

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA
FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS BIOMÉDICAS
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA

**“EFECTIVIDAD DE LA PRONACIÓN EN LA DISMINUCIÓN DE LA VENTILACIÓN
MECÁNICA PROLONGADA EN NEONATOS CON SÍNDROME DE DIFICULTAD
RESPIRATORIA AGUDA NEONATAL (SDRAN) DEL HOSPITAL INFANTIL DE
ESPECIALIDADES DE CHIHUAHUA”**

POR:
ANA SILVIA LÓPEZ IGLESIAS

TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:
ESPECIALIDAD EN PEDIATRÍA MÉDICA

CHIHUAHUA, CHIH., MEXICO.

DICIEMBRE DE 2025



Universidad Autónoma de Chihuahua
Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas
Secretaría de Investigación y Posgrado



La tesis **"EFECTIVIDAD DE LA PRONACIÓN EN LA DISMINUCIÓN DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA PROLONGADA EN NEONATOS CON SÍNDROME DE DIFICULTAD RESPIRATORIA AGUDA NEONATAL (SDRAN) DEL HOSPITAL INFANTIL DE ESPECIALIDADES DE CHIHUAHUA"** que presenta **ANA SILVIA LÓPEZ IGLESIAS**, como requisito parcial para obtener el grado de: **ESPECIALIDAD EN PEDIATRÍA MÉDICA** ha sido revisada y aprobada por la Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas

DR. OSCAR AGUIRRE BARRERA
Encargado del Despacho de la
Secretaría de Investigación y Posgrado
Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas
Universidad Autónoma de Chihuahua

DR. GILBERTO MOLINA TERRAZAS
Jefe de Enseñanza e Investigación
Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua

DR. VÍCTOR MANUEL CARRILLO RODRÍGUEZ
Profesor Titular de la Pediatría Médica
Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua

DR. VÍCTOR MANUEL CARRILLO RODRÍGUEZ
Director de Tesis
Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua

M. en C. DR. MARTÍN CISNEROS CASTOLO
Asesor
Profesor Académico asociado A
Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas
Universidad Autónoma de Chihuahua

Se certifica, bajo protesta de decir verdad, que las firmas consignadas al pie del presente documento son de carácter original y auténtico, correspondiendo de manera inequívoca a los responsables de las labores de dirección, seguimiento, asesoría y evaluación, en estricta conformidad con lo dispuesto en la normativa vigente de esta institución universitaria.

“Efectividad de la pronación en la disminución de la ventilación mecánica prolongada en neonatos con síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN) del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua”

Resumen

El síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN) es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en las unidades de cuidados intensivos neonatales. A pesar de los avances terapéuticos y tecnológicos, continúa siendo un reto para la supervivencia y evolución clínica de los recién nacidos.

Entre las estrategias de soporte respiratorio, la posición prona ha mostrado beneficios en adultos y pacientes pediátricos, aunque la evidencia en neonatos sigue siendo limitada.

En esta población, las intervenciones tempranas y no invasivas adquieren especial relevancia, ya que mejoran el intercambio gaseoso, disminuyen complicaciones asociadas a la ventilación mecánica y favorecen mejores desenlaces.

Integrar medidas sencillas, seguras y reproducibles dentro de los protocolos de manejo puede tener un impacto significativo en los pacientes más vulnerables.

Se plantea que la posición prona podría reducir la duración de la ventilación mecánica y mejorar los parámetros gasométricos en neonatos con SDRAN.

Se realizó un estudio observacional, ambispectivo y comparativo que incluyó 40 expedientes de recién nacidos con diagnóstico de SDRAN atendidos en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua entre 2017 y 2021.

Los pacientes se dividieron en dos grupos: aquellos manejados con posición prono y un grupo control.

Se evaluaron variables sociodemográficas, clínicas, gasométricas y la duración de la ventilación mecánica con el objetivo de determinar la asociación entre el uso de la posición prono y la evolución respiratoria de los neonatos.

Palabras clave: Insuficiencia respiratoria, Oxigenación, Reclutamiento alveolar, Recién nacido, neonatología

“Effectiveness of Prone Positioning in Reducing Prolonged Mechanical Ventilation in Neonates with Neonatal Acute Respiratory Distress Syndrome (NARDS) at the Children's Specialty Hospital of Chihuahua”

Abstract

Neonatal acute respiratory distress syndrome (NARDS) is one of the leading causes of morbidity and mortality in neonatal intensive care units.

Despite therapeutic and technological advances, it continues to be a challenge for the survival and clinical outcome of newborns.

Among respiratory support strategies, the prone position has shown benefits in adults and pediatric patients, although evidence in neonates remains limited.

In this population, early and non-invasive interventions are particularly important, as they improve gas exchange, reduce complications associated with mechanical ventilation, and promote better outcomes.

Integrating simple, safe, and reproducible measures into management protocols can have a significant impact on the most vulnerable patients.

It is suggested that the prone position could reduce the duration of mechanical ventilation and improve blood gas parameters in neonates with NARDS.

An observational, ambispective, comparative study was conducted that included 40 records of newborns diagnosed with NARDS treated in the Neonatal Intensive Care Unit of the Chihuahua Children's Specialty Hospital between 2017 and 2021.

The patients were divided into two groups: those managed in the prone position and a control group.

Sociodemographic, clinical, and blood gas variables were evaluated, as well as the duration of mechanical ventilation, with the aim of determining the association between the use of the prone position and the respiratory evolution of the newborns.

Keywords: *Respiratory failure, Oxygenation, Alveolar recruitment, Newborn, Neonatology.*



SECRETARÍA
DE SALUD



HOSPITAL INFANTIL DE ESPECIALIDADES DE CHIHUAHUA
APROBACIÓN DE RESULTADOS DE TESIS

CHIHUAHUA, CHIH., 11 DICIEMBRE 2025

Por medio de la presente se tiene a bien informar que se aprobaron los resultados de la Tesis:

“Efectividad de la pronación en la disminución de la ventilación mecánica prolongada en neonatos con síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN) del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua”

Que presenta la C.

Ana Silvia López Iglesias

Médico Residente de la Especialidad en Pediatría Médica

Atentamente

Dr. Víctor Manuel Carrillo Rodríguez
Prof. Titular de la Especialidad de Pediatría Médica

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA:

Dedico esta tesis:

En primer lugar, a Dios, por ser mi fortaleza en los momentos de duda, mi guía en los caminos difíciles y la luz que nunca se apaga. Solo Él conoce el esfuerzo, la paciencia y las luchas detrás de este logro.

A mis padres Ma. Teresa Iglesias y Juan Antonio López, por su amor incondicional, por sus sacrificios y por su fe en mí, incluso cuando yo misma dudaba. A mi hermana, Norma Leticia, y a mi tío, Alfredo Iglesias, por su apoyo constante y sus palabras de aliento.

A los Dres. Víctor Carrillo Rodríguez y Martín Cisneros Castolo, por su guía, comprensión y dedicación; fundamentales para culminar este proyecto.

Mi amor y gratitud entera a cada uno de mis pacientitos, quienes hicieron posible este estudio.

A mis amigos, compañeros, colegas y maestros, por ser parte esencial de este proceso, por las experiencias compartidas y las lecciones que enriquecieron mi formación.

A esa persona que me hizo volver a creer en los nuevos comienzos y en mí: D.B.R

A la memoria de mi querida amiga y colega, la Dra. Brenda Ortega, con quien compartí sueños, risas e ilusiones de culminar juntas esta meta. Aunque la vida nos separó antes de llegar juntas al final, su espíritu y su amistad permanecen como una fuente de inspiración. Este logro también es suyo.

A todos ellos, este triunfo les pertenece tanto como a mí, pues cada palabra de aliento, cada abrazo y cada oración se convirtieron en los peldaños que hicieron posible este camino.



ÍNDICE

1. INTRODUCCION	1
2. MARCO TEÓRICO:	2
Definición de berlín (2012)	2
Sociedad Europea de Cuidados Intensivos Pediátricos y Neonatales (ESPNIC)..	3
Conferencia de Consenso sobre Lesiones Pulmonares Agudas	
Infantiles (PALICC).....	3
Definición de Montreux (SDRA neonatal):.....	5
Neonatal ARDS	5
Incidencia	7
Decúbito prono	11
Mejoría en la oxigenación.....	12
Fisiopatología	15
Indicaciones para la posición prona	17
Contraindicaciones de la posición prono	18
Método de aplicación del decúbito prono	18
Mejora de la mecánica respiratoria	18
Mejora del impacto de las maniobras de reclutamiento y uso de la presión	
positiva al final de la espiración	19
Daño pulmonar asociado a la ventilación mecánica (VILI):	19
Ventilación mecánica prolongada (VMP)	20
Complicaciones asociadas al decúbito prono.....	21
Tiempo de pronación/supinación.....	21
3. MARCO CONCEPTUAL	22
Definición del síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN).....	22
Ventilación mecánica prolongada.....	22
Posición prono.....	22
Estrategias protectoras.....	23
Barotrauma.....	23



Volutrauma	23
Atelectrauma	23
Biotrauma	24
Estrés oxidativo	24
Potencia mecánica	24
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	24
4.1 Pregunta de investigación	25
5. JUSTIFICACIÓN	25
6. HIPÓTESIS	26
6.1 Hipótesis nula (h_0):	26
6.2 Hipótesis alterna (h_1):	27
7. OBJETIVOS	27
7.1 Objetivo general:	27
7.2 Objetivos específicos:	27
8. MATERIAL Y MÉTODO:	27
8.1 Tipo de estudio	27
8.2 Diseño de estudio	27
8.3 Población de estudio	28
8.3.1 Lugar de realización	28
8.3.2 Periodo de estudio	28
8.4 Criterios de selección:	28
8.4.1 Criterios de inclusión	28
8.4.2 Criterios de exclusión	28
8.4.3 Criterios de eliminación	29
8.5 Tamaño de muestra	29
8.6 Calculo del tamaño mínimo de muestra	29
8.7 Operacionalización de variables de estudio	30
8.7.1 Variable dependiente	30
8.7.2 Variable independiente	31
8.7.3 Terceras variables	31



8.8 Análisis estadístico	32
8.9 Recursos:	32
8.9.1 Humanos	32
8.9.2 Físicos:	32
8.9.3 Financieros:	32
8.10 Consideraciones éticas	33
8.11 Metodología operacional	34
8.12 Cronograma de actividades:	35
9. RESULTADOS	35
10. DISCUSIÓN	64
11. CONCLUSIÓN	67
12. RECOMENDACIONES	68
13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
14. ANEXOS	79
ANEXO 1. CONSENTIMIENTO INFORMADO	79
ANEXO 2 CARTA DE ACEPTACIÓN	80



1. INTRODUCCION

Una complicada cadena de acontecimientos conocida como síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) provoca insuficiencia respiratoria, edema pulmonar por aumento de la permeabilidad vascular y lesión de los alvéolos.¹ En primer lugar, las membranas intersticial y alveolo-capilar son el blanco de una respuesta inflamatoria grave que se caracteriza por edema rico en proteínas y ocupación alveolar.²³ Esto disminuye la superficie accesible para el intercambio gaseoso y aumenta las zonas del pulmón con una relación V/Q baja o nula.²

En 1967, Ashbaugh et al. describieron en The Lancet un grupo de 12 pacientes (incluido un infante de 11 años) con diversas enfermedades subyacentes que presentaban síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA).³ Estos pacientes compartían la presencia de insuficiencia respiratoria de aparición súbita, que se caracterizaba por disnea grave, taquipnea, cianosis resistente a la oxigenoterapia, disminución de la distensibilidad pulmonar, hipoxemia refractaria e infiltrado alveolar bilateral difuso.⁴

De manera precoz se identificaron las similitudes histológicas y clínicas con el síndrome de distrés respiratorio (SDR) en recién nacidos derivado del déficit primario de surfactante.⁵ De hecho, la versión adulta del término SDRA distinguía originalmente de estas dos cosas por la "A" prominente de la palabra.⁶ A pesar de tener signos comparables, el SDR y el SDRA se distinguieron entre sí en base a distinciones fisiopatológicas y etiológicas.⁷

El equipo dirigido por Katzenstein comunicó por primera vez en 1976 el cambio histológico que caracteriza al síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA).⁸ Este cambio incluye la presencia inicial de edema intraalveolar e intersticial, membranas hialinas, hiperplasia de neumocitos de tipo II en el alvéolo y, si persiste el estímulo nocivo, fibrosis intersticial debida a la proliferación de fibroblastos. Daño alveolar difuso es el nombre dado a este grupo de alteraciones histológicas.⁹

En 1988 se propuso como definición ampliada un sistema marcador de lesión pulmonar de cuatro puntos (la puntuación de Murray) basado en el nivel de presión espiratoria positiva (PEEP), el rango de presión parcial de oxígeno arterial con fracción inspirada de oxígeno (PaFI: PaO₂/FiO₂), la distensibilidad pulmonar estática y el grado de infiltración visible en una radiografía de tórax.¹⁰

La enfermedad o afección clínica precipitante y la existencia o ausencia de insuficiencia orgánica no pulmonar fueron variables adicionales.¹¹ Esta puntuación se ha utilizado ampliamente para medir la extensión del daño pulmonar; sin embargo, su aplicabilidad en entornos clínicos es



limitada, ya que no puede predecir el pronóstico en las primeras 24 a 72 horas tras el inicio de la enfermedad.¹²

Durante más de dos décadas, el concepto de Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda (SDRA) como entidad clínica y patológica ha sido determinado por consenso de expertos.¹³

En 1994, la Conferencia de Consenso Americano-Europeo (CCAE) estableció una definición consensuada del SDRA. Esta definición estipula que deben cumplirse cuatro criterios clínicos: inicio agudo; relación presión arterial de oxígeno (PaO₂) /fracción inspiratoria de oxígeno (FiO₂) igual o inferior a 200; infiltrados bilaterales en la radiografía de tórax; y presión de oclusión de la arteria pulmonar igual o inferior a 18mmHg o ausencia de signos clínicos de hipertensión auricular izquierda.^{13,14}

Durante la misma reunión, se introdujo un nuevo término clínico, daño pulmonar agudo. Sus normas diagnósticas eran las mismas que las del síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), excepto el requisito de oxigenación, que exigía que la relación PaO₂/FiO₂ fuera 300 o inferior.¹⁵ No fue hasta 2005 cuando esta definición se contrastó con la existencia de cambios histológicos indicativos de lesión alveolar difusa.¹⁶ No obstante, esta definición se critica con frecuencia por su falta de temporalidad en relación con el tiempo agudo, su evaluación inexacta del deterioro de la oxigenación, el hecho de que no incluya una lista de factores de riesgo y el requisito de que se realice una medición de la presión capilar pulmonar.⁽¹⁶⁾

En consecuencia, además de abordar estas deficiencias, la definición de Berlín también propuso tres categorías de gravedad clínica⁽¹⁷⁾.

2. MARCO TEÓRICO:

Definición de berlín (2012)

En comparación con la definición anterior, ésta define el SDRA del adulto con mayor precisión e introduce los siguientes cambios:

1. Tres niveles de gravedad determinados por los valores de PaO₂/FiO₂:^(18,19)

Leve: PaO₂/FiO₂ de 200-300 mmHg.

Moderada: 100-200 mmHg de PaO₂/FiO₂.

Grave: PaO₂/FiO₂ < 100.

Dado que la PEEP puede tener un impacto sustancial en la PaO₂/FiO₂, la definición de SDRA incluye un nivel mínimo de PEEP de 5 cmH₂O en todos los niveles de gravedad.^(18,20)



Momento de aparición: los síntomas agudos deben aparecer en el plazo de una semana tras una lesión conocida o síntomas respiratorios nuevos o en deterioro ⁽⁴⁾.

Imágenes torácicas: El panel mantuvo la necesidad de que haya infiltrados bilaterales. No debe haber derrame pleural, atelectasia lobar o pulmonar ni nódulos pulmonares que expliquen estos infiltrados ⁽²⁰⁾.

El origen del edema: el requisito de la presión arterial pulmonar se eliminó de la definición a la luz de la interrupción del uso de catéteres arteriales pulmonares y la posibilidad de que el edema hidrostático -que se manifiesta como insuficiencia cardíaca o sobrecarga de líquidos- coexista con el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA). Siempre que la insuficiencia respiratoria de un paciente no pueda atribuirse por completo a una insuficiencia cardíaca o a una sobrecarga de líquidos, podrá diagnosticársele síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA). Pero para descartar la posibilidad de edema hidrostático en ausencia de un factor de riesgo claro de SDRA, es necesario realizar algún tipo de examen objetivo (como la ecocardiografía) ^(18,20).

Utilizando esta definición de Berlín revisada, se descubrió que los estratos de SDRA leve, moderado y grave estaban relacionados con tasas de mortalidad más altas (27, 32 y 45%, respectivamente; $p < 0,001$), así como con tiempos medios de ventilación mecánica más largos para los supervivientes (5, 7 y 9 días, respectivamente; $p < 0,001$) ⁽¹⁸⁾.

Aunque la distensibilidad pulmonar se midió en pacientes con SDRA grave, su uso no mejora la predicción de la mortalidad, por lo que se excluyó de la definición de Berlín. La definición de Berlín se validó en un gran número de pacientes con SDRA en un hospital de concentración y es más exacta que la definición de la Conferencia de Consenso Americano-Europea a la hora de predecir la mortalidad o los días de ventilación mecánica ⁽²¹⁾.

Sociedad Europea de Cuidados Intensivos Pediátricos y Neonatales (ESPNIC)

Para validar los criterios de Berlín en lactantes (mayores de un mes de vida) y niños pequeños con SDRA, la Sociedad Europea de Cuidados Intensivos Pediátricos y Neonatales (ESPNIC) llevó a cabo la primera investigación multicéntrica a nivel mundial. ⁽²²⁾

Conferencia de Consenso sobre Lesiones Pulmonares Agudas Infantiles (PALICC)

Un grupo de intensivistas infantiles creó la Conferencia de Consenso sobre Lesiones Pulmonares Agudas Infantiles (PALICC), que publicó la primera definición de SDRA pediátrico ⁽²³⁾. Aunque



no aborda especialmente las características de la edad neonatal ni los síntomas del SDRA durante el periodo perinatal, la definición PALICC de SDRA es un avance significativo en este campo. ⁽²⁴⁾ Aunque existen similitudes significativas entre las definiciones de Berlín y PALICC, también hay variaciones pertinentes. ⁽²³⁾ Además de aceptar el uso de la pulsioximetría en situaciones en las que no se dispone de PaO₂, el PALICC permite la inclusión de bebés con cardiopatía congénita cianógena o enfermedad pulmonar crónica. La PaO₂ se sustituye por el índice de oxigenación y el índice de saturación para la fracción de oxígeno FiO₂. ⁽²⁵⁾

La definición de la Conferencia de Consenso sobre Lesiones Pulmonares Agudas Infantiles (PALICC) excluye explícitamente a los neonatos con enfermedades pulmonares activas relacionadas con el período perinatal, como las asociadas a la prematuridad. Esta exclusión se basa en las diferencias fisiopatológicas y clínicas entre el síndrome de dificultad respiratoria aguda pediátrico (SDRAp) y las afecciones respiratorias propias del período perinatal. Por lo tanto, el SDRA relacionado con el prematuro se distingue del SDRA pediátrico y debe omitirse de esta definición. ⁽²⁴⁾

El término "SDRA neonatal" fue utilizado inicialmente en 1989 por Faix et al., que informaron sobre 11 recién nacidos a término con SDRA que habían aspirado sangre o meconio y presentaban asfixia perinatal. ⁽²⁶⁾ El SDRA en los 11 recién nacidos fue provocado por circunstancias perinatales que podrían no haber encajado en los criterios PALICC. ⁽²⁵⁾

La Conferencia de Consenso sobre Lesiones Pulmonares Agudas Infantiles (PALICC) publicó en 2015 la primera definición específica de síndrome de distrés respiratorio agudo pediátrico (SDRAp), estableciendo criterios diagnósticos adaptados a las características fisiológicas y clínicas de los niños, a diferencia de las definiciones derivadas de adultos. Posteriormente, en 2023, se publicaron las nuevas guías PALICC-2, que incorporan evidencia más reciente y refinan los criterios diagnósticos. Entre las principales diferencias, PALICC-2 actualiza los umbrales de severidad, integra nuevas modalidades de monitoreo respiratorio y enfatiza el uso de biomarcadores y estrategias de ventilación protectora más personalizadas. Además, introduce recomendaciones específicas para el manejo en diferentes contextos, incluyendo SDRA relacionado con COVID-19, buscando mejorar la precisión diagnóstica y la estratificación del riesgo en la población pediátrica crítica. ⁽²⁴⁾



Definición de Montreux (SDRA neonatal):

A pesar de estar reconocido en etapas posteriores de la vida, el SDRA no está caracterizado en los recién nacidos. Por ello, el Comité Directivo de Montreux (Suiza) llegó a un acuerdo sobre el SDRA neonatal, que condujo al desarrollo de la definición de Montreux para la identificación de esta enfermedad en el periodo neonatal. ⁽²⁷⁾

No hay otra etapa de la vida con mayor riesgo de muerte que la neonatal. Según la Academia Americana de Pediatría, los motivos de la mortalidad deben identificarse con precisión durante el primer mes de vida, teniendo en cuenta los acontecimientos perinatales y el nivel de desarrollo fetal. ⁽²⁸⁾

No obstante, no existen pruebas bioquímicas ni clínicas que respalden la distinción entre el SDRA (pediátrico) y las lesiones pulmonares prenatales graves, como el síndrome de aspiración de meconio o la neumonía congénita difusa. En cambio, existen pruebas convincentes que sugieren que ciertas enfermedades respiratorias graves en la era neonatal también incluyen vías similares vinculadas al SDRA. ⁽²⁹⁾

Sin embargo, la aparición de variables que pueden afectar a la epidemiología y el pronóstico complica la etiología y los resultados de la insuficiencia respiratoria en neonatos. ⁽³⁰⁾

Además de las diferencias en ciertos aspectos como la biología y maduración del desarrollo pulmonar (estadio sacular o alveolar), la susceptibilidad a la DBP que presenta consecuencias a largo plazo, los neonatos pueden tener distintos desencadenantes de insuficiencia respiratoria (SAM, asfixia perinatal, ECN) que pueden diferir del SDRA pediátrico y del SDRA del adulto. ⁽³¹⁾ Estas variaciones demuestran que puede haber variaciones en el tratamiento del SDRA neonatal y apoyan la necesidad de una definición de la enfermedad. ⁽³²⁾

Neonatal ARDS

Las siguientes características son específicas del SDRA neonatal: inicio agudo, volumen pulmonar espiratorio reducido e incapacidad para la oxigenación que requiere un aumento de la presión positiva para reclutar el alvéolo, aireación disminuida en una radiografía de tórax e insuficiencia respiratoria que no se explica totalmente por un edema pulmonar secundario a insuficiencia cardíaca. ⁽³³⁾ Basándose en estos criterios, se puede diagnosticar SDRA en las siguientes afecciones: aspiración de meconio, leche, bilis, sangre o líquido, hemorragia pulmonar, neumonía infecciosa o biliar, así como procesos agudos como sepsis tardía, sepsis precoz, inflamación fetal, asfixia perinatal y enterocolitis necrotizante que se producen en órganos extrapulmonares y pueden

causar insuficiencia respiratoria aguda a través de una respuesta inflamatoria sistémica, todo lo cual cumple los criterios del síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA).⁽³⁴⁾

DEFINICION MONTREUX PARA SDRA	CRITERIOS
Periodo de Tiempo	Inicio agudo (es decir, dentro de una semana) de un daño clínico conocido o sospechado
Criterios de Exclusión	SDR, TTRN, Anomalías congénitas como causa primaria de la condición respiratoria aguda
Imagen Pulmonar	Difuso, bilateral e infiltrados de opacidad irregulares, opacidad completa del pulmón el cual no sea explicado por derramamiento de líquido localizado, atelectasias, SDR, TTRN o anormalidades congénitas
Origen del Edema	Ausencia de patología cardíaca que explique el edema (Esto incluye conducto arterioso con sobrecarga pulmonar si no existe hemorragia pulmonar aguda. La ecografía es necesaria para verificar el origen del edema
Índice de Oxigenación	SDRA Leve: Igual o menor de 4 hasta 8 SDRA Moderado: Igual o mayor a 8 hasta 16 SDRA Severo: Igual o menor a 16
	El IO puede calcularse por medio de una muestra arterial si está disponible, valores de Oxígeno transcutáneo con calibración apropiada del dispositivo transcutáneo, En caso de HTPPRN y ducto arterioso persistente la PaO ₂ debe usarse, todos los criterios deben cumplirse

Tabla 1. Evolución de la definición de Montreux

Elaboración propia a partir de: De Luca, Et Al.⁽⁹⁾

Conviene comentar los diez puntos más destacados que se enumeran a continuación:

Los recién nacidos y hasta las 44 semanas de edad posmenstrual, o hasta las 4 semanas de edad postnatal, están incluidos en los criterios del síndrome de distrés respiratorio agudo neonatal.⁽⁹⁾

Para el diagnóstico de SDRA neonatal deben cumplirse los cinco criterios.⁽³⁵⁾



No hay limitaciones de peso o edad gestacional siempre que se cumplan los cinco requisitos.⁽⁹⁾

Los factores perinatales deben causar SDRA neonatal; sin embargo, estas circunstancias no son excluyentes; las condiciones adicionales que pueden inducir SDRA se darán a conocer en una fase posterior de la investigación del SDRA neonatal.⁽⁹⁾

Tanto los recién nacidos con VM como los que no la tienen y necesitan asistencia respiratoria entran en la categoría de SDRA neonatal.⁽³⁶⁾

Criterios de exclusión: Las anomalías congénitas incluyen malformación adenomatosa pulmonar, secuestro, trastornos hereditarios del surfactante, hernia diafragmática congénita, SDR por déficit de surfactante y Taquipnea Transitoria del Recién Nacido, para los que la siguiente información es fundamental para la diferenciación: SDR por déficit de surfactante: dificultad respiratoria durante las primeras 24 horas de vida que responda completa y rápidamente al surfactante⁽⁶⁾, reclutamiento pulmonar, radiografía de tórax que apoye este diagnóstico, o un recuento de cuerpos lamelares $<30.000\text{mm}^3$. Taquipnea Transitoria del Recién Nacido: Silverman <3 , dificultad respiratoria durante las primeras 24 horas y hasta las 72 horas de vida que responde a oxígeno suplementario o CPAP, radiografía que apoya el diagnóstico en recuento de cuerpos lamelares $>30.000\text{mm}^3$.⁽⁹⁾

Infiltrados u opacidades difusas, bilaterales, irregulares; también, opacidades pulmonares completas no explicadas totalmente por los criterios de exclusión, como neumonía localizada o bronquiolitis que no cumplen los criterios de SDRA neonatal.⁽⁹⁾

Índice de oxigenación: la tensión transcutánea de oxígeno puede utilizarse para evaluar el índice de oxigenación; los rangos son 4-7.9 para el SDRA leve, 8-15.9 para el SDRA intermedio y >16 para el SDRA severo.⁽³⁷⁾

Debido a que los niveles de hemoglobina fetal varían y a que con frecuencia se requieren transfusiones de sangre durante el período neonatal, no se reconoce el uso de la SpO_2 .⁽³⁸⁾

El uso de mediciones de PaO_2 preductal para determinar el índice de saturación es relevante en individuos con hipertensión pulmonar secundaria que presentan SDRA neonatal.^(39,40)

Incidencia

Incidencia mundial

La incidencia global del SDRA neonatal se estima entre 2 y 12.8 por cada 100,000 nacidos vivos, con una mortalidad asociada que ha aumentado del 20% al 30% en los últimos años.⁽⁴¹⁾



El síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN) representa una entidad emergente dentro de los trastornos respiratorios críticos en la población neonatal, con características fisiopatológicas y pronósticas propias. Según el estudio multicéntrico internacional coordinado por De Luca et al., que incluyó 370 pacientes en 38 unidades de cuidados intensivos neonatales (UCIN) en cuatro continentes, la incidencia estimada de SDRAN fue de 2.01 por cada 1,000 nacidos vivos, siendo más frecuente en neonatos a término (64.9%) y con una mediana de edad al diagnóstico de 2 días.⁹ La etiología más común fue de origen infeccioso, especialmente sepsis neonatal y neumonía adquirida en el parto, presentes en más del 60% de los casos. La mortalidad global asociada al SDRAN alcanzó el 30%, con un aumento significativo en pacientes con puntuaciones PRISM más elevadas o comorbilidades graves.

Por su parte, el estudio de Liu et al. comparó la utilidad diagnóstica de las definiciones de Berlín y Montreux para el SDRAN, evidenciando que la definición de Montreux, permite una mejor clasificación de los pacientes neonatales, especialmente en etapas tempranas de la enfermedad.²⁹ Esta definición incorpora criterios adaptados a la fisiología neonatal, como la necesidad de soporte ventilatorio, presencia de infiltrados pulmonares bilaterales y una relación FiO_2/SpO_2 o PaO_2/FiO_2 ajustada al contexto clínico. Su adopción ha facilitado la estandarización de la identificación de casos y el diseño de estrategias terapéuticas individualizadas, además de permitir una mejor comparación entre estudios internacionales.

Tabla comparativa: Montreux vs PALICC-2 para diagnóstico de SDRA en neonatos

Criterio	PALICC-2 (2023)	Montreux (2017)	Relevancia para SDRAN
Población objetivo	Pediátrica (>1 mes de vida)	Neonatos <44 semanas PMA o <4 semanas postnatal	Montreux es específica para recién nacidos, lo que permite diagnosticar casos en etapa perinatal.
Enfermedades incluidas	Acepta cardiopatía congénita cianógena y enfermedad pulmonar crónica	Incluye patologías perinatales graves (SAM, neumonía congénita,	PALICC excluye patologías respiratorias del período perinatal; Montreux sí las

		hemorragia pulmonar, asfixia, sepsis)	contempla si cumplen criterios.
Exclusiones	Patologías respiratorias propias del período perinatal (SDR primario, TTRN, malformaciones congénitas)	Anomalías congénitas pulmonares, SDR primario, TTRN	Ambas excluyen SDR y TTRN, pero Montreux diferencia causas perinatales que pueden ser SDRA.
Imagen diagnóstica	Infiltrados bilaterales en Rx o ecografía pulmonar	Infiltrados bilaterales o opacidad completa, excluyendo otras causas	Montreux añade la posibilidad de opacidad completa si cumple criterios.
Oxigenación	Índice de oxigenación (IO) y/o índice de saturación (OSI); acepta SpO ₂ /FiO ₂ cuando no hay gasometría	IO adaptado a recién nacidos; permite medición transcutánea calibrada; evita SpO ₂ por variabilidad de Hb fetal	Montreux es más precisa para medir oxigenación en neonatos.
Ventilación requerida	No siempre requiere VM; incluye soporte no invasivo	Requiere soporte invasivo o no invasivo $\geq 6h$ (CPAP ≥ 5 cmH ₂ O)	Montreux establece un umbral mínimo de soporte para clasificar como SDRA.
Clasificación de severidad	Leve, moderado y severo según IO u OSI	Leve, moderado, severo según IO específico neonatal	Montreux ajusta rangos a fisiología y respuesta de neonatos.
Base fisiopatológica	Adaptada a fisiología pediátrica general, con énfasis en biomarcadores y ventilación protectora	Adaptada a fisiología neonatal (maduración pulmonar, DBP, surfactante, comorbilidades perinatales)	Montreux incorpora diferencias en desarrollo pulmonar y riesgos neonatales.

Fuentes: De Luca et al., 2017; Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference Group, 2015; PALICC-2 Update, 2023 (23)

América Latina

En América Latina, la incidencia del síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN) muestra variaciones importantes dependiendo del país y la población estudiada (41,42). En Ecuador, un estudio realizado en la Unidad de Neonatología del Hospital Monte Sinaí (Cuenca)



reportó que la dificultad respiratoria del recién nacido fue la patología más frecuente, representando el 52,32 % de los ingresos (43). Sin embargo, al aplicar criterios diagnósticos específicos para SDRA neonatal, como la definición de Montreux, la prevalencia internacional estimada es de aproximadamente 1,5 % de los ingresos a la UCIN (44), lo que evidencia la diferencia entre el diagnóstico clínico general de dificultad respiratoria y la identificación precisa del SDRA neonatal. Sin embargo, se tiene muy poca información sobre el SDRA en Latinoamérica.

México

El síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) representa una causa significativa de mortalidad por padecimientos respiratorios tanto en adultos como en población pediátrica. En México, el SDRA neonatal figura entre las principales causas de morbilidad en recién nacidos, con 4,996 casos reportados en 2016, lo que lo posiciona como la tercera anomalía más frecuente al nacimiento. ^(45,46)

El síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAn) representa una causa significativa de morbilidad y mortalidad en las unidades de cuidados intensivos neonatales. A pesar de los avances en el manejo respiratorio y las estrategias de soporte intensivo, las tasas de mortalidad continúan siendo elevadas, particularmente en neonatos con enfermedad severa y comorbilidades asociadas como la hipertensión pulmonar persistente y las infecciones neonatales. Según datos recientes, la mortalidad en neonatos con SDRAn severo puede superar el 40%, y aquellos que sobreviven tienen un riesgo considerable de desarrollar complicaciones respiratorias crónicas como la displasia broncopulmonar, así como alteraciones en el desarrollo neurológico a largo plazo. Estas cifras subrayan la necesidad de continuar refinando los criterios diagnósticos y las intervenciones terapéuticas para mejorar los resultados en esta población vulnerable. ⁽²⁹⁾

En la actualidad, la hipoxemia refractaria continúa siendo una causa importante de mortalidad en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA). Se estima que la hipoxemia refractaria es responsable de aproximadamente el 10% al 19% de las muertes en adultos con SDRA. En cohortes pediátricas recientes, se ha reportado que la hipoxemia refractaria contribuye al 26% de los fallecimientos, incluso en el contexto de estrategias de ventilación mecánica (VM) protectora. Además, entre el 9% y el 20% de los pacientes ingresados en unidades de cuidados intensivos requieren ventilación mecánica, y de ellos, entre el 75% y el 85% cumplen con los



criterios de oxigenación inadecuada para el diagnóstico de SDRA. Actualmente, la mortalidad del SDRA en adultos varía entre el 30% y el 45% dependiendo de su gravedad, mientras que en la población pediátrica alcanza aproximadamente el 19% a 90 días. Dada esta elevada tasa de mortalidad, en los últimos años se han investigado diversas terapias y enfoques, incluyendo estrategias ventilatorias avanzadas, el uso de ECMO (oxigenación por membrana extracorpórea) y agentes farmacológicos, con el objetivo de mejorar el pronóstico y reducir las complicaciones asociadas al SDRA. ⁽⁴⁸⁾

Decúbito prono

Evolución del decúbito prono

A principios de la década de 1970, empezaron a surgir investigaciones sobre el manejo de pacientes ventilados en decúbito prono; estos estudios mencionaban el aumento de la oxigenación que suponía esta maniobra ^(49,50).

Bryan planteó por primera vez en 1974 las posibles ventajas de la PP en pacientes ventilados. ⁽⁵¹⁾

A partir de sus estudios con Froese, llegó a la conclusión de que la mejor postura era el decúbito prono, sin soporte abdominal, y que el único método para ventilar las porciones dorsales del pulmón era alterar la influencia de la masa abdominal mediante la manipulación postural. En 1976 Piehl y Brown informaron de un mayor drenaje de secreciones junto con un aumento inicial de la PaO₂ ⁽⁵²⁾. En 1977 según Douglas et al., el aumento de la PaO₂ les permitió reducir la FiO₂ ⁽⁵³⁾. No obstante, la PP siguió pasándose por alto durante 10 años a pesar de estos modestos logros iniciales, quizá como consecuencia de los peligros y limitaciones asociados a la posición prona en el contexto de la atención a pacientes en estado crítico. ^(50,54)

Sin embargo, algunos pacientes persisten hipoxémicos, lo que hace necesario el uso de alternativas terapéuticas de "reclutamiento alveolar" que consisten en aumentar temporalmente la presión transpulmonar en un intento de abrir o reclutar los alvéolos colapsados para mejorar la oxigenación arterial. Una de estas alternativas terapéuticas es el decúbito prono. Para el tratamiento del SDRA se recomiendan estrategias de ventilación mecánica protectora con volúmenes corrientes bajos y PEEP. ⁽⁵⁵⁾

Cuando en 1976 se colocó en decúbito prono a seis pacientes con insuficiencia respiratoria aguda, Douglas et al. observaron que esto aumentaba la PaO₂ arterial en una media de 69mmHg (intervalo: 2-178mmHg) y disminuía la FiO₂ en cuatro de los pacientes. ⁽⁵⁶⁾ El aumento de la PaO₂ arterial tras pasar a una postura supina tuvo una elevación media de 35mmHg (intervalo: 4-



110mmHg). Desde entonces, se han realizado varias investigaciones para determinar la fisiopatología de esta medida y si beneficia a los pacientes que sufren insuficiencia respiratoria aguda provocada por el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA).⁽⁵⁷⁾

El decúbito prono debe considerarse una táctica que permite reclutar a los pulmones colapsados a participar en el intercambio gaseoso y la ventilación⁽⁵⁸⁾

Mejoría en la oxigenación

La presión transpulmonar es el resultado de la diferencia entre las presiones intrapleurales y alveolar; así, una mayor presión transpulmonar corresponde a una mayor expansión pulmonar y entrada de aire.⁽⁵⁹⁾

La mejora de la relación ventilación/perfusión es el principal factor responsable del aumento de la PaO₂.⁽⁶⁰⁾

El gradiente de presión transpulmonar en la zona no dependiente (esternal) del decúbito supino es mayor que en la zona dependiente (dorsal). El resultado es un llenado alveolar heterogéneo.⁽⁶¹⁾

En decúbito prono se produce una ventilación alveolar más uniforme debido al peso de la masa cardíaca, los cambios en la distensibilidad pulmonar y el desplazamiento cefálico del vientre.⁽⁶²⁾

La diferencia en el gradiente transpulmonar entre zonas dependientes y no dependientes es más prominente en el SDRA, a pesar de que la enfermedad afecta al pulmón de forma irregular y aparentemente difusa.⁽⁶³⁾ El decúbito prono consigue una ventilación alveolar más uniforme porque modifica la distribución del gradiente de presión transpulmonar en relación con la redistribución de los infiltrados, el peso de la masa cardíaca, las variaciones de la distensibilidad pulmonar y el desplazamiento cefálico del abdomen.⁽⁶²⁾ La perfusión, que en estos pacientes es mayor en la región dorsal en decúbito supino, no cambia significativamente con el decúbito prono, lo que resulta en una mejor relación ventilación / perfusión.⁽⁶⁴⁾

Las regiones dependientes (inferiores o dorsales) del pulmón tienen una mayor ventilación y perfusión durante la respiración espontánea, lo que da lugar a una relación ventilación/perfusión (V/Q) óptima.⁽⁶⁵⁾ La presión pleural es mucho mayor en las zonas dependientes en posición supina (y considerablemente mayor en individuos paralizados, sedados o con mayor volumen abdominal).⁽⁶⁶⁾ La razón de la elevada presión pleural y del pulmón edematoso es que, mientras una persona está en decúbito supino, puede haber muy poca diferencia entre la presión intrapulmonar y la pleural, lo que provoca un colapso alveolar continuo.⁽⁶⁶⁾



La masa tisular es mayor en los pacientes con SDRA debido al edema, y a la distribución de los gases tisulares reducida. La fuerza de gravedad, que es responsable del 70-80% de este fenómeno se cree que es su principal determinante, es la principal fuerza que actúa en ambas circunstancias. (62)

Un cambio difuso y uniforme de la permeabilidad vascular, junto con el edema y el elevado peso pulmonar, son características de las fases iniciales del SDRA. Estos factores favorecen el desarrollo de atelectasias al transmitir verticalmente fuerzas gravitatorias que comprimen las zonas pulmonares más dependientes. (62).

A esto se suma el peso del corazón y la influencia de la masa abdominal, que comprime las secciones posteriores del diafragma en dirección cefálica mientras la persona está en decúbito supino. La reducción del surfactante pulmonar, la parálisis diafragmática y la distensión abdominal empeoran este impacto. (62)

El tamaño alveolar en un ser humano típico se reduce en posición supina a medida que uno se desplaza desde el esternón hacia las vértebras; esta disminución se muestra mediante la constante de distancia, que nos indica a cuántos centímetros de distancia del esternón disminuye el tamaño alveolar hasta el 36%. La idea básica de esta constante es que la disminución del tamaño alveolar es menor cuanto mayor es la constante (67)

Debido a ello, ciertos alvéolos tienen tamaños mayores que otros, con una variación en la altura vertical esternón-vertebra de cinco puntos en una zona y diez en otra. Así, se puede decir que existe una distribución heterogénea de los tamaños alveolares en los pulmones mientras una persona está en decúbito supino. La misma persona se encontrará ahora en decúbito prono, donde algunas partes de sus alvéolos se reducirán mientras que otras aumentarán. Esto dará lugar a una diferencia de 4 puntos en una zona y de 1 punto en otra en la altura vertical esternón-vertebra, lo que significa que el tamaño alveolar se distribuirá de forma más uniforme (68).

La forma del pulmón, que desciende debido a las fuerzas hidrostáticas, así como a su propio peso, siendo este el segundo componente (68).

La gravedad también influye en la distribución del flujo sanguíneo pulmonar, lo que se traduce en un aumento neto de la perfusión de las zonas inferiores, o dependientes, del parénquima pulmonar en relación con las zonas superiores. El resultado final del patrón de distribución V/Q en las distintas zonas pulmonares es una mayor participación de las zonas inferiores debido a su mayor volumen de ventilación y perfusión por unidad de volumen pulmonar, y una menor ventilación y



perfusión de las zonas superiores, es decir, estas zonas participan de forma minoritaria en el intercambio gaseoso total. La región con la relación V/Q más cercana a 1 es la zona central, que ofrece el mejor equilibrio de ventilación y perfusión. ⁽⁶⁹⁾

Los cambios en la distensibilidad son el tercer componente. La porción anterior del tórax es la más elástica en circunstancias normales; sin embargo, mientras el paciente está en decúbito prono, esta sección elástica permanece inmóvil en la cama, lo que hace que la región posterior y abdominal del tórax sean las responsables de la distensibilidad torácica. Debido en gran parte a la posición del tórax, la distensibilidad del sistema respiratorio disminuye en decúbito prono; sin embargo, cuando el paciente es trasladado a decúbito supino, se alcanzan valores comparables o incluso mejores que los basales. ⁽⁶⁶⁾

Durante el tratamiento con posición prono se producen tres fenómenos que facilitan el intercambio gaseoso: el debilitamiento de la pared torácica, la desviación del flujo sanguíneo y la desviación de la ventilación. Al eliminar la compresión pulmonar causada por el corazón y el mediastino restante, la posición prono libera más tejido pulmonar para el intercambio gaseoso. ⁽⁷⁰⁾

En la mayoría de los pacientes, la oxigenación mejora en un rango de relevancia clínica; sin embargo, no siempre es así.

Entre el 60% y el 90% de los pacientes, presentan un aumento de la oxigenación, lo que constituye una buena respuesta en la mayoría de las series de pacientes, independientemente de la edad. ⁽⁷¹⁾

Por consiguiente, el 84% de los pacientes pediátricos de la serie principal respondieron favorablemente al uso de posición cuidados prono; una respuesta positiva se define como un incremento de la PaO₂/FIO₂ superior a 20mmHg o un descenso del índice de oxigenación >10% (IO= (FIO₂ x PMVA/PaO₂) x 100). ⁽⁷²⁾

En función del tipo de reacción, se identifican dos grupos: respondedores (que también pueden clasificarse como respondedores inmediatos o acumulativos en función de cómo respondan a lo largo del tiempo) y no respondedores. Los pacientes prono-dependientes -es decir, que no toleran volver a la postura inicial y deben permanecer en decúbito prono durante períodos prolongados- son otro tipo de grupo que se menciona ocasionalmente. ⁽⁷³⁾

La reacción del paciente puede clasificarse como prono test positiva o negativa en un plazo máximo de dos horas tras la colocación en decúbito prono, ya que a menudo se observa una mejora de la oxigenación durante los primeros treinta minutos a dos horas tras la colocación. Transcurrido el tiempo especificado, se puede volver a colocar al paciente en decúbito supino si no se observa



mejoría. El primer fracaso de una prueba de decúbito prono no siempre se traduce en el fracaso en los próximos intentos ⁽⁷⁴⁾

La reanudación de la posición supina provoca una mejoría de la oxigenación con respecto al valor basal, circunstancia que afecta a la mayoría de los pacientes, conocidos como respondedores persistentes ⁽⁷²⁾. El efecto benéfico no es exclusivo para los pacientes posicionados precozmente en el curso de la enfermedad, pero sí al ser en forma tardía puede ser menor la respuesta. ⁽⁷⁵⁾

En general, los informes coinciden en que los pacientes que han experimentado SDRA en la fase exudativa, en la que la atelectasia por compresión y el edema alveolar e intersticial son los síntomas predominantes, son los que más se beneficiarán de la posición en decúbito prono. ⁽⁷⁵⁾ Esto sugiere que los pacientes que no responden pueden ser colocados en decúbito prono en una fase posterior (fase fibroproliferativa). ⁽⁷⁶⁾ Por lo que, la presencia de fibrosis (como en SDRA tardío y la fibrosis pulmonar) predispone a la falta de respuesta a la posición prona. ⁽⁷⁶⁾

Aunque también se ha informado de que los pacientes que presentaban una hipoxemia más grave en el momento de la posición prona responden mejor, no está claro si la mejoría alcanzada y el empeoramiento gasométrico están correctamente correlacionados. ⁽⁷⁷⁾

Fisiopatología

Patología

Fase aguda (de 1 a 6 días): edema intersticial y alveolar, denudación alveolar del epitelio alveolar y acumulación de neutrófilos, macrófagos y eritrocitos en el alvéolo. ^(21,78)

Fase subaguda (de 7 a 14 días): proliferan las células epiteliales de tipo II y se reabsorbe el edema, iniciándose el proceso de reparación. Es posible la deposición de colágeno y la infiltración de fibroblastos. ^(21,78).

Fase crónica (14 días después): proliferan los macrófagos alveolares y las células mononucleares, se resuelve la infiltración de neutrófilos y se presenta fibrosis y reparación epitelial alveolar. ^(21,78)

Patogénesis

La acumulación de líquido rico en proteínas que causa daño alveolar difuso relacionado con citocinas proinflamatorias como el factor de necrosis tumoral (TNF), la interleucina 1 (IL-1) y la interleucina 5 (IL-5), que estimulan la quimiotaxis de los neutrófilos, es causada por el daño al endotelio capilar y al epitelio alveolar, así como por la incapacidad de eliminar el líquido del espacio alveolar. ⁽²¹⁾



La angiotensina II, la endotelina-1, la fosfolipasa A-2 y otros factores aumentan la permeabilidad vascular y destruyen la arquitectura microvascular, con el consiguiente daño y disminución de la distensibilidad pulmonar. La inflamación inducida por la activación de neutrófilos es la causa principal del síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA).⁽⁷⁹⁾

Desde el punto de vista biológico, el SDRA se define por una inflamación generalizada del tejido pulmonar, además de una disfunción cualitativa y cuantitativa del surfactante que afecta a las proteínas y los fosfolípidos. Los trastornos respiratorios neonatales graves como el Síndrome de Aspiración Meconial (SAM), la neumonía biliar y la insuficiencia respiratoria secundaria a corioamnionitis o sepsis son ejemplos de afecciones similares a este proceso biológico y se caracterizan por una discapacidad variable. Estos trastornos son secundarios a la disfunción y cantidad de surfactante y no a la deficiencia primaria de surfactante.^(9,21) Tanto en enfermedades neonatales como en lactantes mayores y adultos, la hidrólisis de los fosfolípidos del surfactante y la cascada inflamatoria que le sigue son muy probablemente la causa de esta escasez secundaria de surfactante.^(9,21)

Junto con la patología pulmonar preexistente, como la alveolarización preexistente, la disfunción del surfactante y la deficiencia cualitativa y cuantitativa de surfactante, estos fenómenos también pueden producirse en los recién nacidos prematuros. En consecuencia, ciertos trastornos respiratorios neonatales, que normalmente se consideran entidades separadas con desencadenantes no relacionados, comparten similitudes fisiopatológicas cuando se analizan en el contexto del SDRA.^(9,36)

Trastornos como la sepsis, la Enterocolitis Necrotizante (NEC), la asfixia perinatal o la neumonía biliar tras una colestasis obstétrica son ejemplos de procesos extrapulmonares que pueden causar daño parenquimatoso pulmonar indirecto (SDRA indirecto o secundario) o por lesión directa del parénquima pulmonar (directo o primario).⁽⁹⁾

El aumento de la tensión superficial alveolar favorece la aparición de atelectasia de forma heterogénea, disminuyendo tanto el retroceso elástico como la distensibilidad pulmonar. Este fenómeno suele ir acompañado de un shunt intrapulmonar y una desregulación en la relación ventilación/perfusión (V/Q), lo que contribuye al agravamiento de la hipoxemia. En los recién nacidos, estos procesos pueden coexistir con cortocircuitos más complejos, como el paso a través del foramen oval permeable o el conducto arterioso persistente (PCA), situaciones que se ven agravadas por un aumento en la resistencia de la vía aérea.⁽⁹⁾



En el contexto del síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), estos mecanismos ayudan a comprender la insuficiencia respiratoria aguda neonatal, observada con frecuencia en recién nacidos prematuros afectados por displasia broncopulmonar (DBP) que posteriormente desarrollan complicaciones como neumonía, bronquiolitis o aspiración. Aunque la baja distensibilidad pulmonar y los estados de alta resistencia son típicos en el síndrome de dificultad respiratoria (SDR) y en la DBP, los criterios actuales para el diagnóstico del SDRA neonatal permiten identificar condiciones más complejas. ⁽⁹⁾

La ventilación mecánica agresiva se vuelve necesaria en muchos casos debido a la presencia de una respuesta inflamatoria sistémica generalizada y al eventual fallo multiorgánico, eventos que se asocian estrechamente con el SDRA y la dificultad respiratoria neonatal grave. Histológicamente, el daño alveolar difuso es el sello distintivo de la fase aguda del SDRA, caracterizándose por infiltración celular, atelectasia, formación de membranas hialinas, hemorragia y edema inflamatorio, todo ello antes del desarrollo de fibrosis pulmonar significativa. ⁽⁹⁾

Se han identificado lesiones alveolares difusas en neonatos asociadas a diversas condiciones, como la aspiración de meconio, leche u otros fluidos tras el parto en agua, así como en casos de sepsis, neumonía, hemorragia pulmonar, hipoxia fetal con insuficiencia respiratoria grave y neumonía biliar. La evidencia actual respalda que algunas de estas enfermedades respiratorias neonatales, especialmente aquellas que surgen en el periodo perinatal, pueden ser clasificadas como síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) neonatal, debido a los paralelismos existentes en sus características biológicas, fisiopatológicas e histológicas. ⁽⁹⁾

Indicaciones para la posición prona

La eliminación de secreciones es una razón tradicional para los movimientos en decúbito prono, y las investigaciones han demostrado que ésta es una de las ventajas de la posición prono para los pacientes con SDRA que también presentan un alto riesgo de sobreinfección pulmonar. Desde el punto de vista anatómico, esta posición facilita el drenaje de regiones posteriores como los segmentos apicales de los lóbulos inferiores, además de las secreciones nasales y orofaríngeas, evitando así la microaspiración y la colonización microbiana, dos mecanismos importantes en el desarrollo de neumonía nosocomial en pacientes ventilados. No obstante, el SDRA grave es la indicación específica para su uso, idealmente en las fases iniciales. ^(62,80)



Contraindicaciones de la posición prono

La posición prona es una intervención terapéutica eficaz en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA); sin embargo, existen contraindicaciones que deben considerarse para evitar complicaciones. Entre las contraindicaciones absolutas se encuentran la inestabilidad hemodinámica, lesiones inestables de la columna vertebral, fracturas no estabilizadas, presión intracraneal elevada, hemorragia masiva y cirugías recientes de tórax o abdomen. Las contraindicaciones relativas la presencia de inestabilidad hemodinámica moderada, fracturas costales o de extremidades no estabilizadas, heridas quirúrgicas recientes en la región torácica o abdominal, traqueostomía con riesgo de desplazamiento, catéteres torácicos o umbilicales cuya integridad pueda comprometerse con el cambio postural, y dispositivos médicos que limiten la movilidad segura del paciente. También se consideran contraindicaciones relativas ciertas condiciones neurológicas que requieran monitorización continua de la presión intracraneal y situaciones de ventilación de alta frecuencia donde la manipulación pueda desestabilizar el circuito. En estos casos, la decisión de colocar al neonato en decúbito prono debe basarse en una evaluación individualizada del balance riesgo-beneficio y en la disponibilidad de personal entrenado para realizar la maniobra de forma segura. ^(62,77)

Método de aplicación del decúbito prono

Las revisiones pediátricas destacan que existen dos formas principales de orientar a un paciente con en decúbito prono: rotación lateralizada y rotación vertical (cefálico-caudal). La selección de una técnica depende de varias consideraciones, siendo las principales: ⁽⁷²⁾

- Edad: Teniendo en cuenta su estatura, los recién nacidos y los lactantes pueden ejecutar fácilmente cualquier técnica ⁽⁷²⁾.
- Peso: A los pacientes que pesan más de 15 kg se les aconseja utilizar el método de torsión lateralizada. ⁽⁷²⁾

Mejora de la mecánica respiratoria

Los pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) experimentan una disminución de la distensibilidad pulmonar debido a una distribución heterogénea de la presión transpulmonar. Esto se caracteriza por la hiperinsuflación de las zonas no dependientes y el colapso y/o la ocupación de las zonas dependientes, junto con un aumento del líquido tisular intersticial. Un



aumento de la distensibilidad global parece indicar una mejoría de la distensibilidad pulmonar en los pacientes cuando se les coloca en posición supina. ⁽⁶²⁾.

Mejora del impacto de las maniobras de reclutamiento y uso de la presión positiva al final de la espiración

La aplicación de presión teleespiratoria positiva o de técnicas de reclutamiento para distribuir las presiones de forma más uniforme es posible gracias a una menor hiperinsuflación en decúbito prono. Esto conduce a una expansión más uniforme del pulmón con una menor redistribución de la perfusión. ⁽⁸²⁾

Daño pulmonar asociado a la ventilación mecánica (VILI):

Aunque estas características se han relacionado con el agravamiento y la aceleración de este daño, la distribución más uniforme de la presión transpulmonar reduce el estrés y la tensión pulmonares causados por la respiración mecánica. ⁽⁸³⁾

La constatación de que la ventilación mecánica, aunque vital para mantener la vida, puede potenciar o dañar directamente los pulmones a través de una serie de procesos conocidos como daño pulmonar asociado al ventilador, se ha identificado como quizá el avance más significativo en la investigación del SDRA de la historia. El atelectrauma, causado por la apertura y cierre repetidos del alvéolo, es uno de estos procesos. Otros mecanismos son el biotrauma, causado por la mecanotransducción que da lugar a la producción de citocinas inflamatorias sistémicas, y el barotrauma, causado por grandes presiones de inflado o sobredistensión. ⁽⁸⁴⁾

El concepto de daño pulmonar provocado por la ventilación mecánica (VM) no es nuevo; sin embargo, ha ganado mayor atención en años recientes. A pesar de su relevancia clínica, existe escasa información sobre la prevalencia y el impacto de la lesión pulmonar inducida por ventilación mecánica (VILI) en niños críticamente enfermos, ya que gran parte de los datos proviene de estudios experimentales o investigaciones en adultos. La VM, en combinación con cuidados de soporte, constituye la piedra angular en el tratamiento de la insuficiencia respiratoria neonatal grave. No obstante, esta misma intervención puede exacerbar o incluso causar daño pulmonar. El término VILI describe el daño pulmonar secundario inducido por la ventilación mecánica. ⁽⁸⁵⁾

Cabe señalar que los pulmones de los niños, incluso en ausencia de patología pulmonar previa, son más vulnerables al daño mecánico en comparación con los pulmones adultos. Esta susceptibilidad es aún mayor en pacientes con condiciones pulmonares subyacentes, como



neumonía, síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), sepsis, cirugía mayor o traumatismos. La etiología de la VILI es multifactorial, involucrando factores tanto del ventilador como del paciente. Entre los factores asociados al ventilador destacan la toxicidad por oxígeno, el biotrauma, el atelectrauma, el barotrauma y el volutrauma. Por parte del paciente, la enfermedad pulmonar asimétrica, la inflamación pulmonar, la inmadurez pulmonar y la deficiencia de surfactante son variables que incrementan el riesgo de desarrollar VILI.⁽⁸⁶⁾

Ventilación mecánica prolongada (VMP)

En la literatura médica existe una considerable variabilidad en la definición de ventilación mecánica prolongada (VMP). Los puntos de corte reportados varían desde ≥ 48 horas, ≥ 96 horas, ≥ 7 días, hasta ≥ 21 días de ventilación continua.⁽⁸⁷⁻⁸⁹⁾ De acuerdo con la definición de la National Association for Medical Direction of Respiratory Care (NAMDRC), la VMP en adultos se establece como la necesidad de ventilación mecánica invasiva o no invasiva durante más de 21 días, al menos seis horas por día.⁽⁹⁰⁾ Sin embargo, en el ámbito pediátrico y neonatal no existe un consenso universalmente aceptado.⁽⁹¹⁾

Recientemente, un análisis multicéntrico realizado por Barajas Romero et al. en la Red Latinoamericana de Colaboración (LAREd Network) propuso una definición operativa basada en datos estadísticos: la VMP se consideró a partir de un tiempo superior al percentil 75 de la duración de la ventilación mecánica en pacientes pediátricos, equivalente a más de 9 días.⁽⁹²⁾ Esta definición surgió tras el análisis de una cohorte de 1,698 niños ventilados por causas respiratorias, con una duración media de ventilación de 7 ± 7 días, y donde el percentil 75 fue de 9 días.

Para este estudio, siguiendo criterios de investigaciones previas, la ventilación mecánica prolongada se definirá como una duración de la asistencia respiratoria mecánica de nueve días o más.⁽⁹³⁾

El impacto clínico de la VMP es significativo. Representa aproximadamente el 14% de los ingresos en unidades de cuidados intensivos, pero genera hasta el 37% de los costos hospitalarios y se asocia con una tasa de mortalidad hospitalaria de alrededor del 32%.⁽⁹⁴⁾ En neonatos, una VMP prolongada incrementa el riesgo de complicaciones como displasia broncopulmonar, infecciones relacionadas con el ventilador y disfunción multiorgánica.⁽⁹⁵⁾

Dada la heterogeneidad en las definiciones, es fundamental establecer un criterio uniforme que permita comparar resultados entre estudios y optimizar las estrategias terapéuticas dirigidas a



reducir la duración de la ventilación mecánica, mejorando así los desenlaces clínicos en la población neonatal.

Complicaciones asociadas al decúbito prono

El uso de la posición prona en pacientes ventilados mecánicamente se asocia a diversas complicaciones. Entre las más reportadas se encuentran la aparición de edemas en cara y párpados, desarrollo de úlceras por presión en extremidades y áreas torácicas, desplazamiento accidental del tubo endotraqueal, catéteres torácicos y vasculares, extubación involuntaria, obstrucción del tubo endotraqueal, dehiscencia de heridas quirúrgicas abdominales y lesión del plexo braquial. ^(62,77,96) Además, la posición prona puede incrementar la necesidad de sedación y relajación neuromuscular, el riesgo de neumonías asociadas a ventilación mecánica y la intolerancia a la nutrición enteral. ^(62,97)

Aunque no existe consenso sobre las contraindicaciones absolutas, ciertas condiciones requieren especial precaución, incluyendo quemaduras o heridas abiertas en la cara o superficie ventral, lesiones pélvicas, fracturas inestables y daño medular. ^(62,97) Asimismo, la diálisis continua, el shock refractario a altas dosis de vasopresores, la traqueostomía y la hipertensión intracraneal son consideradas contraindicaciones relativas. ⁽⁹⁸⁾

Tiempo de pronación/supinación

Actualmente no existe un consenso claro sobre el tiempo óptimo de mantenimiento en posición prona. Diversos estudios han sugerido beneficios clínicos con tiempos prolongados de pronación, observándose respuestas variables entre 58% y 100% de los pacientes al prolongar la posición hasta 12 horas. ^(67,93,99,100)

Un estudio prospectivo en adultos demostró que 18 horas continuas de decúbito prono mejoran el intercambio gaseoso, disminuyen el shunt intrapulmonar y reducen el líquido pulmonar extravascular de manera dependiente del tiempo. ⁽¹⁰¹⁾ En neonatos, estudios piloto han reportado mejoras en la oxigenación y distensibilidad pulmonar al mantener la posición prona por periodos prolongados, sin afectar la mecánica respiratoria ni la respuesta al óxido nítrico inhalado. ^(98,102)

Según Guérin et al., mantener a pacientes adultos con SDRA en posición prona durante más del 73% del tiempo total de ventilación resultó en una disminución significativa de la mortalidad. ⁽⁹⁸⁾ Además, Gattinoni et al. observaron que la posición prona por más de 16 horas al día, iniciada dentro de las primeras 72 horas de SDRA grave, reduce la mortalidad. ⁽⁶²⁾



3. MARCO CONCEPTUAL

El presente estudio se centra en el análisis de la efectividad de la posición prono en la disminución de la duración de la ventilación mecánica prolongada (VMP) en neonatos diagnosticados con síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN). Para comprender las bases teóricas que sustentan esta investigación, es esencial definir los conceptos clave involucrados y establecer la relación entre ellos.

Definición del síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN)

El SDRAN es una condición caracterizada por el inicio agudo de insuficiencia respiratoria en el neonato, manifestada por hipoxemia severa y opacidades pulmonares bilaterales en ausencia de cardiopatía estructural. ⁽¹⁰³⁾ Su diagnóstico se basa en criterios adaptados específicamente a la población neonatal, como los establecidos en la definición de Montreux, que considera particularidades fisiológicas distintas a las del adulto y del niño mayor. ⁽¹⁰⁴⁾ Los parámetros diagnósticos incluyen la evidencia radiológica de infiltrados bilaterales, la exclusión de causas cardiogénicas y la medición del deterioro de la oxigenación a través del índice de oxigenación (IO). ⁽¹⁰⁵⁾

Ventilación mecánica prolongada

La ventilación mecánica (VM) constituye un soporte vital indispensable en neonatos con insuficiencia respiratoria aguda. ⁽¹⁰⁶⁾ Sin embargo, cuando la necesidad de ventilación se extiende más allá de los nueve días, se clasifica como ventilación mecánica prolongada (VMP). Este prolongado soporte ventilatorio se asocia a una mayor morbilidad, incluyendo el riesgo de desarrollar displasia broncopulmonar y otras secuelas pulmonares crónicas, ⁽¹⁰⁷⁾ y se considera un indicador de la severidad del cuadro respiratorio y de la dificultad en alcanzar una adecuada recuperación pulmonar. ⁽¹⁰⁸⁾

Posición prono

La posición prono consiste en colocar al neonato en decúbito ventral, con el abdomen libre de presión externa. Esta estrategia terapéutica no invasiva tiene como objetivo mejorar el intercambio gaseoso y optimizar la relación ventilación/perfusión al favorecer una distribución más homogénea de la ventilación, ⁽¹⁰⁹⁾ reducir la compresión pulmonar por el mediastino y el contenido abdominal, y disminuir el colapso alveolar. En neonatos, diversos estudios han mostrado que esta posición



puede mejorar la oxigenación arterial, ⁽¹¹⁰⁾ aunque su impacto sobre la reducción del tiempo de ventilación mecánica aún requiere mayor evidencia. ⁽¹¹⁰⁾

Estrategias protectoras

En la unidad de cuidados intensivos se han establecido técnicas de VM protectoras, en particular para los pacientes con SDRA. Estas estrategias incluyen la reducción del daño pulmonar causado por la VM (VILI) teniendo en cuenta la prevención del atelectrauma, el barotrauma, el volutrauma y el biotrauma. ⁽¹¹¹⁾

Barotrauma

El barotrauma se define como el daño pulmonar inducido por el estiramiento excesivo de los alvéolos y las vías respiratorias, secundario a la exposición a presiones positivas elevadas. ⁽¹⁰⁷⁾ En el contexto del síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), las principales causas que contribuyen a la lesión pulmonar inducida por ventilación mecánica (VILI) son la sobredistensión pulmonar regional y heterogénea. ⁽¹⁰⁸⁾ Para mitigar este riesgo, las estrategias de ventilación protectora del pulmón (LPV) en pacientes con SDRA recomiendan limitar la presión de meseta a menos de 28-30 cm H₂O. ⁽¹⁰⁸⁾ Además, presiones excesivamente elevadas pueden ocasionar síndromes de fuga aérea, como neumomediastino y neumotórax. ⁽¹⁰⁸⁾

Volutrauma

El término volutrauma se refiere al daño pulmonar causado por la sobredistensión alveolar debido a la administración de volúmenes corrientes elevados durante la ventilación mecánica. Esta sobredistensión no solo compromete la integridad estructural del tejido pulmonar, sino que también desencadena una cascada inflamatoria caracterizada por la liberación de citocinas, quimiocinas y proteasas, así como la activación de neutrófilos y macrófagos. Estos eventos contribuyen significativamente al desarrollo de la lesión pulmonar inducida por ventilación mecánica (VILI). ^(107,110,112)

Atelectrauma

Durante el ciclo respiratorio, los alvéolos atelectásicos se expanden y cierran repetidamente, provocando cizallamiento y tensión que dan lugar al atelectrauma. Además, se dañan los alvéolos no atelectásicos y las vías respiratorias cercanas. ⁽¹¹⁰⁾

La aplicación de la PEEP adecuada es una táctica crucial para detener la IVL provocada por el atelectrauma porque impide que los alvéolos colapsados se cierren y abran cíclicamente. ⁽¹¹⁰⁾



Biotrauma

Como consecuencia del volutrauma, el barotrauma, el atelectotrauma, la intoxicación por oxígeno y la sepsis, se liberan mediadores inflamatorios (citocinas y quimiocinas), ya sea localmente en los pulmones lesionados o de forma sistémica, lo que agrava la lesión inicial. ⁽¹¹⁰⁾

Estrés oxidativo

La mortalidad celular y el daño tisular son consecuencia del estrés oxidativo, provocado por la producción de especies reactivas del oxígeno que oxidan las proteínas, los ácidos nucleicos, las enzimas y los lípidos de las membranas celulares. ⁽¹¹¹⁾

Los neonatos tienen una deficiente eliminación de las especies reactivas del oxígeno (ROS) generadas por la hiperoxia. ⁽¹¹²⁾

Potencia mecánica

La energía transmitida desde el ventilador mecánico a los pulmones por unidad de tiempo se conoce como potencia mecánica, y se mide en julios por minuto⁵².

La cantidad de tiempo y energía que se transmite a los pulmones está estrechamente relacionada con el riesgo de IVL. ⁽¹¹³⁾ El volumen corriente, la frecuencia respiratoria y la PEEP afectan a la potencia mecánica. ⁽¹¹³⁾

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) en la etapa neonatal representa un desafío diagnóstico importante debido a la ausencia histórica de criterios específicos adaptados a esta población. Tradicionalmente, las definiciones y criterios diagnósticos del SDRA fueron desarrollados en el contexto de la población adulta, y aunque posteriormente surgieron criterios pediátricos, la adaptación de estos lineamientos al recién nacido ha sido reciente e incompleta. Esta falta de consenso ha dificultado la identificación adecuada del SDRA en neonatos, a pesar de que muchos trastornos respiratorios comunes en esta etapa, como la neumonía, la sepsis neonatal, el síndrome de aspiración meconial, entre otros, comparten características fisiopatológicas propias del SDRA, incluyendo edema pulmonar no cardiogénico, alteración severa en la oxigenación y daño alveolar difuso.

Reconocer estos trastornos dentro del espectro del SDRA neonatal es fundamental para una mejor comprensión de su fisiopatología y para guiar el tratamiento. En este sentido, resulta esencial implementar estrategias basadas en ventilación mecánica protectora, enfocadas en minimizar el



daño pulmonar inducido por el ventilador (VILI) a través del uso de volúmenes corrientes bajos y presiones controladas. Asimismo, técnicas como las maniobras de reclutamiento alveolar han sido objeto de creciente interés, destacándose la posición en decúbito prono como una intervención eficaz.

Estudios en poblaciones pediátricas y adultas han demostrado que el decúbito prono no solo mejora la oxigenación al redistribuir la ventilación y la perfusión pulmonar, sino que también se asocia a una reducción en la mortalidad y en la duración de la ventilación mecánica. Sin embargo, en neonatos, aunque la evidencia aún es limitada, los datos preliminares sugieren beneficios similares, lo que subraya la necesidad de integrar esta estrategia dentro de los protocolos de manejo del SDRA neonatal. A medida que se logren estandarizar los criterios diagnósticos y se acumulen más evidencias clínicas, será posible optimizar el tratamiento de esta entidad subdiagnosticada pero clínicamente relevante.

4.1 Pregunta de investigación

¿Cuál es la efectividad de la posición prono en la reducción de la ventilación mecánica prolongada en neonatos con síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) neonatal?

5. JUSTIFICACIÓN

El síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) en la etapa neonatal constituye una condición clínica de alta morbilidad, caracterizada por una alteración severa en el intercambio gaseoso secundario a daño alveolar difuso. Aunque en las últimas décadas se han desarrollado criterios diagnósticos específicos para su identificación en neonatos, su reconocimiento y tratamiento aún representan un desafío. La ventilación mecánica continúa siendo el pilar fundamental en el soporte respiratorio de estos pacientes; sin embargo, su uso prolongado está asociado a complicaciones graves como la displasia broncopulmonar, infecciones nosocomiales y lesión pulmonar inducida por el ventilador (VILI), las cuales incrementan la estancia hospitalaria, los costos de atención y afectan la calidad de vida de los recién nacidos sobrevivientes.

Diversas estrategias de protección pulmonar, como la ventilación de bajo volumen y las maniobras de reclutamiento alveolar, han sido implementadas para mitigar estos efectos adversos. Entre ellas, la posición en decúbito prono ha demostrado beneficios significativos en pacientes adultos y



pediátricos con SDRA, mejorando la oxigenación y reduciendo la duración de la ventilación mecánica y la mortalidad. Sin embargo, la evidencia científica disponible respecto a su efectividad en neonatos con SDRA es limitada y fragmentaria.

La presente investigación es de gran relevancia, ya que busca evaluar la efectividad de la posición prono en la reducción de la ventilación mecánica prolongada en neonatos con SDRA. Sus resultados podrían ofrecer un sustento clínico sólido para incorporar esta estrategia de manera sistemática en el manejo respiratorio neonatal, contribuyendo a mejorar los desenlaces clínicos, disminuir las complicaciones asociadas a la ventilación prolongada y optimizar el uso de recursos en unidades de cuidados intensivos neonatales. Además, la generación de nueva evidencia favorecerá la actualización de protocolos y guías clínicas, impactando positivamente en la calidad de la atención neonatal. El decúbito prono como maniobra de reclutamiento alveolar mejora los índices de oxigenación y saturación arterial de oxígeno en pacientes con SDRA severo y evita el empeoramiento en pacientes con SDRA moderado a severo sometidos a ventilación mecánica cuando este es aplicado de manera temprana (dentro de las primeras 72 horas del insulto pulmonar) en la fase exudativa y aguda (7 días) caracterizada por edema alveolar con disminución del área para intercambio gaseoso, el tiempo para la realización del mismo basado en estudios previos se realizará con un total de 16/8 horas pronación/supinación, observándose mejoría clínica y gasométrica (pacientes responde

dores tempranos) dentro de las primeras dos horas de realizada esta maniobra, es de utilidad y suma importancia el reconocimiento temprano de la patología y la aplicación del prono lo cual ha sido estudiado y validado con resultados favorecedores en adultos y niños más no así en el paciente neonatal, cuenta con relevancia principal para el área de cuidados intensivos neonatales, así como el área de la Neumología pediátrica y neonatal.

6. HIPÓTESIS

6.1 Hipótesis nula (H_0):

La posición prono como maniobra de reclutamiento alveolar no disminuye la incidencia de ventilación mecánica prolongada (más allá del 9° día) en neonatos con síndrome de dificultad respiratoria aguda en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua.



6.2 Hipótesis alterna (h_1):

La posición prono como maniobra de reclutamiento alveolar disminuye la incidencia de ventilación mecánica prolongada (más allá del 9° día) en neonatos con síndrome de dificultad respiratoria aguda en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua.

7. OBJETIVOS

7.1 Objetivo general:

Determinar la efectividad de la posición prono en la reducción de la ventilación mecánica prolongada en neonatos con síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRAN) moderado y severo en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua, durante el periodo 2017-2021

7.2 Objetivos específicos:

1. Evaluar la proporción de neonatos respondedores a la maniobra de decúbito prono en las primeras 2 horas posteriores a su aplicación.
2. Determinar la eficacia de la estrategia de alternancia prono/supino (16/8 horas) durante las primeras 72 horas posteriores al insulto pulmonar y hasta el noveno día de ventilación mecánica, basada en protocolos previamente validados en pacientes adultos y pediátricos con SDRA.
3. Comparar la duración total de la ventilación mecánica entre neonatos con SDRA moderado y severo.
4. Analizar la mortalidad neonatal en relación con la duración de la ventilación mecánica y el estadio de severidad del SDRA (moderado o severo).

8. MATERIAL Y MÉTODO:

8.1 Tipo de estudio

- Observacional

8.2 Diseño de estudio

- De cohorte, ambispectivo (con componente retrospectivo y prospectivo).



8.3 Población de estudio

- Neonatos hospitalizados en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) con diagnóstico clínico y radiológico de síndrome de dificultad respiratoria neonatal moderado o severo según los criterios adaptados de la clasificación de Montreaux

8.3.1 Lugar de realización

- Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua.

8.3.2 Periodo de estudio

Retrospectivo: enero 2017 a diciembre 2021.

Prospectivo: De la fecha de aprobación del protocolo hasta completar el tamaño muestral estimado o por un periodo adicional definido.

8.4 Criterios de selección:

8.4.1 Criterios de inclusión

- Neonatos con diagnóstico confirmado de SDRA neonatal moderado o severo sometidos a ventilación mecánica invasiva.
- Pacientes que hayan recibido al menos una sesión de pronación durante su estancia en UCIN.
- Disponibilidad de registros clínicos completos (para el componente retrospectivo).
- Consentimiento informado otorgado por los padres o tutores legales (para el componente prospectivo).

8.4.2 Criterios de exclusión

- Neonatos con malformaciones congénitas pulmonares o cardiovasculares mayores.
- Diagnóstico de síndrome de dificultad respiratoria (SDR) asociado a prematuridad con evidencia clínica, radiológica o bioquímica de déficit primario de surfactante.
- Diagnóstico de taquipnea transitoria del recién nacido (TTRN), caracterizada por un cuadro autolimitado dentro de las primeras 72 horas de vida y sin criterios compatibles con SDRAN.
- Diagnóstico de displasia broncopulmonar previa al ingreso.



- Contraindicaciones absolutas para la maniobra de pronación (inestabilidad hemodinámica severa, malformaciones torácicas o espinales graves, hipertensión intracraneal).

8.4.3 Criterios de eliminación

- Pacientes neonatos con edema cerebral
- Pacientes con herida abierta en tórax o abdomen, así como toracotomía reciente
- Pacientes con fracturas múltiples de huesos largos, así como fracturas costales con tórax inestable
- Cirugía craneofacial reciente que impida la posición prona
- Pacientes con quemaduras extensas que afecten el área toracoabdominal

8.5 Tamaño de muestra

Para la realización del estudio comparativo, se calcularon los siguientes parámetros estadísticos:

- Nivel de confianza: 95%.
- Poder estadístico ($1 - \beta$): 80%.
- Frecuencia esperada de efectividad en el grupo con pronación: 60%.
- Frecuencia esperada de efectividad en el grupo sin pronación: 10%.
- Riesgo relativo esperado a detectar: 1.2.

8.6 Calculo del tamaño mínimo de muestra

Con base en estos criterios, se determinó que se requiere una muestra mínima de 34 pacientes para alcanzar la potencia estadística deseada.

Días de VM Prono	≤ 9 días VM	> 9 días VMP	Total
	PRONO SI	PRONO NO	
PRONO SI	60	40	100
PRONO NO	10	90	100

Grupo	Kelsey	Fleiss	Fleiss w/CC
Expuestos	15	14	17
No expuestos	15	14	17
Total	30	28	34

8.7 Operacionalización de variables de estudio

8.7.1 Variable dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR
Respuesta temprana a la pronación	Mejoría de la oxigenación observada entre los primeros 30 minutos y hasta 2 horas tras iniciar decúbito prono, evaluada mediante la prueba de prono test (positivo/negativo).	Cualitativa	Nominal dicotómica	1. Prono test positivo (respondedor)2. Prono test negativo (no respondedor)
Mejoría en la saturación arterial de oxígeno e índices de oxigenación	Cambios fisiológicos medidos como aumento ≥ 10 mmHg en PaO_2 o disminución $\geq 10\%$ en el índice de oxigenación ($IO = (FiO_2 \times PMVA) / PaO_2 \times 100$).	Cualitativa	Nominal politómica	1. Incremento ≥ 10 mmHg en PaO_2 2. Disminución $\geq 10\%$ en IO 3. Respuesta negativa o nula
Días de ventilación mecánica según gravedad del SDRA	Número total de días en los que el paciente requirió ventilación mecánica invasiva, clasificados según el estadio de gravedad del SDRA neonatal (moderado o severo).	Cuantitativa discreta	Escala de razón	Conteo total de días de ventilación mecánica según gravedad (número entero ≥ 0)
VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR
Grado de SDRA en neonatos	Clasificación de los pacientes que cumplen con los 5 criterios diagnósticos de SDRA, con base en el Índice de Oxigenación (IO).	Cualitativa	Nominal dicotómica	1. SDRA moderado: IO entre 8 y 15.9 2. SDRA severo: mayor o igual a 16
Índice de Oxigenación (IO)	Valor calculado que refleja la gravedad de la hipoxemia en neonatos con SDRA, según el cociente entre FiO_2 , MAP y PaO_2 .	Cuantitativa	Razón	Valor numérico continuo, expresado en unidades de IO

8.7.2 Variable independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR
Esquema de pronación en las primeras 72 horas	Aplicación del protocolo de posicionamiento en decúbito prono durante 16 horas seguidas de 8 horas en decúbito supino, iniciado dentro de las primeras 72 horas posteriores al insulto pulmonar y mantenido hasta el séptimo día (o hasta el noveno día) de ventilación mecánica, según tolerancia clínica.	Cualitativa	Nominal dicotómica	1. Esquema 16/8 horas 2. Otro esquema distinto

8.7.3 Terceras variables

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR
Sexo	Identidad fenotípica observada al nacimiento, clasificada como femenina o masculina.	Cualitativa	Nominal dicotómica	1. Femenino 2. Masculino
Diagnóstico principal	Entidad clínica identificada como causa principal del ingreso hospitalario, determinada mediante evaluación médica y registros clínicos.	Cualitativa	Nominal	Nombre del diagnóstico principal registrado al ingreso.
Edad gestacional	Número de semanas completas de vida intrauterina al momento del nacimiento, obtenidas por fecha de última menstruación o ultrasonido precoz.	Cuantitativa	Razón	Valor en semanas (También se puede categorizar: 1. <28SDG 2.28 a 36.6SDG 3.37 A 41.6SDG 4. >42SDG)
Edad corregida	Edad gestacional sumada a la edad postnatal para evaluar el desarrollo de recién nacidos pretérmino en semanas corregidas.	Cuantitativa	Razón	Valor en semanas corregidas o categorías: 1. Hasta 44 SDG (pretérmino) 2. Hasta 4ta semana de vida. (término)
Peso al nacer	Peso en gramos del recién nacido medido al momento del nacimiento mediante báscula calibrada.	Cuantitativa	Razón	Macrosómico: >4000 g2. Normal: 2500-3999 g3. Bajo peso: 1500 a 2499 g4. Muy bajo: 1000 a 1499g g5. Extremo bajo: <1000 g
Días de ventilación mecánica (VM)	Número de días durante los cuales el neonato requirió asistencia ventilatoria mecánica invasiva.	Cuantitativa	Razón	Valor numérico (también se puede categorizar: 1(< o igual a 9 días, >9-21 días >21 días)
Defunción / Tasa de letalidad	Evento irreversible posterior al nacimiento vivo que indica la pérdida de signos vitales y es registrado en el expediente clínico.	Cualitativa	Nominal dicotómica	1. Sí (fallecido) 2. No (vivo al alta)



8.8 Análisis estadístico

1. Análisis univariado proporciones simples y relativas de las variables dicotómicas y de las continuas medidas de tendencia central y de dispersión.
2. Análisis bivariado riesgo relativo, intervalos de confianza 95% χ^2 valor de la p, t de Student para muestra pareadas y t de Student para muestras independientes.
3. Análisis multivariado

8.9 Recursos:

8.9.1 Humanos

- Dr. Víctor Carrillo Rodríguez. Neumólogo Pediatra del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua
- Dra. Bertha Cecilia Sáenz Rivera. Jefe de la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua

8.9.2 Físicos:

- Departamento de la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua
- Expediente médico.
- Reporte de gasometría en formato digitalizado y físico para observación de parámetros gasométricos
- Jeringa heparinizada para gasometría
- Hoja de impresión de reportes gasométricos
- Equipo de cómputo y sistema digital hospitalario SIES para digitalización de resultados gasométricos
- Gasómetro
- Ventilador mecánico configurado con modo de ventilación neonatal
- Ventilador mecánico configurado con modo de ventilación neonatal

8.9.3 Financieros:

- Recurso habitual en el cuidado del paciente con SDRA (gasometría) subsidiada por Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua



Financiado por Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua:

Tabla 2. Recursos materiales		
Recursos	Cantidad	Costo
Hojas de reporte gasométrico	556	\$0.00 (Ya se cuenta con dicho recurso)
Ventilador mecánico	8	\$0.00 (Ya se cuenta con dicho recurso)
Gasómetro	1	\$0.00 (Ya se cuenta con dicho recurso)
Equipo de cómputo y sistema digital	1	\$0.00 (Ya se cuenta con dicho recurso)
Total		\$0.00

8.10 Consideraciones éticas

Este estudio se sustenta en la necesidad de generar evidencia científica sobre el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) en la población neonatal. Los sujetos de estudio serán recién nacidos, definidos como aquellos comprendidos entre el nacimiento y las 44 semanas posmenstruales, o bien hasta la cuarta semana de vida postnatal en el caso de neonatos a término. La participación en esta investigación conlleva riesgos mínimos, principalmente relacionados con la intervención de pronación, entre los que se incluyen: edema facial y palpebral, así como la posible aparición de úlceras por presión en regiones pélvicas, torácicas y extremidades inferiores. La información recabada incluirá datos clínicos como el nombre del paciente, edad gestacional, edad corregida, y diagnóstico de base. Estos datos serán obtenidos exclusivamente a partir de los registros de la base de datos del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua, y se manejarán con estricto apego a la confidencialidad y normativas de protección de datos personales.

El estudio será sometido a revisión y aprobación por el Comité Local de Investigación y Ética en Salud, garantizando en todo momento el principio de beneficencia, procurando el máximo beneficio clínico para los pacientes con el menor riesgo posible. Asimismo, se respetarán los lineamientos establecidos en la Declaración de Helsinki, el Informe Belmont, el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud en México y la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012.



8.11 Metodología operacional

Técnica para la colocación en posición decúbito prono en el paciente con SDRA:

1. Observación del paciente que cursa con dificultad respiratoria, con la necesidad de ventilación mecánica y necesidades de FiO_2 mayores al 60%, así como PEEP mayor de 5mmHg
2. Identificación del paciente candidato a participar en el estudio
3. Hoja de consentimiento informado el cual debe ser firmado por padre o tutor legal, en este se comunica sobre el procedimiento a realizar, beneficios y riesgos del procedimiento
4. Toma de gasometría Arterial previa a la maniobra de pronación, para la medición del índice de oxigenación inicial
5. Categorización de SDRA según severidad
6. Colocación del paciente en posición decúbito prono por 2 h
7. Posterior a 2 h en posición decúbito prono, se toma gasometría arterial para la valoración de la respuesta a prono: prono test positivo o prono test negativo
8. Permanencia en decúbito prono por 16hrs y colocación a decúbito supino por 8 h
9. Toma de gasometrías seriadas cada 12 h para valoración de los índices de oxigenación, los cuales son vaciados en una tabla comparativa
10. Determinación del comportamiento en base a el valor del índice de oxigenación hasta su extubación o desenlace
11. Categorización de pacientes con requerimientos de ventilación mecánica prolongada >9 días.

Recolección y análisis de datos

La recolección de datos se llevó a cabo de manera retrospectiva mediante la revisión de expedientes clínicos de neonatos diagnosticados con síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN), ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua durante el año 2017-2021. Se incluyeron neonatos que cumplieron con los criterios diagnósticos establecidos, con ecocardiograma descartando patologías estructurales cardíacas y que contaban con registros completos de parámetros clínicos, gasométricos y ventilatorios.

Se diseñó una hoja de recolección de datos en formato digital, en la cual se registraron las variables sociodemográficas (sexo, edad gestacional, peso al nacer, edad al diagnóstico), clínicas (días de

ventilación mecánica, evolución y desenlace) y gasométricas (cinco mediciones secuenciales de índices de oxigenación). Se identificó el grupo de intervención (posición prono) y el grupo control (posición supina) con base en la estrategia ventilatoria implementada.

Los datos fueron capturados y validados en una base estructurada de Microsoft Excel®, y posteriormente se exportaron a IBM SPSS® versión 25.0 para su análisis estadístico. El análisis incluyó estadística descriptiva mediante frecuencias absolutas y relativas para variables cualitativas, y medidas de tendencia central y dispersión para variables cuantitativas.

Para el análisis inferencial, se utilizó la prueba de Chi-cuadrada o exacta de Fisher para comparar proporciones entre grupos, y la prueba U de Mann-Whitney o t de Student para muestras independientes, según la distribución de los datos. Se calcularon odds ratio (OR) con intervalos de confianza del 95% para estimar el efecto de la pronación sobre la duración prolongada de la ventilación mecánica (>9 días). Asimismo, se realizaron pruebas de correlación de Spearman para evaluar la relación entre las mediciones gasométricas y la intervención.

Todos los análisis se interpretaron con un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$.

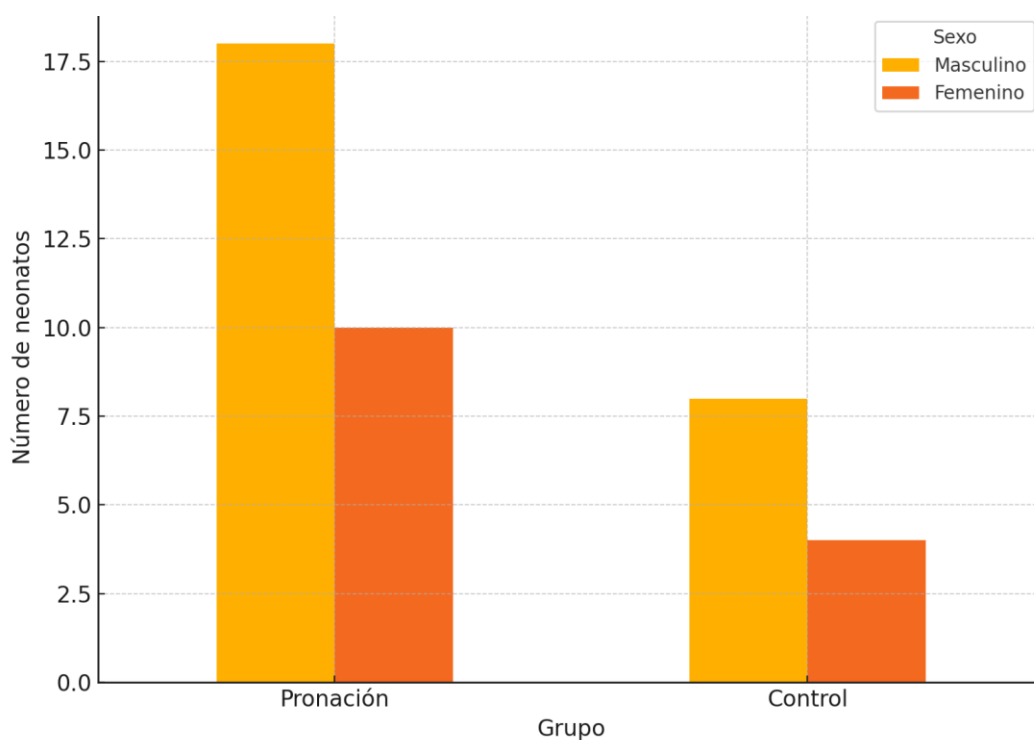
8.12 Cronograma de actividades:

ACTIVIDAD	Ago 20	Dic 20	Mar 21	Jul 21	Ene 22	May 22	Feb 23	Nov 23	Abr 24	Nov 24	Abr 25	Dic 25
Redacción de protocolo de investigación	x	x								x	x	
Entrega al comité de investigación local		x										
Inicio real del estudio			x									
Recolección de datos			x	x	x	x						
Captura de datos			x	x	x	x						
Análisis de datos							x	x	x			
Resultados finales										x		
Conclusiones y recomendaciones											x	
Informe final											x	
Presentación de eventos académicos												X

9. RESULTADOS

La muestra del presente estudio estuvo conformada por 40 neonatos diagnosticados con síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN), de los cuales 28 (70%) fueron tratados con posición prono y 12 (30%) conformaron el grupo control (no prono). En cuanto al sexo, predominó el masculino en ambos grupos, representando el 64.3% en el grupo prono y el 66.7% en el grupo control, con una proporción global del 65% de recién nacidos varones.

Figura 1. Distribución de la muestra por sexo según grupo de intervención



El peso al nacer promedio fue de 2583.8 ± 774.5 gramos para el total de la muestra, siendo ligeramente menor en el grupo prono (2564.0 ± 800.3 g) en comparación con el grupo control (2632.5 ± 683.5 g). La edad al momento del diagnóstico fue similar entre grupos, con una media de 3.8 ± 2.3 días en el grupo prono y 4.2 ± 2.9 días en el grupo control.

Respecto a la edad gestacional, se observó una media de 36.3 ± 1.9 semanas en el total de la muestra, con 36.1 ± 2.0 semanas en el grupo prono y 36.8 ± 1.8 semanas en el grupo control. La edad gestacional corregida mostró un patrón similar, con medias de 37.9 ± 2.1 semanas en los neonatos pronados y 38.6 ± 1.6 semanas en el grupo control. Cabe destacar que las edades

gestacionales se expresan en semanas con decimales para fines de análisis estadístico, lo cual corresponde a una representación continua de los días dentro de cada semana.

Finalmente, la duración media de la ventilación mecánica fue de 6.0 ± 3.4 días para la muestra total, siendo considerablemente menor en el grupo prono (5.2 ± 2.9 días) en comparación con el grupo control (8.1 ± 3.4 días), lo que sugiere una posible asociación entre la intervención postural y una menor necesidad de soporte ventilatorio prolongado.

Respecto a los días de ventilación tenemos que el 72.5 % (n=29) presentaron una duración de ventilación mecánica (VM) menor o igual a 9 días, y el 27.5 % (n=11) igual o mayor a 10 días.

Tabla 1. Descripción general de la muestra

Variable	Grupo	Media	Desviación estándar	Mínimo	25%	50%	75%	Máximo
Peso al nacer (g)	Pronación	2564.0	800.31	1000.0	2000.0	2600.0	3000.0	4200.0
	Control	2632.5	683.52	1400.0	2100.0	2650.0	3200.0	3900.0
Edad al diagnóstico (días)	Pronación	3.8	2.3	1.0	2.0	3.0	5.0	9.0
	Control	4.2	2.9	1.0	2.0	3.0	5.0	11.0
Edad gestacional (semanas)	Pronación	36.1	2.0	31.0	34.0	36.0	38.0	39.5
	Control	36.8	1.8	33.0	35.0	37.0	38.0	40.0
Edad gestacional corregida	Pronación	37.9	2.1	33.0	36.0	38.0	39.5	41.5
	Control	38.6	1.6	35.0	37.0	39.0	40.0	41.3
Días de VM	Pronación	5.2	2.9	1.0	3.0	5.0	7.0	10.5
	Control	8.1	3.4	3.0	6.0	8.0	10.0	14.0

En cuanto al desenlace vital, se observó que en el grupo de neonatos que recibieron la intervención de pronación, el 85.7 % (n = 24) sobrevivió, mientras que el 14.3 % (n = 4) presentó fallecimiento durante la hospitalización.

Por otro lado, en el grupo control, conformado por pacientes que no recibieron la maniobra de pronación, se registró una sobrevida del 83.3 % (n = 10) y la mortalidad fue del 16.6% (n=2).

Aunque la proporción de mortalidad fue mayor en el grupo no intervenido, esta diferencia no alcanzó significación estadística, lo que probablemente se deba al tamaño reducido de la muestra y a la distribución desigual de los pacientes entre los grupos.

Estos hallazgos deben interpretarse con cautela, no solo por el posible efecto de variables clínicas intervinientes, sino también por las limitaciones metodológicas del estudio, entre ellas el tamaño reducido de la muestra, la distribución desigual entre los grupos y el riesgo de sesgo de selección. Tales factores disminuyen la validez externa de los resultados y resaltan la necesidad de investigaciones con diseños más robustos y un mayor poder estadístico que permitan confirmar con mayor certeza la asociación observada.

Desenlace vital según grupo de intervención

En la cohorte analizada del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua (periodo 2017–2021), se evaluó la distribución del desenlace vital en función del grupo de intervención. En el grupo sometido a pronación ($n = 28$), se observó una sobrevida del 85.7% (24 neonatos) y una mortalidad del 14.3% (4 neonatos). Por su parte, en el grupo control ($n = 12$), la sobrevida fue del 83.3% (10 neonatos) y la mortalidad del 16.7% (2 neonatos). Estos hallazgos reflejan proporciones similares de desenlaces vitales entre ambos grupos, sin diferencias estadísticamente significativas en términos de mortalidad neonatal.

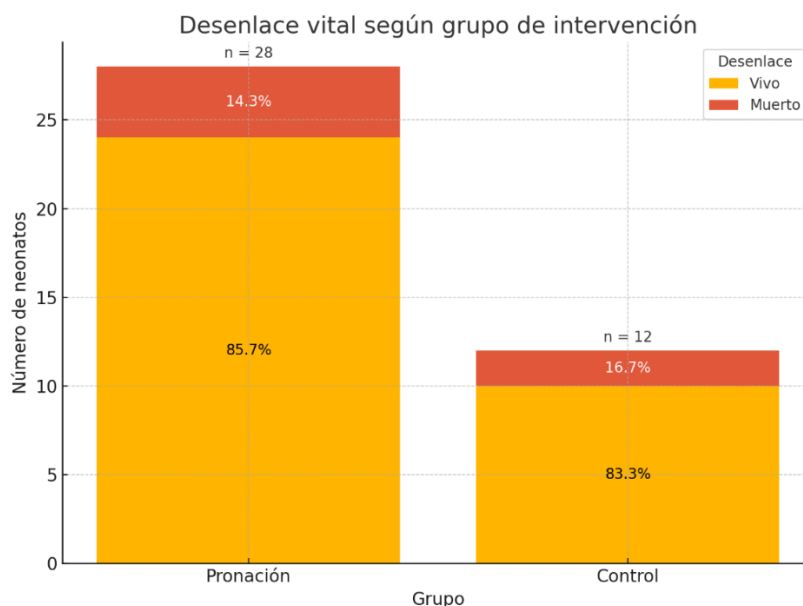
Tabla 2. Tabla cruzada del desenlace vital según el grupo de intervención.

Grupo	Vivo	Muerto	Total
Pronación	24	4	28
Control	10	2	12
Total	34	6	40

Observación: En el grupo pronado, fallecieron 4 de 28 neonatos (14.3%); mientras que en el grupo **control**, fallecieron 2 de 12 neonatos (16.7%).

A pesar de esta diferencia porcentual entre ambos grupos, el análisis estadístico no mostró una diferencia significativa, lo cual podría explicarse por el tamaño muestral reducido y la limitada representación de casos con desenlace fatal, factores que restringen la potencia estadística del estudio para detectar asociaciones concluyentes.

Figura 2. Desenlace vital según grupo de intervención en neonatos con síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN)



Distribución del desenlace vital en neonatos con SDRAN según el grupo de intervención. Se muestran los porcentajes de sobrevida y mortalidad en los grupos con y sin pronación, junto con el tamaño muestral correspondiente. Datos obtenidos del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua, periodo 2017–2021.

Análisis descriptivo de variables clínicas neonatales según grupo

Al analizar las características clínicas de los neonatos incluidos en el estudio, se observaron diferencias relevantes entre los grupos prono y control. El peso al nacer mostró una media de 2564.0 gramos en el grupo prono ($DE \pm 800.3$), con un rango de 1000.0 a 4200.0 g, mientras que en el grupo control la media fue de 2632.5 gramos ($DE \pm 683.5$), con valores entre 1400.0 y 3900.0 g. Las medianas fueron similares: 2600.0 g en el grupo prono y 2650.0 g en el grupo control.

En cuanto a la edad al diagnóstico, los neonatos pronados fueron diagnosticados a una media de 3.8 días de vida ($DE \pm 2.3$), con una mediana de 3.0 días y un rango de 1.0 a 9.0 días. Por su parte, el grupo control presentó una media de 4.2 días ($DE \pm 2.9$), con una mediana también de 3.0 días, aunque con un máximo ligeramente mayor de 11.0 días.

La edad gestacional fue ligeramente menor en el grupo prono, con una media de 36.1 semanas ($DE \pm 2.0$) y mediana de 36.0 semanas, comparado con el grupo control, donde la media fue de 36.8 semanas ($DE \pm 1.8$) y la mediana de 37.0 semanas. El rango gestacional en el grupo prono osciló entre 31.0 y 39.5 semanas, mientras que en el grupo control fue de 33.0 a 40.0 semanas.

Al considerar la edad gestacional corregida, los recién nacidos del grupo pronó presentaron una media de 37.9 semanas ($DE \pm 2.1$), con una mediana de 38.0 semanas; en contraste, el grupo control mostró una media de 38.6 semanas ($DE \pm 1.6$) y mediana de 39.0 semanas.

Finalmente, se identificó una diferencia notable en los días de ventilación mecánica entre ambos grupos. Los pacientes pronados requirieron ventilación por un promedio de 5.2 días ($DE \pm 2.9$), mientras que aquellos del grupo control permanecieron en ventilación por un promedio de 8.1 días ($DE \pm 3.4$). Las medianas también reflejaron esta diferencia, siendo de 5.0 días en el grupo pronó y de 8.0 días en el grupo control, lo que sugiere una reducción en la duración del soporte ventilatorio en neonatos tratados con pronación.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de variables neonatales y clínicas según grupo de intervención (Pronación vs Control)

Variable	Grupo	Media	Desviación estándar	Mínimo	25%	50%	75%	Máximo
Peso al nacer (g)	Pronación	2564.0	800.31	1000.0	2000.0	2600.0	3000.0	4200.0
	Control	2632.5	683.52	1400.0	2100.0	2650.0	3200.0	3900.0
Edad al diagnóstico (días)	Pronación	3.8	2.3	1.0	2.0	3.0	5.0	9.0
	Control	4.2	2.9	1.0	2.0	3.0	5.0	11.0
Edad gestacional (semanas)	Pronación	36.1	2.0	31.0	34.0	36.0	38.0	39.5
	Control	36.8	1.8	33.0	35.0	37.0	38.0	40.0
Edad gestacional corregida	Pronación	37.9	2.1	33.0	36.0	38.0	39.5	41.5
	Control	38.6	1.6	35.0	37.0	39.0	40.0	41.3
Días de VM	Pronación	5.2	2.9	1.0	3.0	5.0	7.0	10.5
	Control	8.1	3.4	3.0	6.0	8.0	10.0	14.0

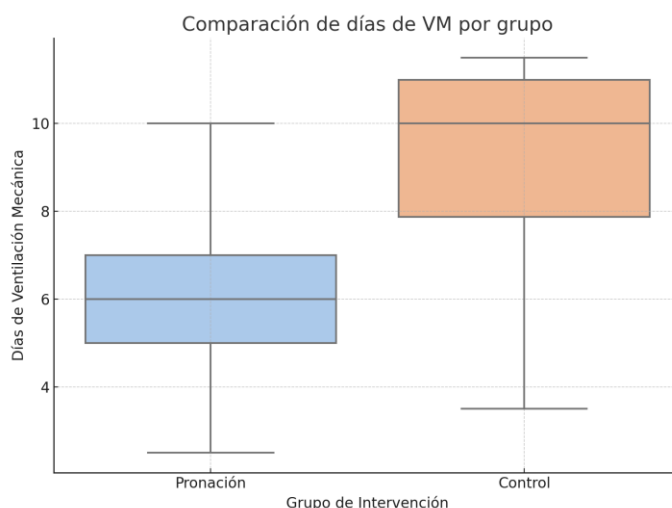
Asociación entre pronación y duración de la ventilación mecánica

El análisis de la asociación entre la posición prono y la duración de la ventilación mecánica (VM) mostró resultados clínicamente relevantes. En el grupo intervención, la mayoría de los neonatos (85.7 %) requirieron VM por ≤ 9 días, mientras que solo el 14.3 % superó este umbral. En contraste, en el grupo control más de la mitad de los pacientes (58.3 %) permanecieron ventilados por > 9 días. La diferencia entre ambos grupos fue estadísticamente significativa (prueba exacta de Fisher, $p = 0.007$). El odds ratio de 0.12 (IC 95 %: 0.02–0.57) indica que el uso de la posición prono se asoció con una reducción aproximada del 88 % en la probabilidad de ventilación prolongada, lo que respalda su valor como estrategia terapéutica efectiva para optimizar los desenlaces respiratorios en neonatos con SDRAN.

Tabla 4. Asociación entre el uso de posición prono y la duración de la ventilación mecánica en neonatos con SDRAN

Días de ventilación	Prono (n=28)	No Prono (n=12)
VM ≤ 9 días	24 (85.7%)	5 (41.7%)
VM > 9 días	4 (14.3%)	7 (58.3%)
Valor p (Fisher)	0.007	

Figura 3. Comparación de días de ventilación mecánica según grupo de intervención en neonatos con SDRAN



Distribución de los días de ventilación mecánica en neonatos con síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN), comparando el grupo **Pronación** (n = 28) y el grupo **Control** (n = 12). Se observa una mediana menor de días de ventilación mecánica en el grupo con pronación en comparación con el grupo control. Los datos corresponden al Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua (2017-2021).

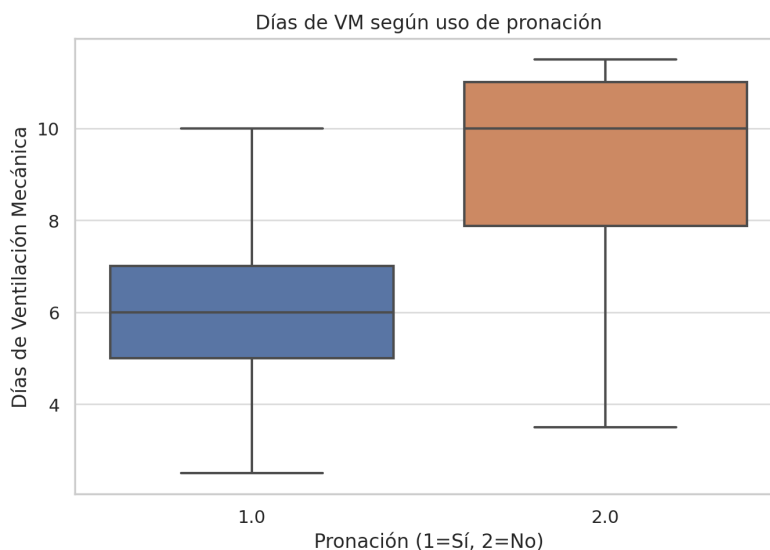
Relación entre duración de VM y mortalidad

Entre los neonatos con $VM \leq 9$ días, 25 (86.2%) sobrevivieron y 4 (13.8%) fallecieron. En los de $VM > 9$ días, 9 (81.8%) sobrevivieron y 2 (18.2%) fallecieron. No hubo diferencia significativa ($p = 1.000$, prueba exacta de Fisher). El coeficiente de correlación de Spearman fue $\rho = -0.06$ ($p = 0.709$), indicando una correlación negativa muy débil y no significativa.

Tabla 5. Asociación entre la duración de la ventilación mecánica y la mortalidad en neonatos con SDRAN

Duración de la VM	Vivo (n=34)	Muerto (n=6)
$VM \leq 9$ días	25 (86.2%)	4 (13.8%)
$VM > 9$ días	9 (81.8%)	2 (18.2%)
Valor p (Fisher)	1.000	

Figura 4. Distribución de los días de ventilación mecánica según el uso de posición prono en neonatos con SDRAN

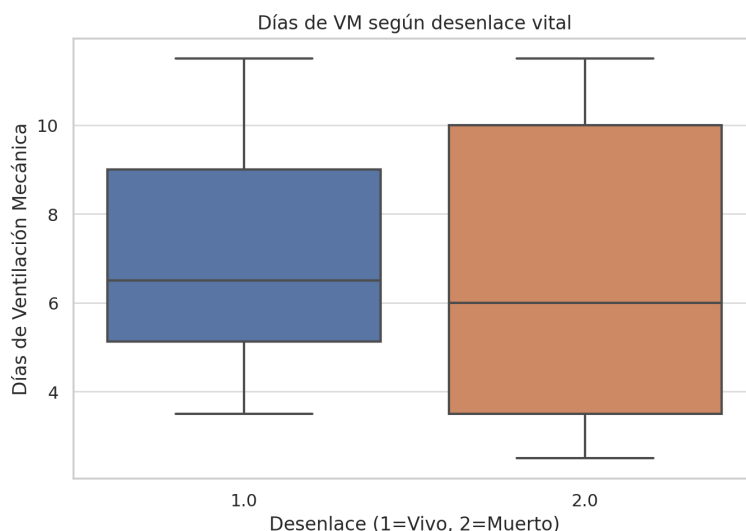


Se observa una menor mediana de días de ventilación mecánica en los neonatos que recibieron la intervención de pronación (1 = Sí) en comparación con aquellos que no fueron pronados (2 = No). La distribución muestra menor dispersión y un rango intercuartílico más estrecho en el grupo prono, lo que sugiere una evolución respiratoria más favorable. Este hallazgo coincide con la asociación estadísticamente significativa ($p = 0.007$) que respalda el efecto beneficioso de la posición prono en la reducción de la duración de la ventilación.

Correlaciones entre variables clínicas y días de VM

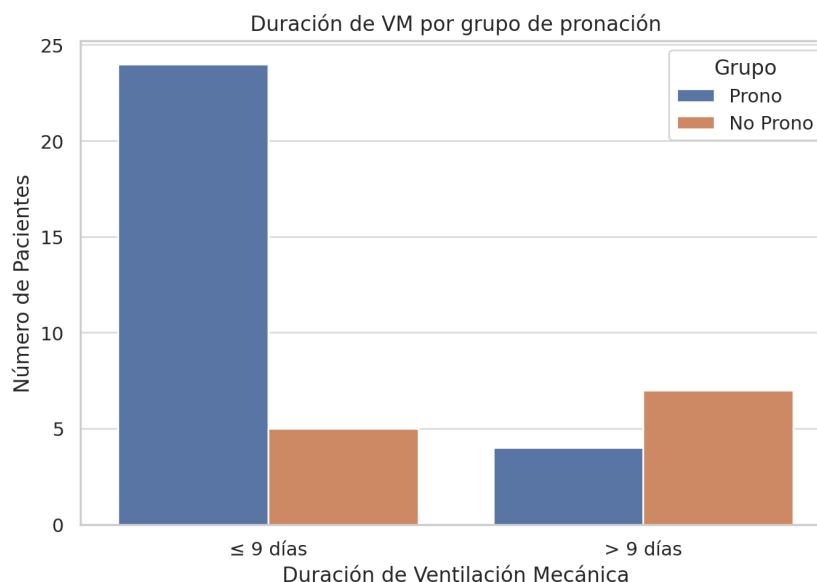
El análisis de Spearman mostró correlaciones débiles entre los días de VM y otras variables clínicas. Peso al nacer se correlacionó moderadamente con la edad gestacional ($\rho = 0.66$). Las variables GASA presentaron correlaciones altas entre sí, indicando una progresión coherente.

Figura 5. Distribución de los días de ventilación mecánica según desenlace vital en neonatos con SDRAN



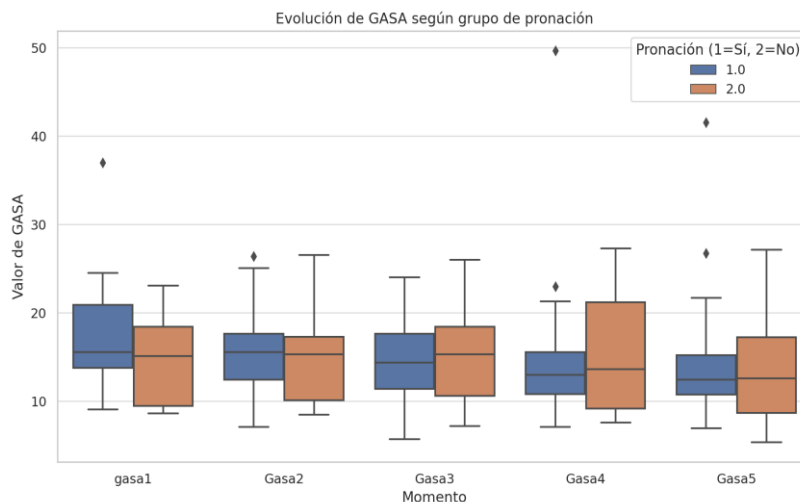
La mediana de días de ventilación mecánica fue ligeramente menor en los neonatos que fallecieron (2 = Muerto) en comparación con los que sobrevivieron (1 = Vivo). No se observaron diferencias marcadas en la dispersión ni en los rangos intercuartílicos entre ambos grupos, lo que sugiere que la duración de la VM no fue un factor determinante del desenlace vital en esta cohorte. Este hallazgo coincide con el análisis estadístico, que no mostró una asociación significativa entre ambas variables ($p = 1.000$).

Figura 6. Distribución de la duración de la ventilación mecánica según el grupo de pronación



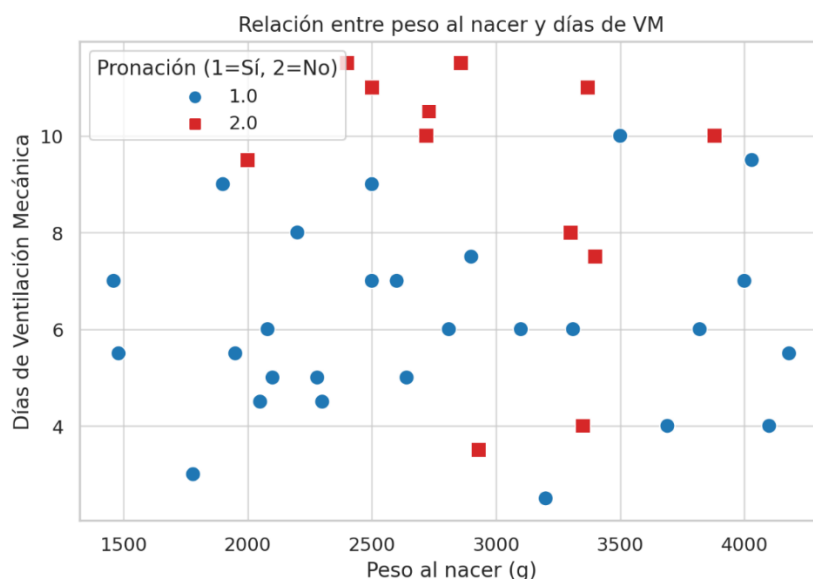
La mayoría de los neonatos pronados presentaron una duración de ventilación mecánica ≤ 9 días, mientras que en el grupo no prono se observó un mayor número de pacientes con ventilación prolongada (> 9 días). Esta distribución refuerza visualmente la asociación estadística significativa ($p = 0.007$) entre el uso de posición prono y una menor duración del soporte ventilatorio.

Figura 7. Evolución de los valores de GASA según grupo de pronación en neonatos con SDRAN



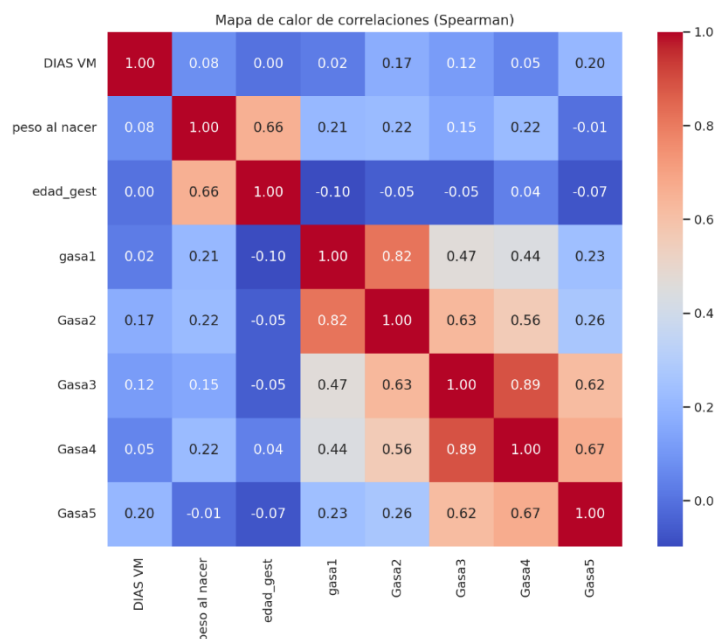
Se observa una tendencia a la mejora sostenida de los valores de GASA en el grupo prono (1 = Sí), especialmente entre GASA1 y GASA3, en comparación con el grupo no prono (2 = No), cuya evolución es más dispersa e irregular. Esta diferencia visual sugiere una respuesta respiratoria más favorable en los neonatos que recibieron intervención temprana con posición prono, aunque no se aplicó una prueba inferencial por momento debido al tamaño muestral.

Figura 8. Relación entre el peso al nacer y los días de ventilación mecánica según grupo de pronación



No se observa una tendencia clara entre el peso al nacer y la duración de la ventilación mecánica. Los datos están distribuidos de forma dispersa en ambos grupos (1 = Prono, 2 = No Prono), lo cual concuerda con el análisis de correlación de Spearman que mostró una relación débil y no significativa entre estas variables. Esta visualización permite apreciar la variabilidad individual en la respuesta ventilatoria sin una influencia directa del peso al nacer.

Figura 9. Mapa de calor de correlaciones de Spearman entre variables clínicas, gasométricas y días de ventilación mecánica



Se observa una correlación moderada entre el peso al nacer y la edad gestacional ($p = 0.66$), así como correlaciones altas entre las mediciones seriadas de GASA (e.g., GASA3–GASA4: $p = 0.89$). Las correlaciones entre los días de ventilación mecánica y otras variables fueron en general débiles, siendo la más alta con GASA5 ($p = 0.20$). Este patrón sugiere que la evolución gasométrica está más relacionada entre sí que con los días de VM o características basales del neonato.

Análisis del efecto de la pronación sobre la duración prolongada de la ventilación mecánica

Se evaluó el efecto de la posición prono sobre la probabilidad de requerir ventilación mecánica (VM) prolongada, definida como una duración mayor a 9 días. Para ello, se construyó una tabla de contingencia 2x2 entre el grupo de pronación (sí vs no) y la variable dicotómica de duración de VM (>9 días = sí).

El análisis arrojó un odds ratio (OR) de 0.12 con un intervalo de confianza del 95% entre 0.02 y 0.57, y un valor $p = 0.0075$.

Tabla 6. Asociación entre el uso de posición prono y el riesgo de ventilación mecánica prolongada en neonatos con SDRAN

	VM $\leq$ 9 días	VM > 9 días	Total
Grupo Prono	24	4	28
Grupo No Prono	5	7	12
OR (IC 95%)	0.12 (0.02–0.57)		
Valor p (Fisher)	0.0075		

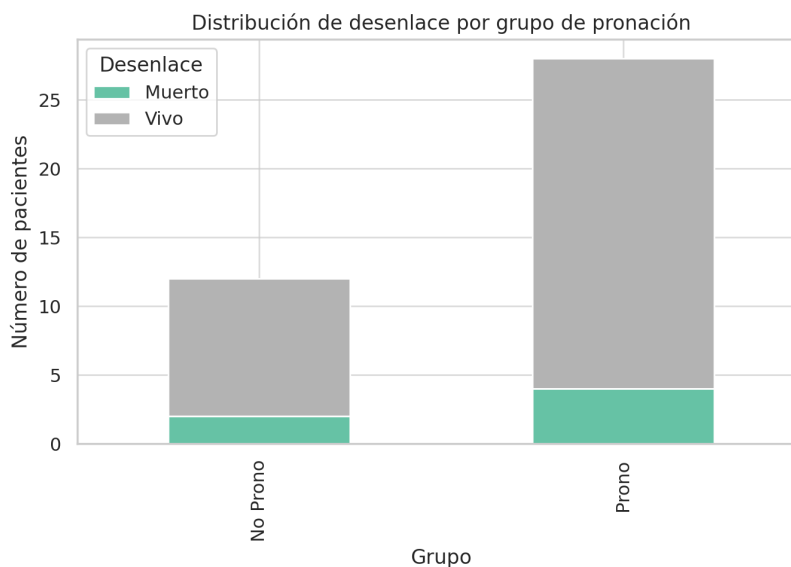
Los neonatos con SDRAN que fueron colocados en posición prono presentaron una reducción del 88% en la probabilidad de requerir VM prolongada en comparación con aquellos que no recibieron esta intervención. Esta asociación fue estadísticamente significativa y clínicamente relevante, lo que refuerza el impacto beneficioso del uso de la pronación temprana como estrategia para optimizar la evolución respiratoria en esta población vulnerable.

Los pacientes que fueron colocados en posición prono tuvieron 88% menos probabilidad de requerir una ventilación mecánica prolongada (>9 días), en comparación con aquellos que no fueron pronados.

Este hallazgo no solo es estadísticamente significativo, sino también clínicamente relevante, ya que respalda el uso de la posición prono como una intervención efectiva para reducir el tiempo de soporte ventilatorio en neonatos con síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRAN).

La intervención podría ser especialmente útil en unidades de cuidados intensivos neonatales con recursos limitados, al reducir la duración del tratamiento y los riesgos asociados a una VM prolongada (como infecciones nosocomiales, barotrauma o displasia broncopulmonar).

Figura 10. Distribución del desenlace vital según el grupo de pronación en neonatos con SDRAN



La mayor proporción de pacientes con desenlace favorable (vivo) se observó en el grupo que recibió posición prono. Aunque no se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la mortalidad entre los grupos ($p = 1.000$), esta visualización sugiere una posible tendencia hacia mejores desenlaces en neonatos pronados, lo cual podría investigarse con una muestra mayor.

Evolución de las gasometrías arteriales según grupo de pronación

Se analizó la evolución secuencial de los valores promedio de las gasometrías arteriales (GASA) en pacientes neonatos con síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN), diferenciando entre aquellos que recibieron manejo con pronación y aquellos que no fueron pronados (grupo control). En total se consideraron 22 mediciones gasométricas consecutivas para cada paciente, correspondientes a distintas etapas del seguimiento clínico.

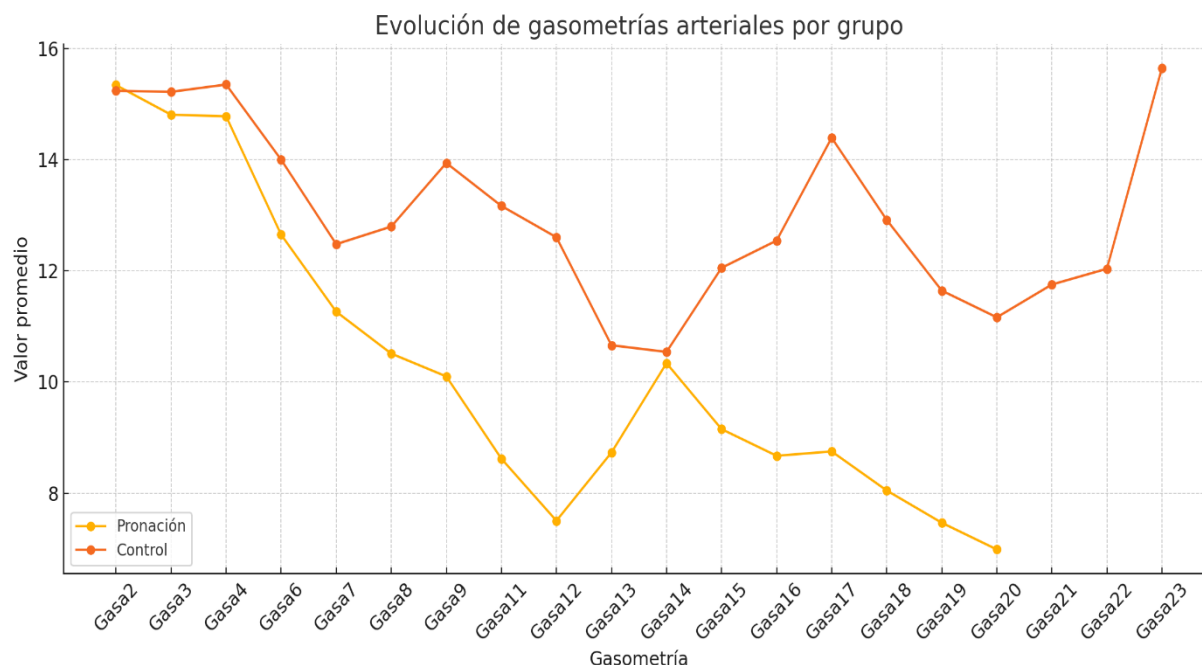
Los resultados mostraron que, desde las primeras mediciones, ambos grupos presentaban valores similares de GASA (medias entre 14 y 15 unidades). Sin embargo, a partir de la sexta gasometría (Gasa6), se observó una tendencia progresiva a la disminución de los valores en ambos grupos, con una diferencia notable: el grupo con pronación mantuvo valores consistentemente más bajos que el grupo control en casi todas las mediciones posteriores.

La brecha entre ambos grupos se hizo más evidente hacia la mitad del seguimiento (alrededor de Gasa10 a Gasa18), donde los valores promedio del grupo pronado se estabilizaron por debajo de 10 unidades, mientras que el grupo control permaneció por encima de ese umbral.

Esta tendencia persistió hasta la última medición (Gasa23), donde el grupo control mostró un repunte marcado en los valores de GASA, alcanzando el punto más alto de la serie (15.7 unidades), mientras que el grupo pronado presentó un valor moderadamente menor.

Estos hallazgos sugieren que la intervención con pronación tuvo un impacto favorable en la evolución de los valores gasométricos, reflejando una mejoría más sostenida en el intercambio gaseoso y una posible reducción en la severidad de la disfunción pulmonar. Aunque se trata de un análisis descriptivo, los patrones observados respaldan la utilidad clínica de la pronación como estrategia adyuvante en el manejo del SDRAN.

Figura 11. Evolución de gasometrías arteriales promedio según grupo de intervención



En la figura se presenta la evolución de los valores promedio de las gasometrías arteriales secuenciales, comparando a los neonatos que fueron sometidos a pronación con aquellos que permanecieron en decúbito supino (grupo control). Se observa que, a lo largo del seguimiento, los pacientes del grupo con pronación mostraron una disminución progresiva en los valores de las gasometrías, alcanzando una reducción más marcada entre las determinaciones Gasa6 a Gasa14. En contraste, el grupo control mantuvo valores persistentemente elevados, con oscilaciones leves y sin una tendencia clara de mejoría. Esta divergencia en las trayectorias sugiere un efecto positivo de la intervención con pronación sobre el intercambio gaseoso, evidenciado por una evolución más favorable en los parámetros gasométricos. El patrón observado respalda la hipótesis de que la pronación podría contribuir a una mejoría clínica más rápida en los pacientes con SDRAN.

Análisis de correlaciones entre variables clínicas y días de ventilación mecánica

Con el objetivo de explorar posibles diferencias clínicas entre los pacientes con ventilación mecánica (VM) ≤ 9 días y aquellos con VM > 9 días, se realizó una comparación bivariada de variables relevantes. En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos:

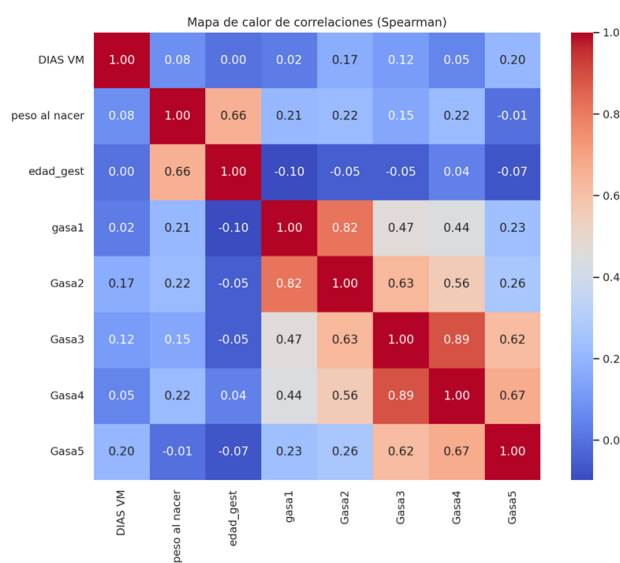
Tabla 7. Comparación de características neonatales y desenlace clínico según duración de la ventilación mecánica

Variable	VM ≤ 9 días	VM > 9 días	p valor	Prueba estadística
Edad gestacional (mediana)	37.3	38.0	0.705	Mann-Whitney U
Peso al nacer (media $\pm$ DE)	2745 $\pm$ 785 g	2945 $\pm$ 666 g	0.431	Mann-Whitney U
Mortalidad (%)	13.8%	18.2%	1.000	Fisher exacta

Aunque no se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en las variables analizadas, se observaron algunas tendencias clínicas relevantes, como un mayor peso promedio al nacer en el grupo con VM > 9 días y una mortalidad ligeramente más alta en dicho grupo.

Estos hallazgos deben interpretarse con cautela debido al tamaño muestral limitado, pero orientan futuras investigaciones hacia el análisis multivariado para explorar la interacción entre variables. Con el propósito de explorar las relaciones entre la duración de la ventilación mecánica (VM) y diversas variables clínicas y respiratorias, se construyó un mapa de calor de correlaciones de Spearman. Esta prueba fue seleccionada por su adecuación a variables cuantitativas no necesariamente normales y a escalas ordinales.

Figura 12. Mapa de calor de correlaciones entre variables clínicas y gasométricas.



El gráfico muestra las correlaciones de Spearman entre los días de ventilación mecánica (DIAS VM), peso al nacer, edad gestacional, y las primeras cinco mediciones gasométricas (GASA1 a GASA5). Se observa una fuerte correlación positiva entre mediciones gasométricas sucesivas, en especial entre GASA3 y GASA4 ($\rho = 0.89$), así como una correlación moderada entre DIAS VM y GASA5 ($\rho = 0.20$). La correlación entre DIAS VM y edad gestacional fue nula ($\rho = 0.00$), indicando independencia entre estas variables.

Tabla 8. Distribución del grado de SDRAN según la respuesta a la prueba de pronación en neonatos intervenidos

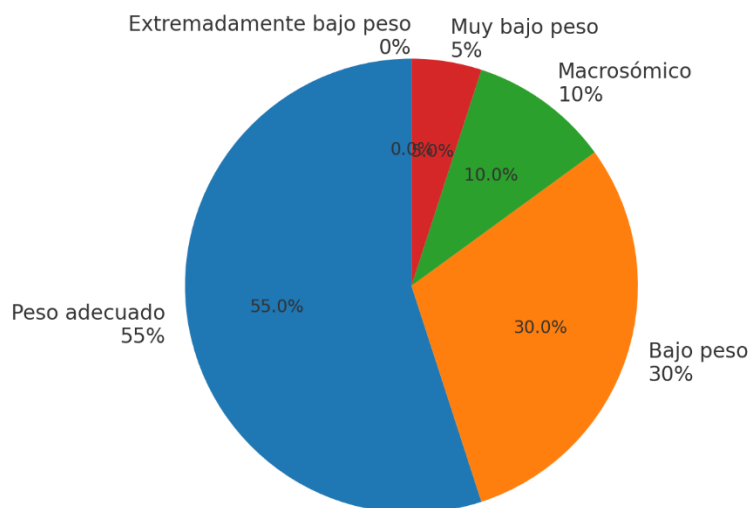
Grado de SDRAN	Prono test Negativo	Prono test Positivo	Total
Moderado	4	12	16
Severo	4	8	12
Total	8	20	28

Distribución del grado de síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN) según la respuesta a la prueba de pronación. La mayoría de los neonatos con SDRAN moderado presentaron respuesta positiva a la prueba de pronación. Datos correspondientes al grupo intervenido ($n = 28$).

En la cohorte analizada, se observó que la mayoría de los neonatos con SDRAN presentó un peso al nacer dentro de los rangos normales, con un total de 22 casos (55%). Le siguieron aquellos con bajo peso, que representaron 12 casos (30%). Asimismo, se registraron 4 neonatos con peso macrosómico (10%) y 2 con muy bajo peso al nacer (5%). No se reportaron casos con peso extremadamente bajo. Esta distribución indica una mayor prevalencia del peso adecuado para la

edad gestacional, aunque también resalta la presencia de condiciones de riesgo asociadas a pesos fuera del rango normal.

Figura 13. Distribución de neonatos con SDRAN según categoría de peso al nacer

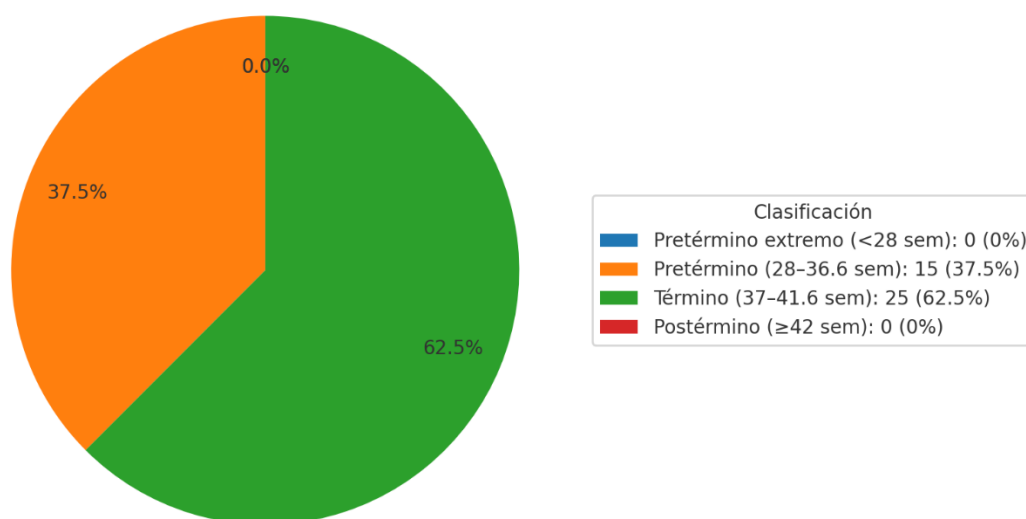


Clasificación de neonatos con SDRAN según el peso al nacer. La mayoría presentó peso adecuado para la edad gestacional, seguido de casos con bajo peso. Se observan también casos aislados de macrosomía, muy bajo peso y extremo bajo peso. Datos correspondientes a una cohorte de 40 pacientes del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua (2017–2021).

En cuanto a la edad gestacional, se observó que la mayor proporción de neonatos con SDRAN correspondió a los nacidos a término, representando el 62.5% de la muestra (n=25). En segundo lugar, se ubicaron los pretérmino, con un 37.5% (n=15), mientras que no se identificaron casos en las categorías de pretérmino extremo (<28 semanas) ni en la de postérmino (≥ 42 semanas).

Estos resultados sugieren que, aunque el SDRAN suele presentarse en pacientes de término, en esta cohorte también se presentó de manera significativa en neonatos pretérmino, lo que resalta la importancia de considerar otros factores perinatales en el desarrollo del síndrome.

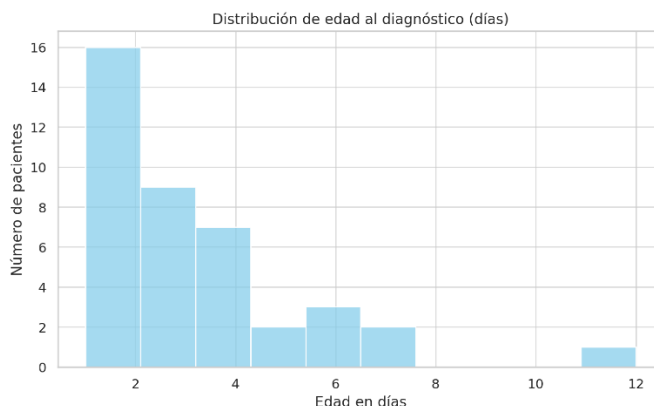
Figura 14. Distribución de los neonatos con SDRAN según la edad gestacional (edad gestacional en semanas a nacimiento)



La mayoría de los neonatos con síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN) fueron clasificados como nacidos a término (62.5%, n=25), seguidos por los pretérmino (37.5%, n=15). No se registraron casos en las categorías de pretérmino extremo ni postérmino. Datos correspondientes a una cohorte de 40 pacientes atendidos en el Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua entre 2017 y 2021.

La distribución de la edad al diagnóstico mostró que la mayoría de los casos de SDRAN fueron identificados en los primeros días de vida. En específico, 16 neonatos (40%) fueron diagnosticados al primer día de vida, 9 (22.5%) al segundo día y 7 (17.5%) al tercer o cuarto día. La frecuencia disminuyó progresivamente en los días posteriores, con algunos casos aislados diagnosticados hasta el día 11. Estos hallazgos sugieren un inicio clínico temprano del cuadro respiratorio en la mayoría de los pacientes.

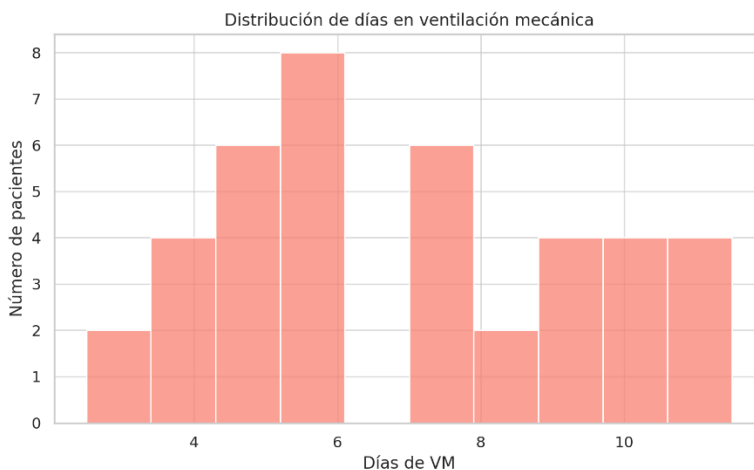
Figura 15. Distribución de la edad al diagnóstico de SDRAN en días de vida



Distribución de pacientes según la edad en días al momento del diagnóstico de síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN). La mayoría fue diagnosticada dentro de los primeros 3 días de vida. Datos obtenidos del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua, periodo 2017–2021.

En cuanto al tiempo de soporte ventilatorio, se observó que la mayoría de los neonatos con SDRAN permanecieron en ventilación mecánica entre 5 y 7 días. En específico, 8 pacientes (20%) fueron ventilados durante 6 días, y 6 pacientes (15%) durante 5 o 7 días. Menores proporciones requirieron 3, 4, 8, 9, 10 u 11 días de VM. Este patrón sugiere una duración moderada del soporte ventilatorio en la mayoría de los casos, con pocos extremos hacia tiempos prolongados.

Figura 16. Distribución de los días en ventilación mecánica en neonatos con SDRAN

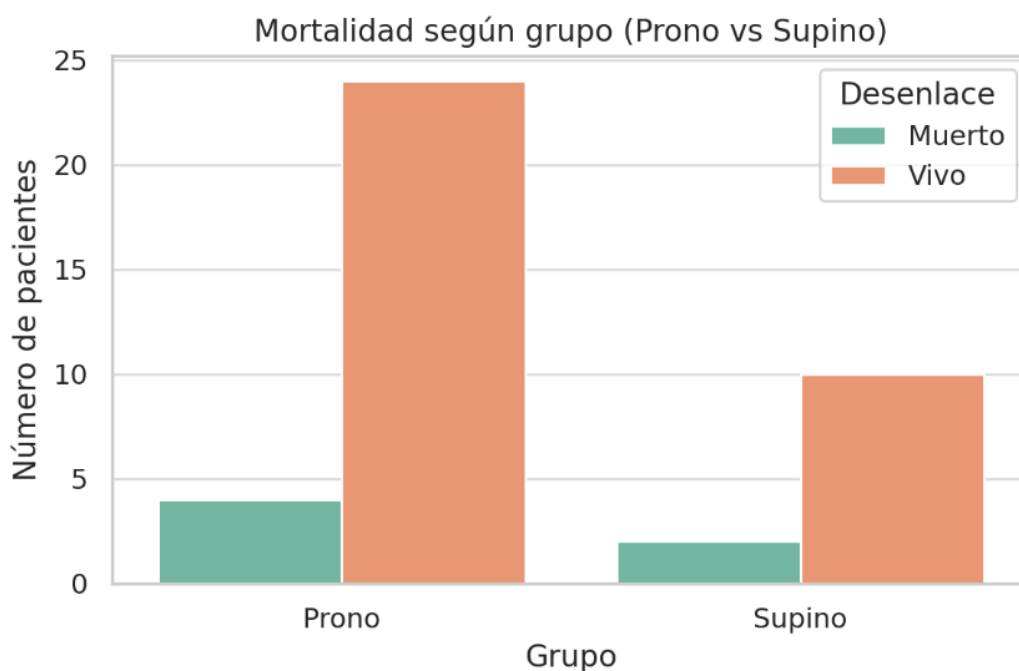


Frecuencia de días de soporte con ventilación mecánica (VM) en neonatos diagnosticados con síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN). La mayoría de los pacientes requirió entre 5 y 7 días de asistencia ventilatoria. Datos obtenidos del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua, periodo 2017–2021.

Respecto al desenlace vital según grupo de intervención, se observó que en el grupo de pronación ($n = 28$) sobrevivieron 24 neonatos (85.7%), mientras que 4 (14.3%) fallecieron.

En el grupo supino o control ($n = 12$), se registraron 10 sobrevivientes (83.3%) y 2 defunciones (16.7%). Aunque la mortalidad fue ligeramente mayor en el grupo control, esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

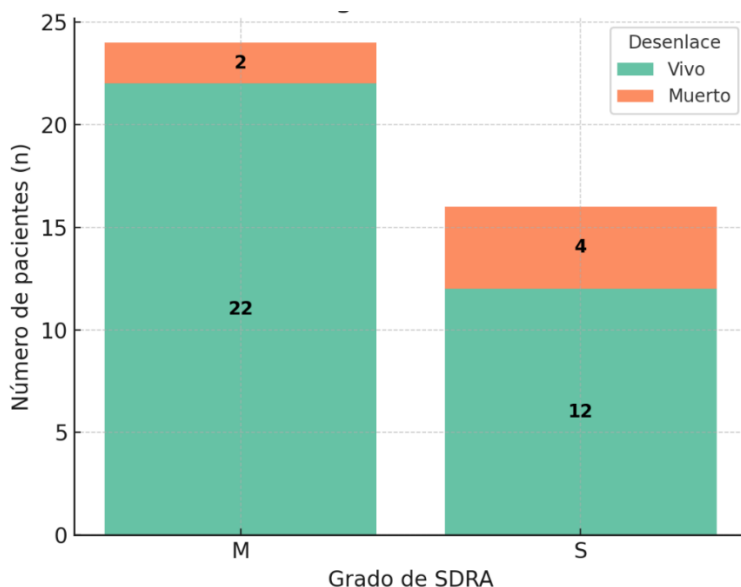
Figura 17. Mortalidad según grupo de intervención (pronación vs. supino)



Comparación de la mortalidad entre neonatos con SDRAN manejados con esquema de pronación y aquellos en posición supina. En el grupo prono se registraron 4 fallecimientos y en el grupo supino 2. Datos del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua (2017–2021).

Al analizar la mortalidad en relación con la severidad del síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal, se encontró que en el grupo con SDRAN moderado se registraron 2 defunciones y 22 sobrevivientes, mientras que en el grupo con SDRAN severo hubo 4 defunciones y 12 sobrevivientes. Lo anterior sugiere una tendencia a mayor mortalidad en neonatos con mayor gravedad clínica, aunque no se alcanzó significancia estadística ($p > 0.05$).

Figura 18. Mortalidad según la severidad del síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN)



Distribución del desenlace vital según el grado de severidad del SDRAN en neonatos atendidos en el Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua, durante el periodo 2017–2021. La mortalidad fue mayor en el grupo con SDRAN severo en comparación con los casos moderados.

En la distribución de diagnósticos de los neonatos con SDRAN se identificó que la sepsis fue la causa más frecuente, representando el 60% de los casos (n=24). Dentro de esta categoría, la mayor proporción correspondió a la sepsis neonatal temprana (n=9), seguida de la sepsis neonatal tardía (n=7) y de la sepsis secundaria a neumonía (n=8), de las cuales 3 fueron asociadas a cuidados de la salud, 4 de origen uterino y 1 adquirida en la comunidad. El segundo diagnóstico en frecuencia fue el síndrome de aspiración meconial (n=12), seguido de la enterocolitis necrotizante (n=4). Estos resultados reflejan que las infecciones neonatales, en particular las sepsis y las neumonías asociadas, constituyen un factor determinante en la presentación del SDRAN, lo que resalta la importancia del control de infecciones y la prevención perinatal como estrategias prioritarias.

Tabla 9. Distribución de condiciones clínicas según categoría diagnóstica en neonatos con SDRAN

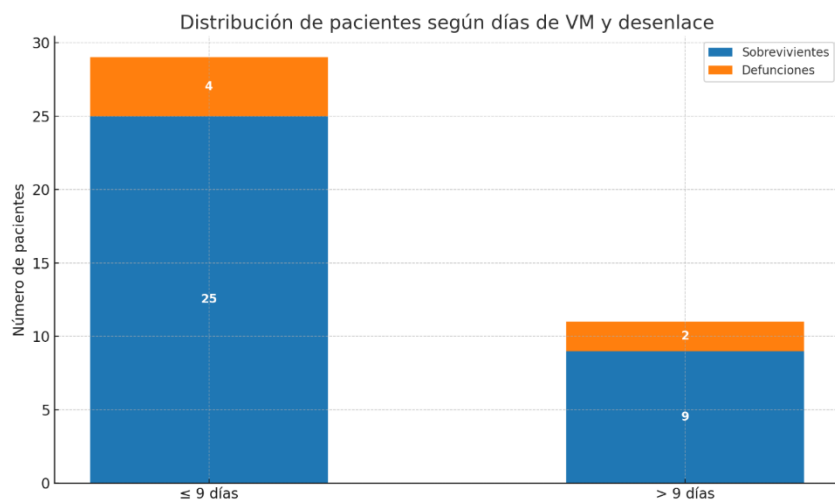
Diagnóstico	Frecuencia
Sepsis (total)	24
└─ <i>Sepsis neonatal temprana</i>	9
└─ <i>Sepsis neonatal tardía</i>	7
└─ <i>Sepsis por neumonía (total)</i>	8
• <i>Neumonía asociada a cuidados de la salud</i>	3
• <i>Neumonía uterina</i>	4
• <i>Neumonía adquirida en la comunidad</i>	1
Síndrome de aspiración meconial	12
Enterocolitis necrotizante	4
Total	40

Distribución de los diagnósticos principales asociados a los neonatos con síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN). Se observa un predominio de la sepsis (60% del total), seguida del síndrome de aspiración meconial (30%), la enterocolitis necrotizante (10%). Datos obtenidos del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua (2017–2021).

Al analizar la relación entre la duración de la ventilación mecánica y la mortalidad, tomando como punto de corte los 9 días, se observó que la mayor proporción de neonatos con SDRAN sobrevivió cuando la ventilación fue de corta duración (≤ 9 días), alcanzando un total de 25 casos frente a 4 defunciones. En contraste, en el grupo con ventilación prolongada (> 9 días), sobrevivieron 9 pacientes y fallecieron 2. Es importante destacar que ningún neonato superó los 21 días de ventilación, lo cual sugiere que la necesidad de soporte ventilatorio muy prolongado no fue una característica en esta cohorte.

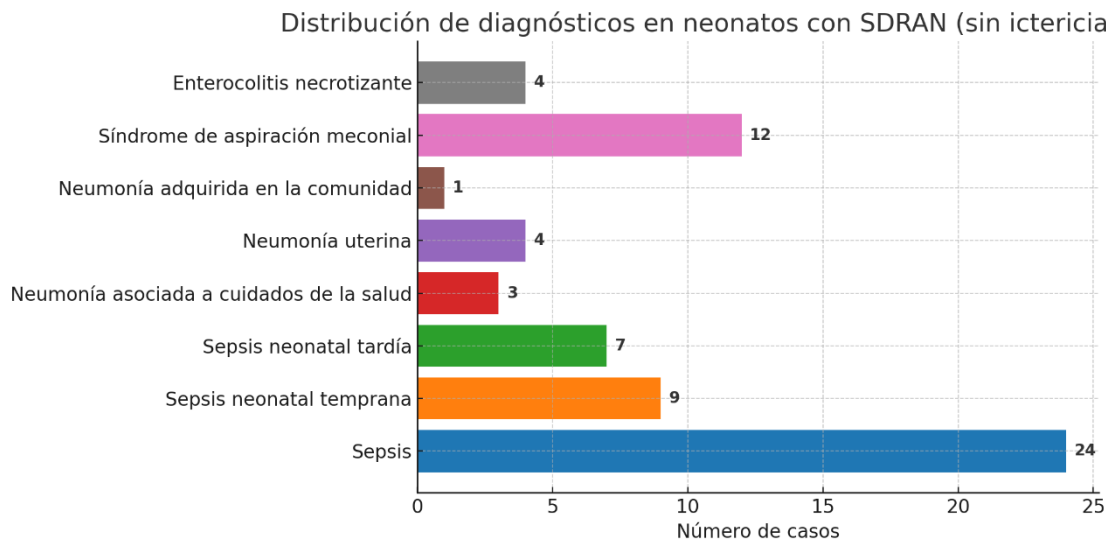
Estos hallazgos indican que la ventilación mecánica más allá de los 9 días se asocia con mayor riesgo de mortalidad, aunque debe considerarse que la gravedad clínica subyacente también condiciona la supervivencia.

Figura 19. Distribución de la mortalidad según la duración de la ventilación mecánica en neonatos con SDRAN.



Distribución de la mortalidad en relación con la duración de la ventilación mecánica. Se observó que la mayoría de los pacientes con ventilación ≤ 9 días sobrevivieron ($n=25$), aunque se registraron 4 defunciones. En el grupo con ventilación > 9 días, 9 pacientes sobrevivieron y 2 fallecieron. Ningún neonato requirió ventilación mecánica por más de 21 días. Datos obtenidos del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua (2017–2021).

Figura 20. Distribución jerárquica de diagnósticos en neonatos con SDRAN (n = 40)



Representación jerárquica de los diagnósticos en neonatos con síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN). Se observa un predominio de la **sepsis** (60%), con subcategorías que incluyen sepsis neonatal temprana, tardía y sepsis secundaria a neumonía, esta última subdividida en neumonía asociada a cuidados de la salud, uterina y adquirida en la comunidad. En menor proporción se identificaron casos de **síndrome de aspiración meconial** (30%) y **enterocolitis necrotizante** (10%). Datos obtenidos del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua (2017–2021).

En el análisis de los días promedio de ventilación mecánica (VM) según el grado de SDRAN y el desenlace vital, se observó que los pacientes con SDRAN moderado que sobrevivieron tuvieron un promedio de 7.3 ± 2.5 días de VM, con una mediana de 6.5 días y un rango intercuartílico (RIC) de 5.1 a 9.9 días. En contraste, los moderados que fallecieron ($n=2$) presentaron un tiempo mucho menor, con un promedio de 2.8 ± 0.3 días, lo que refleja un desenlace fatal a pesar de una ventilación relativamente corta.

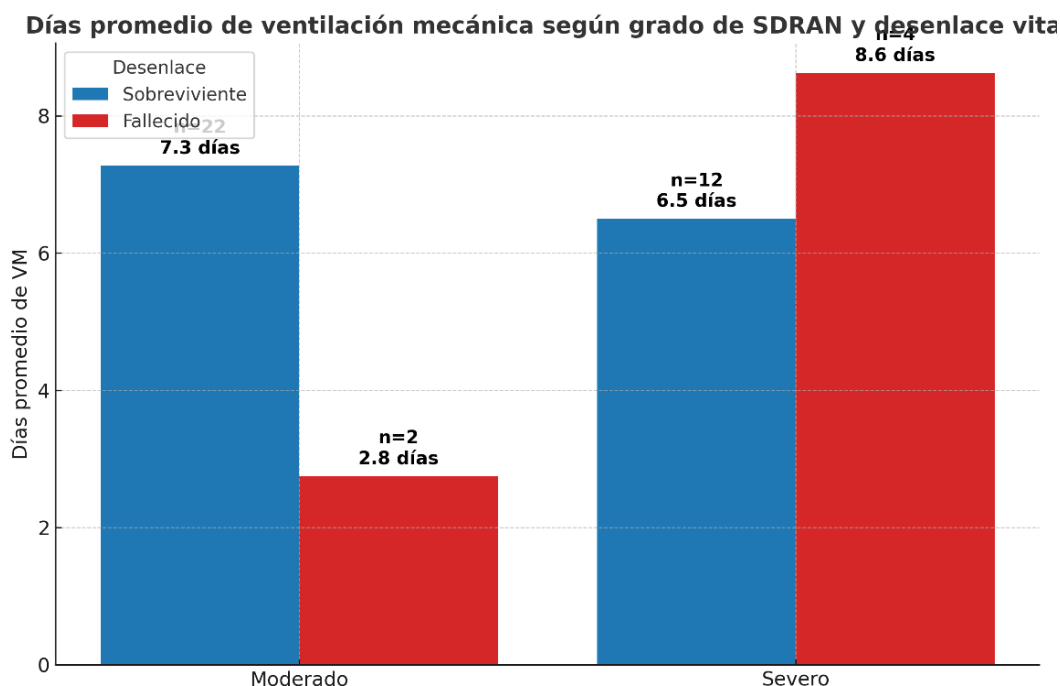
En el grupo de SDRAN severo, los sobrevivientes requirieron en promedio 6.5 ± 1.8 días de VM, con una mediana de 6.5 días y un RIC de 5.6 a 7.5 días. Por otro lado, los fallecidos ($n=4$) presentaron los mayores valores, con un promedio de 8.6 ± 3.1 días, mediana de 9 días y un RIC de 6.5 a 11.1 días, lo que evidencia la asociación entre la gravedad del síndrome y la necesidad de soporte ventilatorio más prolongado.

En conjunto, estos resultados muestran que los neonatos con SDRAN severo que fallecieron tuvieron la mayor duración de VM, mientras que en los moderados la mortalidad ocurrió en un periodo ventilatorio breve. Esto sugiere que la severidad clínica influye no solo en la probabilidad de supervivencia, sino también en la duración del soporte ventilatorio requerido.

Tabla 10. Estadísticos descriptivos de días de VM según grado de SDRAN y desenlace vital

Grado de SDRAN	Desenlace	Media ($\pm$ DE)	Mediana	Rango (mín–máx)	RIC (P25–P75)
Moderado	Fallecido ($n=2$)	2.75 ± 0.35	2.75	2.5 – 3.0	2.62 – 2.88
Moderado	Sobreviviente ($n=22$)	7.27 ± 2.53	6.50	3.5 – 11.5	5.12 – 9.88
Severo	Fallecido ($n=4$)	8.62 ± 3.15	9.00	5.0 – 11.5	6.50 – 11.12
Severo	Sobreviviente ($n=12$)	6.50 ± 1.78	6.50	4.0 – 9.5	5.62 – 7.50

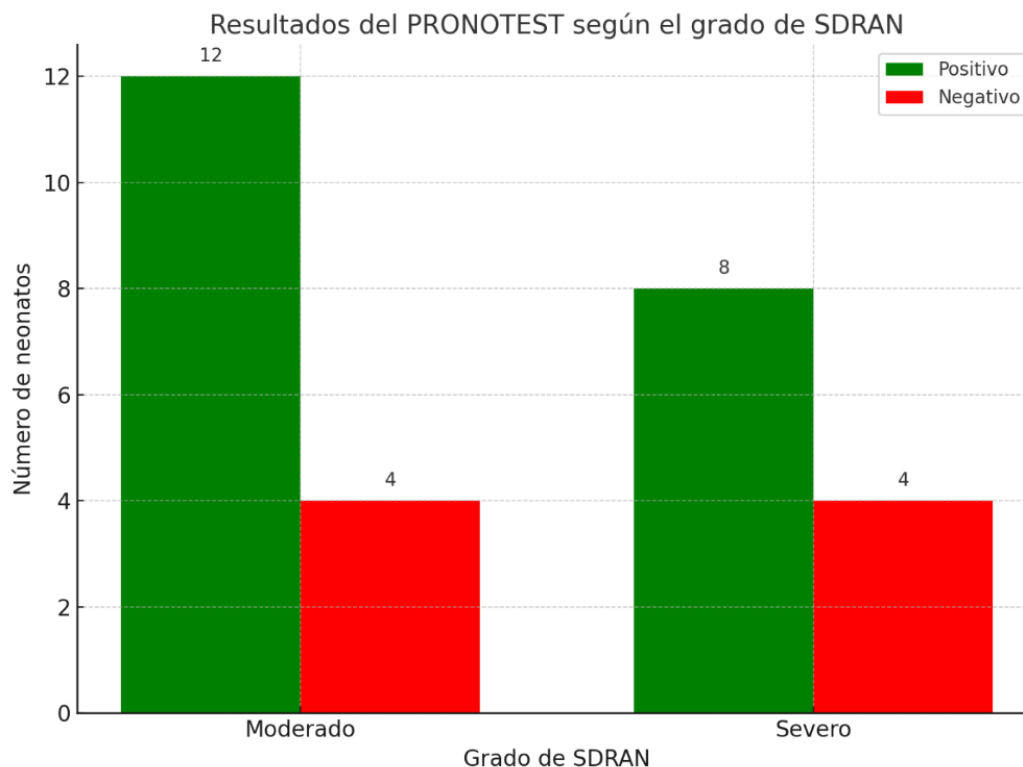
Figura 21. Duración promedio de la ventilación mecánica según grado de SDRAN y desenlace vital



Promedio de días en ventilación mecánica (VM) en neonatos con síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN), diferenciados por grado de severidad (moderado o severo) y desenlace vital (sobrevivientes o fallecidos). Los datos corresponden a la cohorte del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua, periodo 2017–2021.

En relación con la aplicación del PRONOTEST en los neonatos con SDRAN, se identificó que, de los 28 pacientes evaluados, **20 resultaron positivos y 8 negativos**. Al desglosar por grado de severidad, en el grupo **moderado (n = 16)**, se obtuvieron 12 resultados positivos y 4 negativos; mientras que en el grupo **severo (n = 12)**, 8 pacientes fueron positivos y 4 negativos. Estos hallazgos muestran que la positividad del PRONOTEST fue más frecuente en ambos grupos, aunque con una proporción ligeramente mayor en los neonatos con SDRAN moderado.

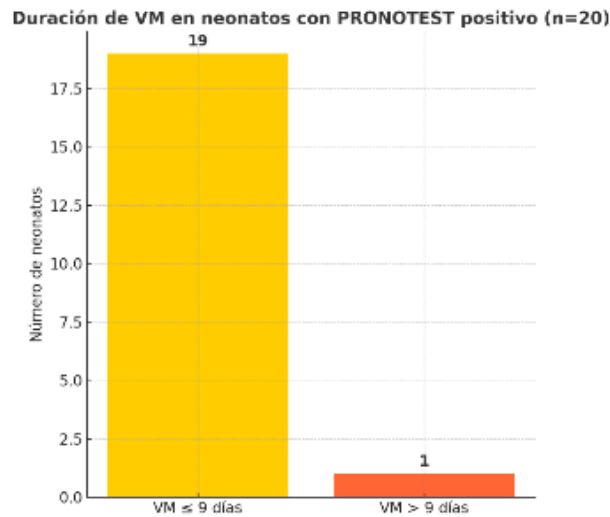
Figura 22. Resultados del PRONOTEST según el grado de SDRAN



Distribución de los resultados del PRONOTEST en neonatos con SDRAN. En el grupo moderado ($n = 16$), 12 casos resultaron positivos y 4 negativos. En el grupo severo ($n = 12$), se documentaron 8 positivos y 4 negativos. En total, 20 neonatos presentaron prueba positiva y 8 prueba negativa.

Al analizar la duración de la ventilación mecánica en los neonatos con PRONOTEST positivo ($n = 20$), se encontró que 19 casos (95%) permanecieron ≤ 9 días en VM, mientras que únicamente 1 paciente (5%) superó los 9 días. Este hallazgo indica que la positividad del PRONOTEST se asoció con una evolución más favorable, caracterizada por un menor tiempo de soporte ventilatorio.

Figura 23. Duración de la ventilación mecánica según resultado del PRONOTEST



La mayoría de los pacientes con PRONOTEST positivo presentó una duración corta de ventilación mecánica (≤ 9 días), mientras que solo un caso superó los 9 días

En la cohorte de neonatos con SDRAN sometidos a pronación ($n = 28$), se observó una mejoría general en los índices de oxigenación al comparar los valores de GASA1 y GASA2. La respuesta al prono test fue positiva en 71.4% de los casos (20/28), definida por una disminución del índice de oxigenación tras la intervención. Esta tendencia sugiere una respuesta temprana favorable en la mayoría de los neonatos tras la aplicación de la posición prono, lo que apoya su utilidad clínica como herramienta diagnóstica y terapéutica en pacientes con SDRAN.

Figura 24. Comparación del índice de oxigenación antes y después del prono test en neonatos con SDRAN

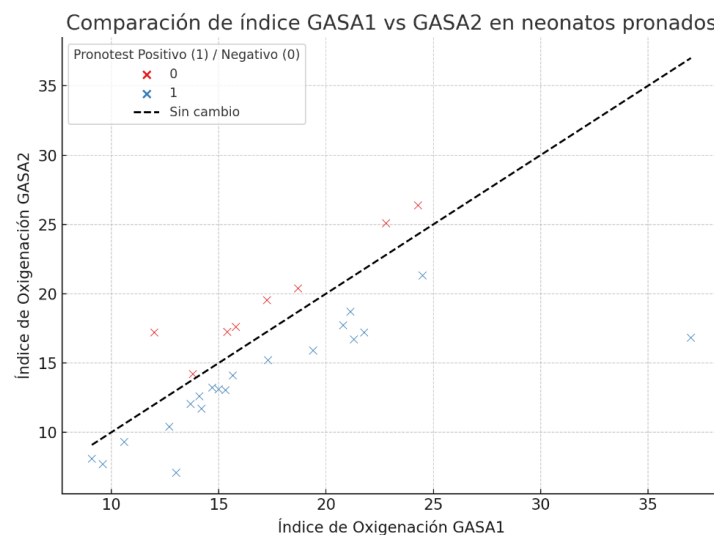
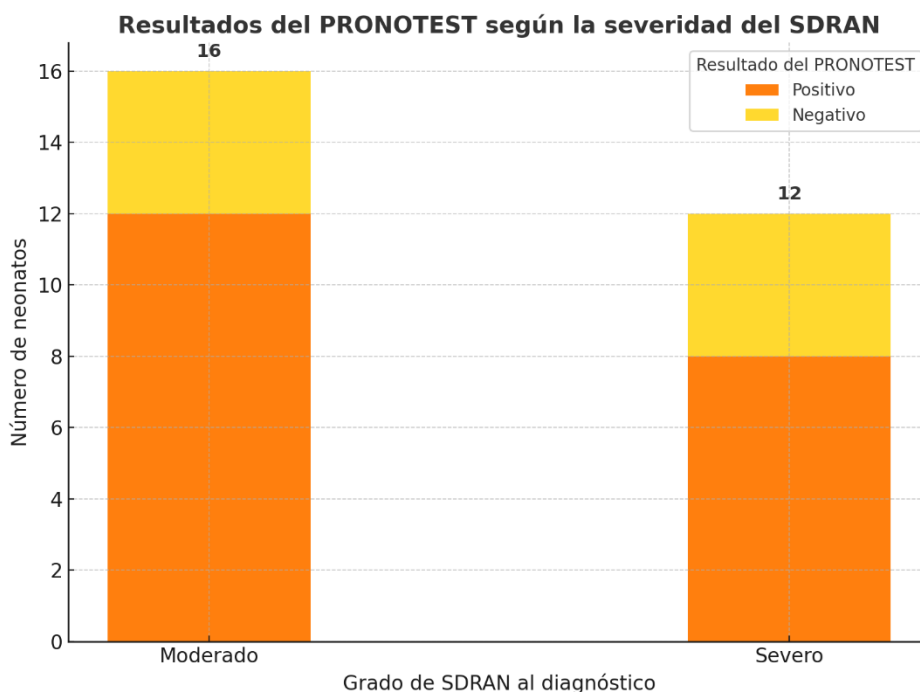


Gráfico de dispersión que compara los valores de índice de oxigenación GASA1 (antes de la pronación) y GASA2 (después de la pronación) en neonatos con SDRAN del grupo pronado ($n = 28$). La línea discontinua representa ausencia de cambio. Los puntos por debajo de la línea indican una disminución en el índice de oxigenación (mejoría), considerados como respuesta positiva al prono test.

En la evaluación de la respuesta al Pono test según la severidad del SDRAN, se observó que tanto neonatos con SDRAN moderado como severo mostraron una proporción considerable de respuestas positivas. De los 16 neonatos clasificados con SDRAN moderado, 12 (75%) presentaron una respuesta positiva al prono test, mientras que, en los 12 casos severos, 8 (66.7%) fueron positivos. Estos hallazgos sugieren que la posición prono podría inducir una mejoría temprana del intercambio gaseoso, no solo en cuadros severos, sino también en casos moderados, destacando su potencial utilidad clínica en una etapa más temprana de la evolución del SDRAN

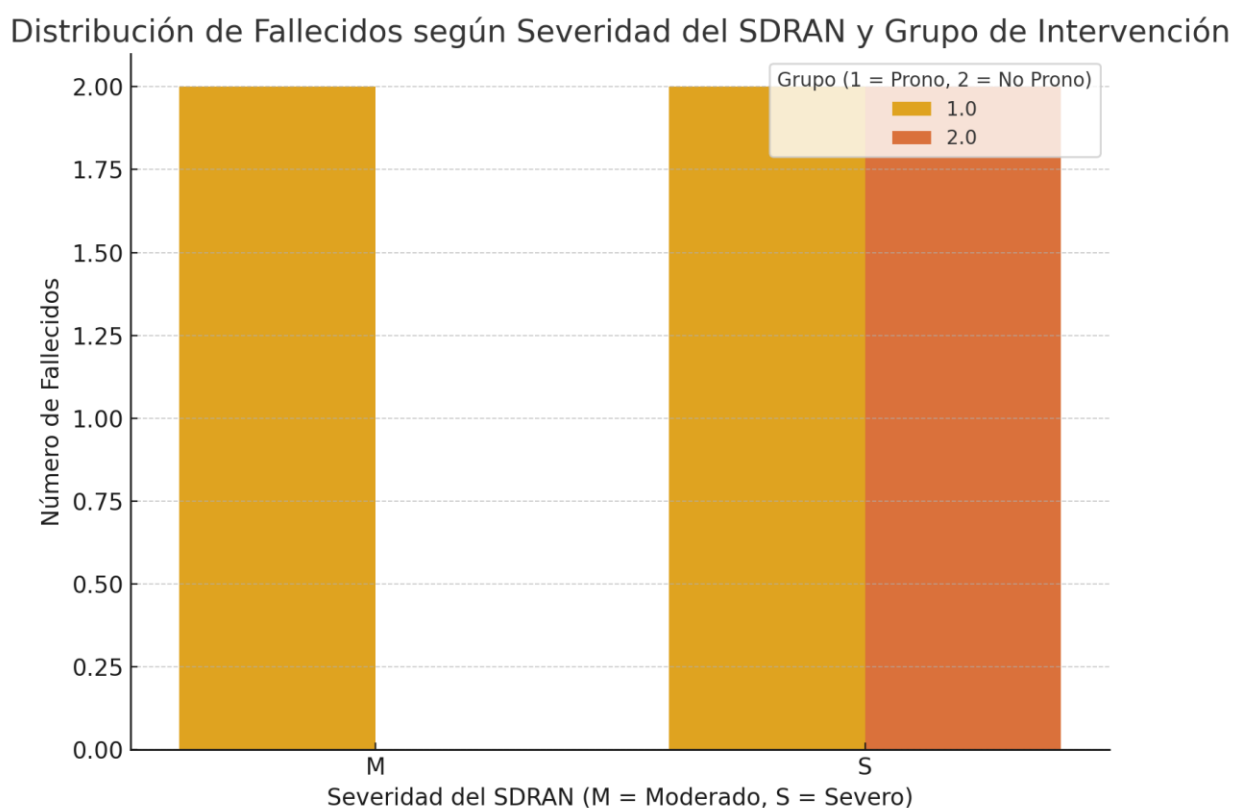
Figura 25. Distribución de la respuesta al prono test según severidad del SDRAN



La gráfica muestra la distribución de neonatos con SDRAN clasificados como moderados o severos, de acuerdo con su respuesta al PRONOTEST. Se consideró PRONOTEST positivo cuando se evidenció una disminución del índice de oxigenación entre la primera y la segunda gasometría. En el grupo moderado ($n = 16$), la mayoría de los pacientes fueron positivos (12 casos, 75%), mientras que en el grupo severo ($n = 12$) también predominó la positividad (8 casos, 66.7%). Estos hallazgos sugieren que la posición prono genera una respuesta temprana favorable en ambos grados de severidad, aunque con mayor proporción en los casos moderados.

En el análisis de mortalidad según severidad del SDRAN y grupo de intervención, se identificaron 6 pacientes fallecidos. De estos, 4 correspondían a casos severos y 2 a moderados. La mayoría de los fallecimientos ($n = 4$) ocurrieron en el grupo con intervención de pronación. Estos hallazgos sugieren que la severidad al momento del diagnóstico a pesar de la pronación podría influir en el riesgo de mortalidad; sin embargo, se requiere una mayor potencia estadística para confirmar estas posibles asociaciones.

Figura 26. Distribución de fallecidos según la severidad del SDRAN y el grupo de intervención.



La gráfica muestra el número de neonatos fallecidos ($n = 6$) clasificados según el grado de severidad del síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN) y su pertenencia al grupo de intervención (pronación o no pronación). Se observa que la mayoría de los fallecimientos ocurrieron en pacientes con SDRAN severo y con intervención de pronación.

En la cohorte analizada, los diagnósticos iniciales de los 40 neonatos con síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN) evidenciaron una alta heterogeneidad clínica. No obstante, al agruparlos por características comunes, se identificaron patrones relevantes para el análisis clínico y epidemiológico.



Del total de casos, 25 neonatos (62. %) fueron clasificados como recién nacidos a término, mientras que 15 (37.5%) fueron pretérmino. Este hallazgo coincide con lo reportado en la literatura, que señala el padecimiento es más frecuente en pacientes a término.

En relación con las comorbilidades, la sepsis neonatal fue la más prevalente, documentada en 24 neonatos (60%) De estos 8 fueron diagnosticados con neumonía y 16 con sepsis. Esta alta frecuencia refuerza el papel de la sepsis como factor desencadenante o agravante del SDRAN, probablemente a través de mecanismos de inflamación sistémica, disfunción endotelial y lesión pulmonar directa o indirecta. La identificación oportuna de sepsis en estos pacientes es fundamental, dado su impacto negativo en la evolución clínica y en la necesidad de intervenciones más invasivas.

Es importante señalar que todos los pacientes incluidos presentaban algún grado de SDRAN al ingreso; sin embargo, no en todos los casos se consignó explícitamente el grado de severidad (moderado o severo), lo cual representa una limitación para la estandarización diagnóstica y el análisis comparativo. Esta omisión subraya la importancia de incorporar sistemáticamente escalas validadas de clasificación de severidad, como la de Montreux, en el abordaje clínico de estos pacientes.

En conjunto, estos hallazgos destacan la complejidad clínica del SDRAN y la necesidad de estrategias terapéuticas individualizadas, que contemplen tanto la edad gestacional como la presencia de comorbilidades asociadas, especialmente la sepsis neonatal, por su alta frecuencia y su potencial impacto en el pronóstico.

10. DISCUSIÓN

El presente estudio evaluó la efectividad de la posición prono en neonatos con síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN), encontrando una reducción significativa en la duración de la ventilación mecánica (VM) y una mejoría progresiva en los parámetros gasométricos. Los neonatos que recibieron pronación presentaron un 88% menos probabilidad de requerir VM prolongada (>9 días) en comparación con los que permanecieron en decúbito supino



(OR = 0.12; IC95%: 0.02–0.57; $p = 0.007$). Este hallazgo es relevante en la práctica clínica, pues la VM prolongada se asocia con complicaciones como la displasia broncopulmonar, la lesión pulmonar inducida por el ventilador (VILI) y la prolongación de la estancia hospitalaria.

Estos resultados coinciden con lo descrito en la población pediátrica y adulta, donde la posición prono ha demostrado mejorar la oxigenación y reducir la mortalidad en pacientes con SDRA severo. Estudios clásicos como los de Gattinoni et al. y Guérin et al. establecieron la utilidad de esta maniobra en adultos, mientras que, en población pediátrica, la Conferencia PALICC también la reconoce como estrategia terapéutica válida (62,98). En neonatos, sin embargo, la evidencia aún es limitada, lo que confiere a este trabajo un valor adicional al aportar datos en una población poco explorada.

El mecanismo fisiopatológico que explica la mejoría observada en los neonatos pronados se relaciona con la redistribución más homogénea de la ventilación, el alivio de la compresión pulmonar por el corazón y el contenido abdominal, y la disminución del colapso alveolar en regiones dorsales.

En nuestro estudio, esta mejoría se evidenció en las mediciones gasométricas a partir de la tercera evaluación, lo que sugiere que los beneficios de la pronación se consolidan con el tiempo y no siempre son inmediatos.

Al analizar la severidad del SDRAN, se observó que tanto los pacientes moderados como los severos mostraron respuestas positivas a la pronación, con mayor proporción en los casos moderados. Este hallazgo amplía la aplicabilidad clínica de la maniobra, ya que tradicionalmente se reservaba para cuadros graves. Además, en nuestra cohorte, seis neonatos fallecieron, de los cuales cuatro pertenecían al grupo con pronación. Aunque este resultado podría interpretarse como un efecto adverso, en realidad refleja que la gravedad inicial de la enfermedad sigue siendo un factor determinante del desenlace, independientemente de la intervención. La limitada potencia estadística derivada del tamaño muestral impide establecer conclusiones definitivas sobre la mortalidad.



Otro hallazgo relevante fue la alta prevalencia de sepsis neonatal (60%) entre los pacientes, lo que coincide con lo reportado en estudios multicéntricos internacionales, como el de De Luca et al. La sepsis no solo constituye un factor desencadenante frecuente de SDRAN, sino que además complica el manejo y empeora el pronóstico (5). Este dato refuerza la necesidad de un abordaje integral que combine estrategias de soporte ventilatorio con una vigilancia estricta y tratamiento oportuno de infecciones neonatales.

Las implicaciones clínicas de estos hallazgos son significativas. La posición prono, al ser una estrategia no invasiva, de bajo costo y relativamente segura, puede representar una opción terapéutica prioritaria en unidades de cuidados intensivos neonatales, especialmente en países en desarrollo o en contextos con recursos limitados, donde el acceso a terapias avanzadas como la oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) no siempre es posible (48).

Sin embargo, este estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse. En primer lugar, el tamaño de la muestra fue reducido, lo que disminuye la potencia estadística y limita la posibilidad de identificar diferencias significativas en la mortalidad. En segundo lugar, aunque se aplicaron los criterios de Montreux para el diagnóstico de SDRAN, no siempre se registró de manera sistemática el grado de severidad, lo que pudo afectar la clasificación y el análisis comparativo entre subgrupos (9). Finalmente, el diseño observacional ambispectivo, si bien resultó adecuado para responder la pregunta de investigación, no permite establecer relaciones de causalidad de manera definitiva.

En conclusión, los hallazgos de este trabajo se suman a la evidencia emergente que apoya la implementación temprana de la posición prono en neonatos con SDRAN. Esta estrategia podría incorporarse dentro de protocolos estandarizados de manejo respiratorio, con el potencial de mejorar desenlaces clínicos relevantes. Sin embargo, son necesarios estudios prospectivos, multicéntricos y con mayor tamaño muestral para confirmar estos resultados y definir con precisión el impacto de la pronación en la evolución a largo plazo de estos pacientes, incluyendo su función pulmonar y neurodesarrollo.



11.CONCLUSIÓN

El presente estudio evidenció que la posición prono en neonatos con síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN) se asocia con beneficios clínicos relevantes. En primer lugar, se observó una reducción significativa en la duración de la ventilación mecánica, lo cual disminuye el riesgo de complicaciones asociadas a la ventilación prolongada, como la displasia broncopulmonar y la infección nosocomial.

Asimismo, la intervención favoreció una mejoría progresiva en los parámetros gasométricos, confirmando su impacto positivo sobre el intercambio gaseoso. Esta respuesta se manifestó tanto en neonatos con SDRAN moderado como severo, lo que amplía la aplicabilidad clínica de la maniobra.

En relación con las comorbilidades, la sepsis neonatal fue la más frecuente (60% de los casos), constituyéndose como un factor determinante en la evolución de los pacientes y en la eficacia de las intervenciones respiratorias. Este hallazgo subraya la necesidad de un abordaje integral que contemple tanto la optimización ventilatoria como la detección y el tratamiento oportuno de infecciones.

Si bien la mortalidad global no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, se observó una mayor proporción de sobrevida en neonatos sometidos a pronación, lo que sugiere una posible tendencia favorable que deberá confirmarse en estudios con mayor tamaño muestral. En conjunto, los resultados respaldan la posición prono como una estrategia terapéutica no invasiva, segura y costo-efectiva, especialmente valiosa en contextos con recursos limitados. No obstante, se requieren investigaciones multicéntricas, prospectivas y con mayor número de participantes que permitan confirmar estos hallazgos y evaluar su impacto en desenlaces a largo plazo, incluyendo la función pulmonar y el neurodesarrollo de los sobrevivientes.



12. RECOMENDACIONES

1. Estandarizar la implementación temprana de la posición prono como parte de los protocolos de manejo del SDRAN en unidades de cuidados intensivos neonatales, tanto en casos moderados como severos, ante la evidencia de reducción en la duración de la ventilación mecánica y mejoría gasométrica.
2. Fortalecer la capacitación continua del personal de salud involucrado en el cuidado neonatal crítico sobre la técnica adecuada y segura de pronación, enfatizando la prevención y detección temprana de complicaciones como desplazamiento de dispositivos, úlceras por presión, edema facial u obstrucción de la vía aérea.
3. Incorporar herramientas gasométricas estandarizadas, como el prono test, para monitorear de forma objetiva la respuesta temprana a la intervención y así identificar a los neonatos respondedores, optimizando las estrategias ventilatorias de manera personalizada.
4. Implementar sistemas de registro y vigilancia clínica de eventos adversos relacionados con la maniobra de pronación, con el fin de evaluar su seguridad en tiempo real y facilitar intervenciones correctivas tempranas.
5. Fomentar investigaciones multicéntricas con mayor tamaño muestral y diseños metodológicos rigurosos (incluyendo ensayos clínicos controlados), que validen los beneficios observados y permitan evaluar de manera precisa el impacto de la pronación sobre la mortalidad, morbilidad y desenlaces a largo plazo.
6. Explorar la influencia de variables neonatales clave (edad gestacional, peso al nacer, presencia de sepsis y otras comorbilidades) en la respuesta a la pronación, con el objetivo de generar modelos predictivos y guías de selección de candidatos más precisas.
7. Realizar análisis de costo-efectividad que respalden la viabilidad y sustentabilidad de la pronación como estrategia rutinaria en unidades de cuidados intensivos neonatales, especialmente en contextos hospitalarios con recursos limitados.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Villar J, Ferrando C, Martín-Rodríguez C, et al. Síndrome de distrés respiratorio agudo en la pos-pandemia. *Med Intensiva*. 2024;48(3):123-130. doi:10.1016/j.medin.2024.01.005
2. Schlingmann B, Molina SA, Koval M. Alveolar-capillary endocytosis and trafficking in acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. *Front Immunol*. 2021;12:1360370. doi:10.3389/fimmu.2024.1360370
3. Zhang Y, Li X, Wang Y, et al. Pathophysiological mechanisms of ARDS: a narrative review from molecular to organ levels. *Respir Res*. 2024;25(1):137. doi:10.1186/s12931-025-03137-
4. Kryvenko V, Vadász I. Alveolar-capillary endocytosis and trafficking in acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. *Front Immunol*. 2024;15:1360370. doi:10.3389/fimmu.2024.1360370.
5. De Luca D, Piastra M, Chidini G, et al. The Montreux definition of neonatal ARDS: biological and clinical background behind the description of a new entity. *Lancet Respir Med*. 2017;5(8):657–66. doi:10.1016/S2213-2600(17)30247-3.
6. De Luca, D. (2021). Respiratory distress syndrome in preterm neonates in the era of precision medicine: A modern critical care-based approach. *Pediatrics and Neonatology*, 62 Suppl 1, S3–S9. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2020.11.005>
7. Gorman EA, O'Kane CM, McAuley DF. Acute respiratory distress syndrome in adults: diagnosis, outcomes, long-term sequelae, and management. *Lancet*. 2022;400(10358):1157–70. doi:10.1016/S0140-6736(22)01474-0
8. Rodríguez F, Nin N, Fajardo A, Aunchayna M, Guerendiaín R, Hurtado J. Autopsia pulmonar precoz en pacientes fallecidos con síndrome de distrés respiratorio agudo secundario a infección por SARS-CoV-2. *Med Intensiva*. 2023;47(3):173–175. doi:10.1016/j.medin.2022.07.001.
9. De Luca, D., van Kaam, A. H., Tingay, D. G., Courtney, S. E., Danhaive, O., Carnielli, V. P., Zimmermann, L. J., Kneyber, M. C. J., Tissieres, P., Brierley, J., Conti, G., Pillow, J. J., & Rimensberger, P. C. (2017). The Montreux definition of neonatal ARDS: biological and clinical background behind the description of a new entity. *The Lancet. Respiratory Medicine*, 5(8), 657–666. [https://doi.org/10.1016/s2213-2600\(17\)30214-x](https://doi.org/10.1016/s2213-2600(17)30214-x)
10. Kangelaris KN, Calfee CS, May AK, Zhuo H, Matthay MA, Ware LB. Is there still a role for the lung injury score in the era of the Berlin definition ARDS? *Ann Intensive Care*. 2014;4(1):4. doi:10.1186/2110-5820-4-4.
11. Villar J, Añón JM, Ferrando C, Fernández RL, Martín-Rodríguez C, Rodríguez-Suárez P, et al. Predicting ICU mortality in acute respiratory distress syndrome patients using machine learning: the predicting outcome and sTratifiCation of severity in ARDS (POSTCARDS) study. *Crit Care Med*. 2023;51(12):1638–1649. doi:10.1097/CCM.0000000000006066



12. Murray, J. F., Matthay, M. A., Luce, J. M., & Flick, M. R. (1988). An expanded definition of the adult respiratory distress syndrome. *The American Review of Respiratory Disease*, 138(3), 720–723. <https://doi.org/10.1164/ajrccm/138.3.720>
13. Estenssoro E, González I, Plotnikow GA. Síndrome de distrés respiratorio agudo en la post-pandemia: una nueva definición global con extensión a regiones de menos recursos. *Med Intensiva*. 2024;48(5):272–281. doi:10.1016/j.medine.2024.01.011.
14. Carrillo-Esper Raúl, Sánchez-Zúñiga Martín de Jesús, Medveczky-Ordóñez Nikolett, Carrillo-Córdova Dulce María. Evolución de la definición del síndrome de insuficiencia respiratoria aguda. *Med. interna Méx.* [revista en la Internet]. 2018 ago. [citado 2025 mayo 29]; 34(4): 594-600. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-48662018000400011&lng=es. <https://doi.org/10.24245/mim.v34i4.2092>.
15. Waganan, J. M. (1979). Improved oxygenation and lung compliance with prone positioning of neonates. *J Pediatr*, 94, 787–791.
16. Mokra D. Acute Lung Injury – From Pathophysiology to Treatment. *Physiol Res*. 2020;69(Suppl 3):S353–S366. doi:10.33549/physiolres.934602.
17. Martínez, O. (2009). Evidencias de la posición en decúbito prono para el tratamiento del síndrome de distrés respiratorio agudo: una puesta al día, Servicio de Cuidados Intensivos, CIBER de Enfermedades Respiratorias CB06/06/0044, Instituto de Salud Carlos III. *Arch Bronconeumol*, 45(6), 291–296.
18. ARDS Definition Task Force, Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, Ferguson ND, Caldwell E, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition. *JAMA*. 2012;307(23):2526–33. doi:10.1001/jama.2012.5669.
19. Palanidurai S, Phua J, Chan YH, Mukhopadhyay A. P/FP ratio: incorporation of PEEP into the PaO₂/FiO₂ ratio for prognostication and classification of acute respiratory distress syndrome. *Ann Intensive Care*. 2021;11(1):124. doi:10.1186/s13613-021-00908-3.
20. Grasselli G, Calfee CS, Camporota L, Poole D, Amato MBP, Antonelli M, et al. ESICM guidelines on acute respiratory distress syndrome: definition, phenotyping, and respiratory support strategies. *Intensive Care Med*. 2023;49:727–759. doi:10.1007/s00134-023-07050-7.
21. Matthay MA, Zemans RL, Zimmerman GA, Arabi YM, Beitler JR, Mercat A, et al. Acute respiratory distress syndrome. *Nat Rev Dis Primers*. 2019;5(1):18. doi:10.1038/s41572-019-0069-0.
22. Singh Y, Tissot C, Fraga MV, Yousef N, Cortes RG, Lopez J, et al. International evidence-based guidelines on Point of Care Ultrasound (POCUS) for critically ill neonates and children issued by the POCUS Working Group of the European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC). *Crit Care*. 2020;24(1):65. doi:10.1186/s13054-020-2787-9.
23. Sánchez Jorge Luis, Suaza-Vallejo Camila, Reyes-Vega Daniel Felipe, Fonseca-Becerra Carlos. Síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal. *Rev. mex. pediatr.* [revista en



- la Internet]. 2020 Jun [citado 2025 Jun 03] ; 87(3): 115-118. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0035-00522020000300115&lng=es. Epub 16-Dic-2021. <https://doi.org/10.35366/94843>.
24. Emeriaud G, Khemani RG, Nykanen D, Jouvet P, Thomas NJ, Dahmer MK, et al. Executive summary of the second international guidelines for the diagnosis and management of pediatric acute respiratory distress syndrome (PALICC-2). *Pediatr Crit Care Med*. 2023;24(2):143–168.
 25. Jiménez Villa, J Comparación de los criterios clínicos de Berlín y del PALICC para el síndrome de distrés respiratorio agudo con los hallazgos de autopsia en pacientes pediátricos en el Hospital de la Misericordia durante los años 2000 a 2018, Bogotá - Colombia. [Internet]. 2020
 26. Faix RG, Viscardi RM, DiPietro MA, Nicks JJ. Adult respiratory distress syndrome in full-term newborns. *Pediatrics*. 1989;83(6):971–
 27. Vitonera Cerna G. Incidencia de la hipertensión pulmonar persistente como secuela en neonatos con diagnóstico de síndrome de dificultad respiratoria en el Hospital General Latacunga de septiembre 2020 - septiembre 2021 [Tesis de licenciatura]. Universidad Regional Autónoma de los Andes; 2023. Disponible en: <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/16896>
 28. Organización Mundial de la Salud. Mortalidad neonatal [Internet]. Ginebra: OMS; 2023 [citado 3 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/newborn-mortality>
 29. Liu L, Zhang Y, Wang Y, He Y, Ding X, Chen L, Shi Y. The perinatal period should be considered in neonatal acute respiratory distress syndrome: comparison of the Montreux definition vs. the second pediatric acute lung injury consensus conference definition. *Front Pediatr*. 2023;11:1216073. doi:10.3389/fped.2023.1216073.
 30. Yadav S, Lee B. Síndrome de dificultad respiratoria neonatal. [Actualizado el 25 de julio de 2023]. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560779/>
 31. Luo J, Chen J, Li Q, Feng Z. Differences in Clinical Characteristics and Therapy of Neonatal Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) and Respiratory Distress Syndrome (RDS): A Retrospective Analysis of 925 Cases. *Med Sci Monit*. 2019;25:4992–4998. doi:10.12659/MSM.915213.
 32. National Heart, Lung, and Blood Institute. Síndrome de dificultad respiratoria. [Internet]. Bethesda (MD): National Institutes of Health; [actualizado 2023]. Disponible en: <https://www.nhlbi.nih.gov/es/salud/sindrome-de-dificultad-respiratoria>
 33. Manual MSD. Síndrome de dificultad respiratoria en recién nacidos. [Internet]. [citado 3 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.msdmanuals.com/es/professional/pediatr%C3%ADa/problemas-respiratorios-en-reci%C3%A9n-nacidos/s%C3%ADndrome-de-dificultad-respiratoria-en-reci%C3%A9n-nacidos>



34. Instituto Mexicano del Seguro Social. Diagnóstico y tratamiento de la asfixia neonatal. Guía de Referencia Rápida: IMSS-632-13. México: IMSS; 2013. Disponible en: <https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/632GRR.pdf>
35. Serazin NA, Edem B, Williams SR, Ortiz JR, Kawade A, Das MK, Šubelj M, Edwards KM, Parida SK, Wartel TA, Munoz FM, Bastero P. Acute respiratory distress syndrome (ARDS) as an adverse event following immunization: Case definition & guidelines for data collection, analysis, and presentation of immunization safety data. *Vaccine*. 2021;39(22):3028-36. doi: 10.1016/j.vaccine.2021.01.053.
36. Sweet DG, Carnielli VP, Greisen G, Hallman M, Klebermass-Schrehof K, Ozek E, te Pas A, Plavka R, Roehr CC, Saugstad OD, Simeoni U, Speer CP, Vento M, Visser GHA, Halliday HL. Directrices de consenso europeas sobre el tratamiento del síndrome de dificultad respiratoria: actualización de 2022. *Neonatology*. 2023;120(1):3–23. doi: 10.1159/000528914.
37. Shen L, Cai N, Wan S, Chen S. Development and validation of a predictive model for early diagnosis of neonatal acute respiratory distress syndrome based on the Montreux definition. *Front Pediatr*. 2023;11:1276915. doi:10.3389/fped.2023.1276915.
38. Grupo de Trabajo de Transfusión Neonatal de la Sociedad Española de Neonatología. Recomendaciones para la transfusión de hemoderivados en neonatología. *An Pediatr (Barc)*. 2022;97(2):114.e1-114.e10. doi:10.1016/j.anpedi.2022.03.013.
39. Keszler M. Neonatal Pulmonary Hypertension: Pathophysiology and Management. *NeoReviews*. 2015;16(12):e680-e692. doi:10.1542/neo.16-12-e680.
40. Garg A, Sinha S. Persistent Pulmonary Hypertension of the Newborn: Current Diagnosis and Management. *Indian J Pediatr*. 2021;88(2):119-126. doi:10.1007/s12098-020-03495-x.
41. Fernández CJ, Barrera S, Erazo C, Arévalo A. Incidencia de síndrome de dificultad respiratoria aguda en neonatos: revisión actualizada. *Rev SciELO Public Health*. 2023;101(5):e160-e167. Disponible en: <https://rev-sep.ec/index.php/johs/article/download/160/154/1224>
42. Manzanares Rivera JL. Distribución geográfica de los casos por SDR del recién nacido en México: oportunidades para el diseño de estrategias de prevención. *Rev Gerenc Polít Salud*. 2019;18(36).
43. Sarmiento Aguilar ME, Santillán VE, Andrade Campoverde D. Epidemiología descriptiva en la Unidad de Neonatología de un hospital en Ecuador. *Polo del Conocimiento*. 2024;9(1). Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/10197479.pdf>
44. De Luca D, Tingay DG, van Kaam AH, Courtney SE, Kneyber MCJ, Tissieres P, et al. Epidemiology of Neonatal Acute Respiratory Distress Syndrome: Prospective, Multicenter, International Cohort Study. *Pediatr Crit Care Med*. 2022;23(7):524-34. doi:10.1097/PCC.0000000000002961
45. Piña-Zarrabal SA, Aguilar-Romero D, Martínez-Vázquez R. Síndrome de dificultad respiratoria en el neonato: del desarrollo embrionario al manejo de terapia intensiva. *REMUS*. 2020;9(1):9–19.

46. Rodríguez González M, Hernández Pérez A. Factores de riesgo asociados a la mortalidad neonatal en México. *Rev Gerenc Polit Salud*. 2019;18(36):1-20. Disponible en: [https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/RGPS/18-36%20\(2019-I\)/54559086001/](https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/RGPS/18-36%20(2019-I)/54559086001/)
47. González-Dambrauskas S, Vásquez-Hoyos P, Camporesi A, et al. Características clínicas de pacientes pediátricos con síndrome de dificultad respiratoria aguda asociado a COVID-19. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2022;79(3):170-177.
48. Ambati S, Yandrapalli S. Hipoxemia refractaria y ECMO venovenosa. Albany Medical Center; New York Medical College/Westchester Medical Center. Última actualización: 3 de julio de 2023.
49. Piehl MA, Brown RS. Use of the prone position in the management of selected cases of acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med*. 1976;4(1):13-14.
50. Hernández-López DG, Mondragón-Labelle T, Torres-López L, Magdaleno-Lara G. Posición prono, más que una estrategia en el manejo de pacientes con síndrome de insuficiencia respiratoria aguda. *Rev Hosp Jua Mex*. 2012;79(4):263–270.
51. Ortiz Jiménez AP. Impacto de la posición prono en estado consciente en los pacientes con SIRA moderado secundario a infección por SARS-CoV-2 en el Hospital Regional de Alta Especialidad de Zumpango. 2022.
52. Cardozo SL, Sanabria O. Índices de oxigenación: más allá de la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ como herramienta ideal. *Acta Colomb Cuid Intensivo*. 2022;22(3):227-236.
53. Sánchez Ullauri JD. Efectividad de la posición decúbito prono en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo. Revisión bibliográfica. 2023.
54. Rodríguez-Buenahora, R. D., Ordoñez-Sánchez, S. A., Gómez-Olaya, J. L., & Me, C.-L. (2016). Decúbito prono en el Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda, de la fisiología a la práctica clínica. *MÉD.UIS*, 29(2), 81–101.
55. Fajardo-Campoverdi A, et al. Maniobras de reclutamiento alveolar: del dogma a la evidencia. *Rev Chil Anest*. 2023;52(1):45–53.
56. Martínez, O. (2009). Evidencias de la posición en decúbito prono para el tratamiento del síndrome de distrés respiratorio agudo: una puesta al día, Servicio de Cuidados Intensivos, CIBER de Enfermedades Respiratorias CB06/06/0044, Instituto de Salud Carlos III. *Arch Bronconeumol*, 45(6), 291–296.
57. Cao W, Li L, Yang C, Wen F, Zhang J, Liu Z, et al. Awake prone positioning for non-intubated patients with COVID-19-related acute hypoxic respiratory failure: a systematic review based on eight high-quality randomized controlled trials. *BMC Infect Dis*. 2023;23(1):415. doi:10.1186/s12879-023-08222-7.
58. Del Sorbo L, Tisminetzky M, Chen L, Brochard L, Arellano D, Brito R, et al. Association of lung recruitment and change in recruitment-to-inflation ratio from supine to prone position in acute respiratory distress syndrome. *Crit Care*. 2023;27(1):140. doi:10.1186/s13054-023-04428-3



59. Neupane K, Jamil RT. Physiology, Transpulmonary Pressure. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 May 1 [citado 2025 Jun 4]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559004/>
60. Vijayakumar A, Speller J. Ventilation-Perfusion Matching. TeachMePhysiology. 2023 Jul 16. Available from: <https://teachmephysiology.com/respiratory-system/gas-exchange/ventilation-perfusion/teachmephysiology.com>
61. Grieco DL, Brochard L. Transpulmonary pressure: importance and limits. *Ann Transl Med*. 2017;5(14):285. doi:10.21037/atm.2017.07.22. Available from: <https://atm.amegroups.org/article/view/15710/15777>
62. Gattinoni L, Marini JJ, Camporota L. Prone position: how understanding and clinical application of a 50-year-old therapy has improved over time. *Crit Care*. 2022;26(1):298. doi:10.1186/s13054-022-04193-4. Disponible en: <https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-022-04193-4>
63. Al-Husinat L, Azzam S, Al Sharie S, Araydah M, Battaglini D, Abushehab S, et al. A narrative review on the future of ARDS: evolving definitions, pathophysiology, and tailored management. *Crit Care*. 2025;29(1):88. doi:10.1186/s13054-025-05291-0. Available from: <https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-025-05291-0>
64. Wang Y, Song J, Lin Y, Zheng X, Zhao Z, Zhong M. Influence of Prone Position on Regional Ventilation/Perfusion Matching in Patients With ARDS Over Time: A Prospective Physiological Study. *Respir Care*. 2025 Mar 5. doi:10.1089/respcare.12247. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40040422/>
65. Pellegrini M, Hedenstierna G, Rinaldi L, et al. Spontaneous breathing: a double-edged sword to handle with care. *Ann Transl Med*. 2017;5(14):292. doi:10.21037/atm.2017.06.24. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5537122/pmc.ncbi.nlm.nih.gov>
66. Marrazzo F, Spina S, Forlini C, Guarnieri M, Giudici R, Bassi G, et al. Effects of trunk inclination on respiratory mechanics in patients with COVID-19-associated acute respiratory distress syndrome: let's always report the angle! *Am J Respir Crit Care Med*. 2022;205(5):582–584. doi:10.1164/rccm.202108-1866LE. Disponible en: <https://www.atsjournals.org/doi/10.1164/rccm.202108-1866LE>
67. Pelosi P, D'Andrea L, Vitale G, Pesenti A, Gattinoni L. Vertical gradient of regional lung inflation in adult respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994;149(1):8–13. doi:10.1164/ajrccm.149.1.8111571. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8111571/>
68. Johnson NJ, Luks AM, Glenny RW. Gas exchange in the prone posture. *Respir Care*. 2017;62(8):1097–1110. doi:10.4187/respcare.05399. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5537122/researchgate.net>
69. Seadler BD, Toro F, Sharma S. Physiology, Alveolar Tension. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539825/>

70. Albert RK, Hubmayr RD. The prone position eliminates compression of the lungs by the heart. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;161(5):1660–1665. doi:10.1164/ajrccm.161.5.9901037. Disponible en: <https://www.atsjournals.org/doi/10.1164/ajrccm.161.5.9901037>
71. Liang H, Deng Q, Ye W, Jiang Z, Zhang B, Zhang J, et al. Prone position ventilation-induced oxygenation improvement as a valuable predictor of survival in patients with acute respiratory distress syndrome: a retrospective observational study. *BMC Pulm Med.* 2024;24(1):575. doi:10.1186/s12890-024-03349-3. Disponible en: <https://bmcpulmed.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12890-024-03349-3>
72. Curley MA, Thompson JE, Arnold JH. The effects of early and repeated prone positioning in pediatric patients with acute lung injury. *Chest.* 2000;118(1):156–63. doi:10.1378/chest.118.1.156. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10893373/>
73. Zhou Y, Wang L, Zhang Y, et al. Subphenotyping prone position responders with machine learning. *Crit Care.* 2025;29(1):112. doi:10.1186/s13054-025-05340-8. Disponible en: <https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-025-05340-8>
74. Jolliet P, Bulpa P, Chevrolet JC. Effects of the prone position on gas exchange and hemodynamics in severe acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med.* 1998;26(12):1977–1983. doi:10.1097/00003246-199812000-00014. Disponible en: https://journals.lww.com/ccmjjournal/Abstract/1998/12000/Effects_of_the_prone_position_on_gas_exchange_and.12.aspx
75. Yuan X, Zhao Z, Chao Y, Chen D, Chen H, Zhang R, et al. Effects of early versus delayed application of prone position on ventilation–perfusion mismatch in patients with acute respiratory distress syndrome: a prospective observational study. *Crit Care.* 2023;27(1):462. doi:10.1186/s13054-023-04749-3. Disponible en: <https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-023-04749-3>
76. Nakos, G., Tsangaris, I., Kostanti, E., Nathanail, C., Lachana, A., Koulouras, V., & Kastani, D. (2000). Effect of the prone position on patients with hydrostatic pulmonary edema compared with patients with acute respiratory distress syndrome and pulmonary fibrosis. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 161(2 Pt 1), 360–368. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.161.2.9810037>
77. Blanch, L., Mancebo, J., & Pérez, M. (1997). Shortterm effects of prone position in critically ill patients with acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med*, 23.
78. Pérez-Calatayud Ángel Augusto, Anica-Malagón Eduardo Daniel, Navarrete-Pérez Juan José, Briones-Garduño Jesús Carlos, Carrillo-Esper Raúl. Hallazgos histopatológicos en síndrome de dificultad respiratoria aguda. *Med. crít. (Col. Mex. Med. Crít.)* [revista en la Internet]. 2017 Ago [citado 2025 Jun 04] ; 31(4): 218-223. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-89092017000400218&lng=es.

79. Htwe YM, Wang H, Belvitch P, Meliton L, Bandela M, Letsiou E, Dudek SM. Group V Phospholipase A₂ Mediates Endothelial Dysfunction and Acute Lung Injury Caused by Methicillin-Resistant *Staphylococcus Aureus*. *Cells*. 2021;10(7):1731. doi:10.3390/cells10071731. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4409/10/7/1731>
80. Donoso A, Fuentes I, Escobar M. Posición prono en síndrome de distress respiratorio agudo. *Rev Chil Pediatr*. 2002;73(1):34–42.
81. Lai C, Monnet X, Teboul JL. Hemodynamic implications of prone positioning in patients with ARDS. *Crit Care*. 2023;27(1):98. doi:10.1186/s13054-023-04369-x.
82. Lan L, Ni Y, Zhou Y, Fu L, Wu W, Li P, et al. PEEP-induced lung recruitment maneuver combined with prone position for ARDS: a single-center, prospective, randomized clinical trial. *J Clin Med*. 2024;13(3):853. doi:10.3390/jcm13030853.
83. Pistillo N, Castelluccio P, Suzuki I, Castiblanco L. Mechanical power correlates with stress, strain, and atelectrauma only when normalized to aerated lung size in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Explor*. 2023;5(10):e0982. doi:10.1097/CCE.0000000000000982.
84. Merola R, Vargas M, Battaglini D. Ventilator-Induced Lung Injury: The Unseen Challenge in Acute Respiratory Distress Syndrome Management. *J Clin Med*. 2025;14(11):3910. doi:10.3390/jcm14113910.
85. Davidson LM, Berkelhamer SK. Bronchopulmonary dysplasia: Chronic lung disease of infancy and long-term pulmonary outcomes. *J Clin Med*. 2017;6(1):4. doi:10.3390/jcm6010004.
86. Schouten LR, Velthuis F, Bos LD, et al. Association between ventilator settings and development of ARDS in critically ill patients without ARDS at onset: A prospective cohort study. *Crit Care*. 2016;20(1):268. doi:10.1186/s13054-016-1443-3.
87. Carson SS, Bach PB. The epidemiology and costs of chronic critical illness. *Crit Care Clin*. 2002;18(3):461-476. doi:10.1016/S0749-0704(02)00015-5.
88. MacIntyre NR, Epstein SK, Carson S, Scheinhorn D, Christopher K, Muldoon S; NAMDRG Consensus Group. Management of patients requiring prolonged mechanical ventilation: report of a NAMDRG consensus conference. *Chest*. 2005;128(6):3937-3954. doi:10.1378/chest.128.6.3937.
89. Esteban A, Anzueto A, Frutos F, Alía I, Brochard L, Stewart TE, et al. Characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation: a 28-day international study. *JAMA*. 2002;287(3):345-355. doi:10.1001/jama.287.3.345.
90. MacIntyre NR. Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support. *Chest*. 2001;120(6 Suppl):375S-395S. doi:10.1378/chest.120.6_suppl.375s.
91. Iyer NP, Chatburn RL. Evaluation of new ventilator modes: trends in research methodology. *Respir Care*. 2010;55(11):1447-1456.
92. Barajas-Romero ML, Gonzalez-Dambrauskas S, López-Herce C, et al. Prolonged mechanical ventilation in children: definitions and risk factors in a multicenter cohort study

- from Latin America. *Pediatr Crit Care Med*. 2022;23(2):101-110. doi:10.1097/PCC.0000000000002806.
93. Khemani RG, Markovitz BP, Curley MA. Ventilator-induced lung injury in children. *J Pediatr Crit Care*. 2023;4(3):123-130. doi:10.1097/PCC.000000000000052.
94. Cox CE, Carson SS, Lindquist JH, Olsen MK, Govert JA, Chelluri L. Differences in one-year health outcomes and resource utilization by definition of prolonged mechanical ventilation: a prospective cohort study. *Crit Care*. 2007;11(1):R9. doi:10.1186/cc5664.
95. Bhandari A. Bronchopulmonary dysplasia: new insights into pathogenesis and treatment. *Curr Opin Pediatr*. 2023;35(2):191-198. doi:10.1097/MOP.0000000000001213.
96. Scholten EL, Beitler JR, Prisk GK, Malhotra A. Treatment of ARDS with prone positioning. *Chest*. 2017;151(1):215-224. doi:10.1016/j.chest.2016.06.032.
97. Papazian L, Aubron C, Brochard L, Chiche JD, Combes A, Dreyfuss D, et al. Formal guidelines: management of acute respiratory distress syndrome. *Ann Intensive Care*. 2019;9(1):69. doi:10.1186/s13613-019-0540-9.
98. Guérin C, Reignier J, Richard JC, Beuret P, Gacouin A, Boulain T, et al. Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2013;368(23):2159–68. doi:10.1056/NEJMoa1214103.
99. Wagaman MJ, Miller RR, Murry KR, Wagaman J, Furman DR, Jacobs BR. Effect of prone position on lung compliance and oxygenation in neonates. *Crit Care Med*. 1997;25(1):57–62. doi:10.1097/00003246-199701000-00009.
100. Martin RJ, Fanaroff AA, Walsh MC. *Fanaroff and Martin's Neonatal-Perinatal Medicine: Diseases of the Fetus and Infant*. 11th ed. Philadelphia: Elsevier; 2020.
101. Kinsella JP, Abman SH. Acute respiratory distress syndrome in neonates: current understanding and future directions. *Lancet Respir Med*. 2023;11(3):229-240. doi:10.1016/S2213-2600(22)00455-8.
102. Casado-Flores J, Martino R, Garcia P, Valdivielso A, Garcia C. Acute respiratory distress syndrome: effect of the prone position on oxygenation. *Rev Esp Pediatr*. 1998;54(3):203–8.
103. De Luca D, Shankar-Aguilera S, Kneyber MC, et al. The Montreux definition of neonatal ARDS: an update. *Intensive Care Med*. 2021;47(7):865-868. doi:10.1007/s00134-021-06402-2.
104. Gupta S, Donn SM. Neonatal respiratory distress syndrome: pathophysiology and management. *J Perinatol*. 2022;42(8):1043-1050. doi:10.1038/s41372-022-01325-2.
105. Ramanathan R. Optimal strategies for invasive and non-invasive ventilation in neonates. *Pediatr Pulmonol*. 2022;57(4):948-960. doi:10.1002/ppul.25835.
106. Speer CP. Neonatal respiratory distress syndrome: an update. *Paediatr Respir Rev*. 2023;48:101-108. doi:10.1016/j.prrv.2023.02.003.
107. Slutsky AS, Ranieri VM. Ventilator-induced lung injury. *N Engl J Med*. 2013;369(22):2126-2136. doi:10.1056/NEJMra1208707.



108. Fan E, Brodie D, Slutsky AS. Acute respiratory distress syndrome: advances in diagnosis and treatment. *JAMA*. 2018;319(7):698-710. doi:10.1001/jama.2017.21907.
109. Angurana, S. K., Sudeep, K. C., & Prasad, S. (2023). Ventilator-induced lung injury in children. *Journal of Pediatric Critical Care*, 10(3), 107–114. https://doi.org/10.4103/jpcc.jpcc_27_23
110. Kalikkot Thekkevedu, R., El-Saie, A., Prakash, V., Katakam, L., & Shivanna, B. (2022). Ventilation-induced lung injury (VILI) in neonates: Evidence-based concepts and lung-protective strategies. *Journal of Clinical Medicine*, 11(3), 557. <https://doi.org/10.3390/jcm11030557>
111. Chiumello D, Coppola S, Froio S, Gotti M. What's Next After ARDS: Long-Term Outcomes. *Respir Care*. 2020;65(5):728–738. doi:10.4187/respcare.07191.
112. Bohrer BB, Silveira RC, Procianny RS. Mechanical ventilation of newborns infant changes in plasma pro- and anti-inflammatory cytokines. *J Pediatr (Rio J)*. 2010;156(1):16–9. doi:10.1016/j.jpeds.2009.07.027.
113. Rehder KJ, Turner DA, Cheifetz IM. Prone positioning and noninvasive ventilation in neonates and children: narrative review. *J Intensive Care Med*. 2021;36(8):898-910. doi:10.1177/0885066619899261.
114. Nguyen Y, Phan PH, Tran AT, Nguyen MA, Tran V. Prone position improves lung aeration and oxygenation in neonates with respiratory distress: a prospective observational study using lung ultrasound. *Front Physiol*. 2023;14:987435. doi:10.3389/fphys.2023.987435. PMID: 37170831.
115. Balaguer A, Escribano J, Roqué M. Infant position in neonates receiving mechanical ventilation. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;2016(8):CD003668. doi:10.1002/14651858.CD003668.pub3. PMID: 27536894.
116. Jo HS, Lim MN, Cho SI. Required biological time for lung maturation and duration of invasive ventilation: a Korean cohort study of very low birth weight infants. *Front Pediatr*. 2023;11:1184832. doi:10.3389/fped.2023.1184832.
117. Yang Y, Gu XY, Lin ZL, et al.; CHNN Investigators. Effect of different courses and durations of invasive mechanical ventilation on respiratory outcomes in very low birth weight infants. *Sci Rep*. 2023;13:18991. doi:10.1038/s41598-023-46456-7.



14. ANEXOS

ANEXO 1. CONSENTIMIENTO INFORMADO

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO:

Dirigido a: Familiares directos y/o representantes legales de Recién Nacidos aptos para formar parte de protocolo de investigación en SDRA Neonatal de 2017 a 2021 el cual se realizará en el Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua.

Título del proyecto: Efectividad de la pronación en la disminución de la ventilación mecánica prolongada en neonatos con SDRA neonatal

Nombre de Investigador principal: Ana Silvia López Iglesias (Médico Residente de Pediatría)

Estimado Sr (Sra.): Por medio de la presente se le informa que su familiar ha sido invitado a participar en el presente proyecto de investigación, el cual es desarrollado por H. Infantil de Especialidades de Chihuahua en colaboración con el área médica y enseñanza del mismo, el cual se realizará dentro de las instalaciones del mismo en el área de la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN).

Si usted decide participar en el estudio, es importante que considere la siguiente información, siéntase libre de preguntar cualquier asunto que no le quede claro.

El propósito del presente estudio es determinar la efectividad de la pronación y su asociación con la disminución de los días de ventilación mecánica invasiva por tiempo prolongado (mayor a 9 días) el cual se realizará en neonatos que cumplan criterios de elegibilidad para el mismo

Se realizará toma de muestra gasométrica arterial la cual consiste en la punción y toma de muestra biológica de sangre arterial para su análisis y determinación de índices de oxigenación

Por su firma al pie de este documento usted autoriza la toma de muestra biológica, así mismo se asegura que usted ha leído y entendido toda la información brindada y que usted autoriza y consiente la realización de toma de muestras biológicas

Posterior a la toma de la muestra se determinará si el paciente es elegible para inicio de ventilación mecánica en prono, pues se ha observado en estudios previos mejoría en los índices de oxigenación con mejoría en la disminución en días de ventilación mecánica prolongada, así como el decremento en la mortalidad asociada a este

El riesgo de participación en el siguiente estudio se relaciona con complicaciones secundarias al posicionamiento en prono tales como edema facial y palpebral, la aparición de úlceras por presión: pélvicas, torácicas y en miembros inferiores

FECHA Y HORA:

PADRE Y/O TUTOR NOMBRE Y FIRMA:

TESTIGO:

FIRMA



ANEXO 2 CARTA DE ACEPTACIÓN



GOBIERNO
DEL ESTADO
DE CHIHUAHUA

SECRETARÍA
DE SALUD



MediChihuahua

Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua
Departamento de Investigación
Chihuahua, Chih. 22/Oct/2025

ANA SILVIA LÓPEZ IGLESIAS

Por medio de la presente le informamos que se ha evaluado y revisado por el Comité local de Investigación del Hospital Infantil Especialidades, el protocolo denominado:

Efectividad de la pronación en la disminución de la ventilación mecánica prolongada en neonatos con síndrome de dificultad respiratoria aguda neonatal (SDRAN) del Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua

Este cumple con los requerimientos necesarios establecidos por nuestro Comité y ha sido APROBADO y registrado con el número **CIRP-068**.

Aprovechamos la ocasión para extender una felicitación a usted y su grupo de investigación.

Sin más por el momento quedamos de usted.

Atentamente

Dra. Luisa Berenise Gámez González
Jefatura general del Departamento de Investigación
Hospital Infantil de Especialidades de Chihuahua