban en ECMO.

Se realizaron 54 sesiones (87%) con vía arterial, 14 sesiones (23%) con vía central y 26 sesiones (42%) con sonda torácica. Se interrumpieron tres sesiones (5%) por taquicardia (132 l/min) y dos por taquipnea (46 y 47 r/min) respectivamente

Tabla 25. Ajustes de ECMO, soporte respiratorio y otras características de los pacientes que recibieron fisioterapia y movilización temprana.

	Total (Session = 62)	Passive PT (Session = 31)	Mobilization (Session = 31)
ECMO setting (LPM)			
Blood flow before PT	2.93±0.93	3.50±0.80	2.36±0.65
During PT	3.02±0.90	3.50±0.80	2.53±0.71
Sweep gas flow before PT	4.89±1.78	6.16±1.12	3.62±1.37
During PT	4.90±1.78	6.16±1.12	3.64±1.39
Respiratory support			
Tracheostomy (%)	10 (16.0%)	3 (4.8%)	7 (11.2%)
Endotracheal tube (%)	1 (1.6%)	0 (0.0%)	1 (1.6%)
Room air (%)	13 (21.0%)	1 (1.6%)	12 (19.4%)
Conventional nasal cannula (%)	24 (38.7%)	16 (25.8%)	8 (12.9%)
High flow nasal cannula (%)	14 (22.6%)	11 (17.7%)	3 (4.8%)
Lines and tubes			
Arterial line (%)	54 (87.1%)	31 (50.0%)	23 (37.0%)
Central venous line (%)	14 (22.6%)	2 (3.2%)	12 (19.3%)
Chest tube (%)	26 (41.9%)	16 (25.8%)	10 (16.0%)

Pt: fisioterapia.

Fuente: Ko et al. ⁽⁴⁹⁾

Tabla 26. Fisioterapia en pacientes con soporte ECMO, signos vitales y eventos de seguridad durante las sesiones.

	Received PT Sessions					
	Total	EMS and PROM	Sitting	Strengthening (Elastic Band)	Standing or Marching in Place	Walking
Number of sessions	62	31 (50%)	17 (27.4%)	2 (3.2%)	11 (18%)	1 (2%)
Vital signs after PT						
Systolic blood pressure (mm Hg)	130.4±24.7	121.6±21.6	136.7±31.3	135.5±32.3	143.3±43.1	181
Arterial oxygen saturation (%)	94.9±4.9	94±4.9	97.31±7.3	91±4.2	94.4±4.4	100
Respiratory rate (per minute)	24.9±4.9	21.2±1.2	26.3±6.3	34±4.2	30.9±0.9	28
Heart rate (per minute)	100.9±0.9	97.1±7.1	106.5±6.5	108±0.8	106.2±6.2	57
PT interruption	0	0	0	0	3 (5%)	0
Causes						
Tachycardia	0	0	0	0	1 (2%)	0
Tachypnea	0	0	0	0	2 (3%)	0

Pt: fisioterapia.

Fuente: Ko et al. ⁽⁴⁹⁾

Se han realizado 31 sesiones de movilización incluyendo sentarse, fortalecer, pararse o marchar en el lugar y caminar, sin ningún evento adverso grave. Solo tres eventos potenciales de seguridad (5%), una taquicardia y dos taquipneas, ocurrieron durante la marcha o la marcha en el lugar, pero se recuperaron en los dos minutos posteriores a la interrupción de las sesiones de fisioterapia.

Los avances en la tecnología de cánulas y circuitos extracorpóreos han hecho que la terapia ECMO sea más segura para ayudar a estos pacientes durante periodos prolongados de tiempo. Al igual que los pacientes en UCI, los pacientes en ECMO también pueden beneficiarse de la movilización y la rehabilitación.

VII. Conclusiones

La rehabilitación en pacientes críticamente enfermos, internados en la UCI, ha demostrado ser factible y segura. La intervención kinésica en pacientes con SDRA que se encuentran en ECMO, no es la excepción, y si bien a priori es más compleja, debido a las características propias de la terapia, tanto a nivel de equipamiento, como en el abordaje de los pacientes, que se encuentran con cánulas endovasculares en grandes vasos,

dificultando la movilidad y el posicionamiento de estos; hoy en día, gracias a los continuos avances en cuanto a la tecnología extracorpórea y a las nuevas técnicas de canulación, se pudo corroborar que la intervención kinésica en este tipo de pacientes, no solo es segura y factible, sino que además muchos de los estudios analizados, recomiendan implementarla lo antes posible, ya que una intervención kinésica precoz, se asoció con una reducción de los días en la terapia ECMO, como así también los de ventilación mecánica y en consecuencia, con los días de estancia en la UCI.

Los hallazgos en esta revisión bibliográfica, evidencian que los efectos de la intervención kinésica, son beneficiosos para los pacientes, además de seguros y factibles de realizar. También se recomienda su implementación en un entorno adecuado y con la intervención de un grupo multidisciplinar de profesionales de la salud (médicos intensivistas, enfermeras de UCI, perfusionistas y kinesiólogos intensivistas) capacitados para este tipo de intervenciones.

Si bien, el número de efectos adversos o complicaciones surgidos del análisis de estos estudios fue menor, no deben subestimarse y se debe estar preparado para poder actuar ante la aparición de cualquier tipo de inconveniente que ponga en riesgo la salud del paciente.

La mayoría de la bibliografía citada para este trabajo, coincide en que, si bien aún faltan estudios que demuestren claramente el momento y la frecuencia de la intervención kinésica, se considera que, en pacientes con SDRA que se encuentren en terapia ECMO, la intervención es beneficiosa, factible y segura de realizar. Que el momento de inicio, la frecuencia y la duración de las sesiones de rehabilitación deben ser consensuadas entre todos los actores del equipo multidisciplinar tratante y que estas estarán supeditadas al estado actual del paciente.

Esta intervención deben de llevarla a cabo kinesiólogos/as especializados en esta terapia, acompañados de un equipo multidisciplinar que garantice un adecuado manejo y una monitorización constante del paciente.

VIII. Bibliografía

1. Gordo-Vidal F, Enciso-Calderón V. Acute respiratory distress syndrome, mechanical ventilation and right ventricular function. *Medicina Intensiva*. 2012; 138 42(36).
2. ARDS Definition Task Force, Ranieri M, Rubenfeld GD, Thompson BT, Ferguson ND, Caldwell E, Fan E, Camporota L, Slutsky AS. Acute respiratory distress syndrome: the Berlín Definition. *JAMA journal of the American Medical Association*. 2012; 307(23).
3. Grupo de trabajo ECMO de la Sociedad Chilena de Medicina Intensiva. Protocolo operativo para ECMO veno-venoso. *Revista Chilena de Medicina Intensiva*. 2015; 30(2).
4. Bruhn A, Buggedo G. Ventilación mecánica en síndrome de dificultad respiratoria aguda. En: Chiappero G, Ríos F, Setten M. *Ventilación Mecánica Libro del comité de Neumonología crítica de la SATI*. 3rd ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana; 2018. p. 221-238.
5. Fan E, Del Sorbo L, Goligher EC, Hodgson CL, Munshi L, Walkey AJ, et al. An Official American Thoracic Society/European Society of Intensive Care Medicine/Society of Critical Care Medicine Clinical Practice Guideline: Mechanical Ventilation in Adult Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017; 195(9):1253-1263.
6. Aoyama H, Pettenuzzo T, Aoyama K, Pinto R, Englesakis M, et al. Association of Driving Pressure With Mortality Among Ventilated Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Crit Care Med*. 2018; 46(2): 300-306.
7. Fredes S, Tiribelli N, Setten M, Rodríguez La Moglie R, Plotnikow G, Bezzi M, Gogniat E. Definición del rol y las competencias del kinesiólogo en la Unidad de Cuidados Intensivos. *Revista Argentina de Terapia Intensiva*. 2018; 35(4).
8. Gómez-Caro A, Badia JR, Ausin P. Asistencia respiratoria extracorpórea en la insuficiencia respiratoria grave y el SDRA. Situación actual y aplicaciones clínicas. *Archivos de Bronconeumología*; 2010; 46(10): 531-537.
9. Combes A, Pesenti A, Ranieri M. FIFTY YEARS OF RESEARCH IN ARDS. Is Extracorporeal Circulation the Future of Acute Respiratory Distress Syndrome

- Management? *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2017; 195(9).
10. Matthay MA, Ware LB, Zimmerman GA. The acute respiratory distress syndrome. *J Clin Invest* 2012; 122: 2731-40
 11. Cardinal-Fernández P, Correger E, Villanueva J, Ríos F. Distrés respiratorio agudo: del síndrome a la enfermedad. *Medicina Intensiva*. 2016; 40(3): 169-175
 12. Huppert L, Matthay M, Ware L. Pathogenesis of Acute Respiratory Distress Syndrome. *Semin Respir Crit Care Med*. Febrero de 2019; 40 (1): 31–39. doi: 10.1055 / s-0039-1683996
 13. De Luis Cabezón N, Sánchez Castro I, Bengoetxea Uriarte UX, Rodrigo Casanova MP, García Peña JM, Aguilera Celorrio L. Acute respiratory distress syndrome: A review of the Berlín Definition. *Revista Española de Anestesiología y Reanimación*. 2014; 61.
 14. Ashbaugh DG, Bigelow DB, Petty TL, Levine BE. Acute respiratory distress in adults. *Lancet*. 1967; 2:319-23.
 15. Murray JF, Matthay MA, Luce JM, Flick MR. An expanded definition of the adult respiratory distress syndrome. *Am Rev Respir Dis*. 1988; 138:720-3.
 16. Carrillo-Esper R, Sánchez-Zúñiga MJ, Medveczky-Ordoñez N, Carrillo-Córdova DM. Evolución de la definición del síndrome de insuficiencia respiratoria aguda. *Med. Int. Méx*. 2018; 34(4): 594-600.
 17. Estenssoro E, Dubin A. Síndrome de distrés respiratorio agudo. *Medicina (Buenos Aires)* 2016; 76: 235-241.
 18. Bustamante C, Salvador N, Manque J, Pardo M, Vergara V, Catalán F, Torres A, Cisternas S, Sánchez P, Riquelme S, Rodríguez S. Síndrome de Distrés Respiratorio Agudo. [Online]; 2020 [citado 31 10 2021]. Disponible en: <https://kinesiologia.uc.cl/wp-content/uploads/2020/07/wiki-01-CR.pdf>
 19. Bellani G, Laffey JG, Pham T, et al. Epidemiology, patterns of care, and mortality for patients with acute respiratory distress syndrome in intensive care units in 50 countries. *JAMA*. 2016; 315(8):788-800.
 20. Turner DA, Cheifetz IM. Extracorporeal membrane oxygenation for adult respiratory failure. *Respir Care*. 2013 Jun; 58(6):1038-52.

21. Díaz R, Antonini M, Orrego R, Abrams D. A propósito COVID-19. ECMO en el adulto: Oxigenación por membrana extracorpórea. ¿A quién, cómo y cuándo? *Rev Med Chile*. 2020; 148: 349-361.
22. Fernández-Mondéjar E, Fuset-Cabanes M.P, Grau-Carmona T, López-Sánchez M, Pañuelas O, Pérez-Vela J.L, Pérez-Villares J.M, Rubio-Muñoz J.J, Solla-Buceta M. Empleo de ECMO en UCI. Recomendaciones de la Sociedad Española de Medicina Intensiva Crítica y Unidades Coronarias. *Medicina Intensiva*. 2019; 43(2): 108-120.
23. Frenckner B. Extracorporeal membrane oxygenation: a breakthrough for respiratory failure. (review). *J Intern Med*. 2015; 278: 586-598.
24. XII Conferencia de Expertos de la SOCMIC 2017. La ECMO en las UCI de Cataluña. *Societat Catalana de Medicina Intensiva i Critica*. Barcelona; 2017; 13(11): 08-26.
25. Makdisi G, Wang, I. Extra Corporeal Membrane Oxygenation (ECMO) review of a lifesaving technology. *Journal Of Thoracic Disease*. 2015; 7 (7): 166-176.
26. Torres S, Astoul Bonorino C, Siaba Serrate A. Oxigenación por Membrana Extracorpórea. En: *Ventilación Mecánica en Pediatría*. Libro del comité de Neumonología crítica de la SATI. 3rd ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana; 2018. p. 365-381.
27. San Roman E, Venuti M, Ciarrocchi N, Fernández Ceballos I, Gogniat E, Villaroel S, Carini F, Giannasi S. Implementación y resultados de un nuevo programa de ECMO para trasplante de pulmón y distrés respiratorio agudo. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2015; 27 (2):134-140.
28. Abrams D, Combes A, Brodie D. Extracorporeal Membrane Oxygenation in Cardiopulmonary Disease in Adults. *J Am Coll Cardiol*. 2014; 63 (25): 2769-78.
29. Meng M, Bachetta M, Spellman J. Anesthetic Management of the Patient with Extracorporeal Membrane Oxygenator Support, Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology. 2017; 5 (17): 227-236.
30. Asenjo García M, Goitiz K. Soporte Vital Extracorpóreo. Oxigenación por membrana extracorpórea. ECMO. *Revista Española de perfusión*. 2017; 62.
31. Morozovsky V, Di Yelsi S. Rehabilitación en el paciente con soporte vital extracorpóreo como puente al trasplante pulmonar. En: Bezzi M, Fredes S, Gogniat E. Programa de Actualización en Kinesiología Intensivista (PROAKI). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2021: 1-25.

32. De Asúa I, Setten M, Triulzi B. Sistemas de oxigenación extracorpórea en la insuficiencia respiratoria aguda. En: Bezzi M, Fredes S, Gogniat E. Programa de Actualización en Kinesiología Intensivista (PROAKI). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2021: 2-3.
33. Álvarez Méndez B, Iglesias Fraga B. Guía de manejo y cuidados de enfermería al paciente portador de ECMO. [Online];2017[citado 02 01 2022]. Disponible en: http://www.hca.es/huca/web/enfermeria/html/f_archivos/Protocolo%20ECMO.pdf
34. Paden M, Rycus P, Thiagarajan R. Update and outcomes in extracorporeal life support. *Seminars in Perinatology* 38. 2014; 65-70.
35. Castellanos-Ortega Á, Rothen H, Franco N, Rayo L, Martín-Loeches I, Ramírez P. Formación en Medicina Intensiva. Un reto a nuestro alcance. *Med. Intensiva* 2014; 38(5): 305-310.
36. Hayes K et al. Early rehabilitation during extracorporeal membrane oxygenation has minimal impact on physiological parameters: A pilot randomised controlled trial. *Australian Critical Care*. 2020.
37. Midley A, Santini M. Debilidad Adquirida del Paciente Crítico. *Syllabus*. 2015; 32(3): 26-28.
38. Thomas S, et al. Health-related quality of life, participation, and physical and cognitive function of patients with intensive care unit-acquired muscle weakness 1 year after rehabilitation in Germany: the GymNAST cohort study. *BMJ Open*. 2018; 8:e020163.
39. González Seguel F. Movilidad Temprana en UCI. Equipo de Kinesiología y Terapia Respiratoria del Centro del Paciente Crítico. *Clínica INDISA*. 2015.
40. Via Clavero M, et al. Evolución de la fuerza muscular en pacientes críticos con ventilación mecánica invasiva. *Enfermería Intensiva*. 2013; 24(4): 155-166.
41. Abrams et al. Early mobilization of patients receiving extracorporeal membrane oxygenation: a retrospective cohort study. *Critical Care*. 2014; 18:R38.
42. Coronel de Lima Lages N, Tavares Timenetsky K, en nombre del comité COVID-19 de ASSOBRAFIR. Recomendaciones para la actuación de fisioterapeutas en casos de oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO). *ASSOBRAFIR Ciencia*. 2020; (supl. 1): 161-173.

43. Aleef MCM, Labib A. Early mobilization and ICU rehabilitation of ECMO patients. Qatar Medical Journal, 4th Annual ELSO-SWAC Conference Proceedings. 2017:71 <http://dx.doi.org/10.5339/qmj.2017.swacelso.71>
44. Sanjay D, et al. Long-term complications of critical care. Crit Care Med. 2011. Vol. 39, N°2.
45. Jiménez Juliao A, et al. Movilización segura del paciente en estado crítico: una perspectiva desde la fisioterapia. Rev Col Med Fis Rehab. 2015; 25(1); 41-52.
46. Wells C, Forrester J, Voguel J, Rector R, Tabatabai A, Herr D. Safety and Feasibility of Early Physical Therapy for Patients on Extracorporeal Membrane Oxygenator. Critical Care Medicine. 2017. doi:10.1097/CCM.0000000000002772
47. Carini F. Paquete de medidas ABCDFE en UTI (A-F Bundle) [Internet]. Hospital Italiano de Buenos Aires. 2018 [citado 16 febrero 2022]. Disponible en: https://www.fcchi.org.ar/abcdef_argentina/
48. Bonizzoli M, et al. Effects of a physiotherapeutic program in patients on veno-venous extracorporeal membrane oxygenation: 8-year single-center experience. Minerva anesthesiologica. 2019; 85(9): 989-94.
49. Ko Y, Cho YH, Park YH, Lee H, Suh GY, Yang JH, Park CM, Jeon K, Chung CR. Feasibility and Safety of Early Physical Therapy and Active Mobilization for Patients on Extracorporeal Membrane Oxygenation. ASAIO J. 2015.

