



Puntuación de ultrasonido pulmonar como predictor de la necesidad de surfactante en prematuros

Lung ultrasound score as a predictor of surfactant need in premature infants

Jorge Alexis Pérez-González,*[‡] Osmany Martínez-Lemus*[§]

* Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales, Hospital General Docente Iván Portuondo, San Antonio de los Baños, Provincia Artemisa, Cuba. [‡] ORCID: 0000-0002-6014-9494. [§] ORCID: 0000-0002-3218-9691

RESUMEN

Introducción: el ultrasonido pulmonar (UP) es una herramienta para el diagnóstico de diferentes condiciones en unidades de terapia intensiva. **Objetivo:** evaluar el nivel de precisión de la puntuación de UP para predecir la necesidad de usar surfactante pulmonar en recién nacidos (RN) prematuros. **Material y métodos:** estudio de cohorte, retrospectivo, realizado en el Hospital Iván Portuondo de Cuba, entre 2022 y 2024. Se incluyeron prematuros con dificultad respiratoria en las primeras dos horas de vida, realizando el UP previo a la administración de surfactante. Se utilizó una escala de puntuación previamente validada. Mediante el índice de Youden se calculó el valor de corte de la puntuación UP, estimando la sensibilidad y especificidad. **Resultados:** se incluyeron 62 pacientes, con mediana de edad gestacional de 31.3 semanas y peso de 1,447.6 gramos. El 67.7% requirió surfactante pulmonar. La mediana de puntuación de UP fue 12.1 puntos. Un valor de corte de 8 predijo la necesidad de surfactante con una sensibilidad de 97.6%, especificidad de 80.0%; pero, el valor de corte cambió entre RN < 32 semanas a 5 puntos (sensibilidad 100%, especificidad 66.7%). **Conclusiones:** el UP, mediante una evaluación cuantitativa, tiene una buena capacidad para predecir la necesidad de requerir surfactante pulmonar en prematuros con dificultad respiratoria. Sin embargo, se requiere mayor investigación para establecer el valor de corte de acuerdo con la edad gestacional.

Palabras clave: recién nacidos, prematuros, síndrome de dificultad respiratoria, POCUS, surfactante pulmonar, evaluación de prueba diagnóstica.

ABSTRACT

Introduction: lung ultrasound (LU) is a diagnostic tool for various conditions in intensive care units. **Objective:** to evaluate the accuracy of the LU score in predicting the need for pulmonary surfactant in preterm infants. **Material and methods:** a retrospective cohort study was conducted at the Iván Portuondo Hospital in Cuba between 2022 and 2024. Preterm infants with respiratory distress within the first two hours of life were included. LU was performed prior to surfactant administration. A previously validated scoring scale was used. The Youden index was used to calculate the LU score cutoff, estimating sensitivity and specificity. **Results:** sixty-two patients were included, with a median gestational age of 31.3 weeks and a median birth weight of 1,447.6 grams. 67.7% required pulmonary surfactant treatment. The median LU score was 12.1 points. A cutoff score of 8 predicted the need for surfactant with a sensitivity of 97.6% and a specificity of 80.0%; however, the cutoff score changed to 5 points for infants < 32 weeks (sensitivity 100%, specificity 66.7%). **Conclusions:** the UP score, when quantitatively assessed, has good predictive capacity for the need for pulmonary surfactant treatment in premature infants with respiratory distress. However, further research is needed to establish the cutoff value according to gestational age.

Keywords: newborn, preterm infants, respiratory distress syndrome, POCUS, pulmonary surfactant, diagnostic test evaluation.

Abreviaturas:

EG = edad gestacional
ESPNIC = Sociedad Europea de Cuidados Intensivos Pediátricos y Neonatales
POCUS = *Point Of Care UltraSound* (ecografía en el punto de atención)
PUP = puntuación de ultrasonido pulmonar
RN = recién nacidos
RNPT = recién nacidos pretérmino
SDR = síndrome de distrés respiratorio
SP = surfactante pulmonar
TTRN = taquipnea transitoria del recién nacido
UCIN = Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales
UP = ultrasonido pulmonar

INTRODUCCIÓN

Históricamente, la radiografía de tórax ha sido el estándar de oro para el abordaje diagnóstico de los recién nacidos (RN) con dificultad respiratoria. En la actualidad, el ultrasonido pulmonar (UP) como parte de la ecografía en el punto de atención (POCUS [*Point Of Care UltraSound*]) es empleado en muchas Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN), porque permite obtener información en tiempo real de la anatomía y fisiología pulmonar, siendo considerado como el “estetoscopio” del nuevo milenio.^{1,2}

La Sociedad Europea de Cuidados Intensivos Pediátricos y Neonatales (ESPNIC) resalta su utilidad en el diagnóstico diferencial de patologías respiratorias de la etapa neonatal, como el síndrome de distrés respiratorio (SDR) del prematuro, taquipnea transitoria del recién nacido (TTRN), neumotórax y síndrome de aspiración meconial.^{2,3}

En 2015 se publicó un estudio donde se evaluó la utilidad de un método de puntuación de ultrasonido pulmonar (PUP) para estimar el estado de oxigenación y la necesidad de usar surfactante pulmonar (SP) en recién nacidos pretérmino (RNPT). Este método, primero empleado en adultos y después modificado para neonatos, analiza tres zonas en cada pulmón (anterosuperior, anteroinferior y lateral) para identificar si estos se encuentran normalmente aireados. Se demostró que la PUP se correlacionaba con el índice de oxigenación, independientemente de la edad gestacional (EG); además, predijo la necesidad de usar SP en prematuros < 34 semanas. Con un punto de corte en 4, la sensibilidad fue de 100% y especificidad de 61.0%.^{4,5} Posteriormente, en otras investigaciones se han comprobado estos resultados, con ciertas diferencias; en la India una PUP ≥ 8 fue el punto de corte óptimo (sensibilidad 70.0% y especificidad 80.0%), mientras que

en un metaanálisis se concluyó que el punto de corte varía entre 6 y 8 puntos.^{6,7}

Desde el 2021, en la UCIN del Hospital General Docente Iván Portuondo, localizado en el municipio San Antonio de los Baños de la provincia Artemisa, en Cuba, se utiliza el UP a la cabecera del paciente. El objetivo de este estudio fue evaluar la capacidad de la PUP para predecir la necesidad de tratamiento con SP en prematuros con dificultad respiratoria.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio de cohorte, observacional, longitudinal y retrospectivo, entre enero de 2022 y diciembre de 2024. La muestra de estudio se conformó por 62 RNPT a los cuales se les realizó UP en sus primeras dos horas de vida. Se incluyeron RN con menos de dos horas de vida, EG entre 26.0-36.6 semanas y diagnóstico clínico de dificultad respiratoria, identificado por Silverman-Anderson. Se excluyeron pacientes que requirieron intubación endotraqueal al nacimiento o tratamiento con SP antes de la primera valoración ultrasonográfica, así como RN con cardiopatía congénita o inestabilidad hemodinámica grave.

Ultrasonido pulmonar

La primera evaluación por UP se realizó en las primeras dos horas de vida, pero que se hubiera administrado SP; esta decisión está alineada con las recomendaciones para el rescate precoz con SP expresado en la Guía de Práctica Clínica en Neonatología vigente en Cuba.⁸

El equipo que se utilizó fue: *Ultrasound Equipment TOSHIBA Model SSA-320A* con transductor PLG-805S de 8MHz. Todas las evaluaciones se realizaron por dos neonatólogos con experiencia en ultrasonido, pero señalamos que los resultados no fueron tomados en cuenta para el diagnóstico ni manejo de los pacientes. A cada RN se le aplicó el método de puntuación descrito por Brat y cols.⁵ y Raimondi et al.⁹ que se muestra en la *Figura 1*. Para realizar la valoración ultrasonográfica, los campos pulmonares se dividieron en seis zonas (anterosuperior derecha, anteroinferior derecha, lateral derecha, anterosuperior izquierda, anteroinferior izquierda y lateral izquierda). De acuerdo con los hallazgos, a cada zona pulmonar se le asignó una puntuación entre 0-3 puntos; la puntuación total (0-18 puntos) se obtuvo mediante la suma de lo observado en cada zona.

Correspondencia: Osmany Martínez-Lemus. E-mail: osmanyml84@nauta.cu

Citar como: Pérez-González JA, Martínez-Lemus O. Puntuación de ultrasonido pulmonar como predictor de la necesidad de surfactante en prematuros. Rev Mex Pediatr. 2026; 93(1): 6-12. <https://dx.doi.org/10.35366/123103>

Figura 1: Sistema cuantitativo de puntuación obtenida por ultrasonido pulmonar.^{5,9}

Puntuación	Descripción	Imagen
0 puntos	Presencia únicamente de líneas A, o menos de tres líneas B por espacio intercostal	
1 punto	Presencia de tres o más líneas B por espacio intercostal	
2 puntos	Presencia de líneas B agrupadas y coalescentes que originan una imagen de "pulmón blanco". Pueden observarse consolidaciones subpleurales o la presencia de una línea pleural irregular	
3 puntos	Presencia de consolidaciones pulmonares extendidas	

Sistema de puntuación

0 puntos: presencia únicamente de líneas A (líneas ecogénicas horizontales y paralelas a la línea pleural) o menos de tres líneas B por espacio intercostal (líneas verticales ecogénicas que se originan de la línea pleural y corren perpendiculares a las líneas A).

1 punto: presencia de tres o más líneas B por espacio intercostal, pero que ocupen menos del 50% del área de escaneo.

2 puntos: presencia de líneas B agrupadas y coalescentes que originan una imagen de "pulmón blanco" (que ocupe más del 50% del área de escaneo). Pueden observarse consolidaciones subpleurales o la presencia de una línea pleural irregular.

3 puntos: presencia de consolidaciones pulmonares extendidas.

Variables

De los pacientes, se consideró al antecedente de uso de corticoides antenatales, tipo de embarazo, vía del nacimiento, sexo, EG (< 30 semanas, 30-31.6 semanas, 32-33.6 semanas, 34-36.6 semanas), peso al nacer (<

1,000 g, 1,000-1,499 g, 1,500-1,999 g, 2,000-2,499 g, ≥ 2,500 gramos), intensidad del distrés respiratorio según puntuación de Silverman-Anderson (leve, 1-3 puntos; moderado, 4-6 puntos; severo, 7-10 puntos).

Relacionadas con la administración del SP: edad a la administración; rescate precoz: instilación en las primeras dos horas de vida; rescate tardío: después de las dos horas. Vía de instilación: a través del tubo endotraqueal o mediante la técnica menos invasiva de cateterización traqueal.

Análisis estadístico. Los datos cualitativos se presentan con frecuencias simples y porcentajes; los cuantitativos con medianas. Para la comparación de proporciones se utilizó χ^2 o prueba exacta de Fisher. Para determinar la sensibilidad y especificidad de la PUP en la predicción de necesidad de tratamiento con SP se realizó una curva ROC (*receiver operating characteristic curve*) con diferentes puntos de corte para diferentes intervalos de EG y se calculó el índice de Youden (*J*). Valores $p < 0.05$ se consideraron estadísticamente significativos. Los datos se analizaron con el paquete estadístico SPSS versión 22.0.

Aspectos éticos. El diseño y conducción de la investigación se realizó de acuerdo con las directrices

sobre buenas prácticas clínicas en Cuba, así como por los principios éticos para las investigaciones en seres humanos. El protocolo de investigación fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del hospital y se solicitó el consentimiento informado a los padres.^{10,11}

RESULTADOS

Se incluyeron 62 RN, los diagnósticos más frecuentes fueron el SDR (66.1%) y TTRN (25.8%). La mediana de EG fue 31.3 semanas y de 1,447.6 gramos el peso al nacimiento. En la *Tabla 1* se comparan las características entre quienes recibieron ($n = 42, 67.8\%$) y no recibieron SP ($n = 20, 32.2\%$); en el primer grupo se evidenció menor EG (38.1% con EG < 30 semanas),

mayor frecuencia de cesáreas (76.2%) y de embarazos múltiples (35.7%), con diferencias estadísticamente significativas.

Sobre el uso de SP, fue más frecuente el rescate precoz, y mediante la técnica menos invasiva (52.3%).

En la mayoría de los pacientes (77.4%), la primera valoración ultrasonográfica se realizó durante los primeros 30 minutos, con una mediana de PUP de 9.9 puntos, destacando que en el 40.3% de los neonatos la PUP fue entre 12-15. Pero la puntuación fue mayor en pacientes que recibieron SP (mediana 12.1) que en los RN que no lo recibieron (mediana 5.5 puntos). Señalamos que los pacientes que recibieron SP con el método convencional tuvieron puntuaciones más altas (14 puntos).

Tabla 1: Comparación de las características de los pacientes, de acuerdo con el uso de surfactante pulmonar.

Variables	Surfactante pulmonar		p
	Sí N = 42 n (%)	No N = 20 n (%)	
Edad gestacional (semanas)			0.004
< 30	16 (38.1)	0 (0.0)	
30-31.6	8 (19.0)	6 (30.0)	
32-33.6	11 (26.2)	10 (50.0)	
34-36.6	7 (16.7)	4 (20.0)	
Peso (gramos)			0.58
< 1,000	5 (11.9)	1 (5.0)	
1,000-1,499	17 (40.5)	6 (30.0)	
1,500-1,999	12 (28.6)	6 (30.0)	
2,000-2,499	6 (14.3)	6 (30.0)	
≥ 2,500	2 (4.7)	1 (5.0)	
Sexo			0.48
Masculino	25 (59.5)	13 (65.0)	
Femenino	17 (40.5)	7 (35.0)	
Tipo de embarazo			0.009
Único	27 (64.3)	19 (95.0)	
Múltiple	15 (35.7)	1 (5.0)	
Vía de nacimiento			0.015
Transvaginal	10 (23.8)	11 (55.0)	
Cesárea	32 (76.2)	9 (45.0)	
Uso de esteroide prenatal para maduración pulmonar			0.36
Sí	30 (71.4)	12 (60.0)	
No	12 (28.6)	8 (40.0)	
Puntuación de Silverman-Anderson			0.12
1-3	18 (42.8)	14 (70.0)	
4-6	23 (54.8)	6 (30.0)	
≥ 7	1 (2.4)	0 (0.0)	

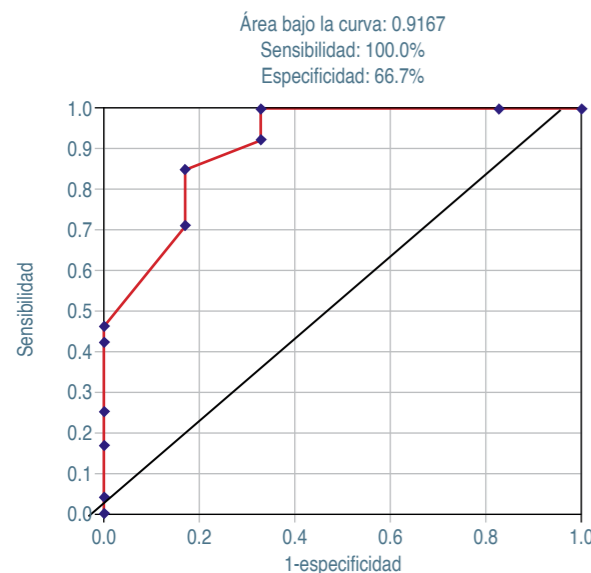


Figura 2: Curva Receiver Operating Characteristic para evaluar el valor predictivo del ultrasonido pulmonar en la necesidad de surfactante pulmonar en recién nacidos < 32 semanas de gestación.

Para determinar el valor predictivo de la PUP sobre la necesidad de recibir SP, se evaluaron diferentes puntos de corte; el de mayor capacidad predictiva fue 8 puntos ($J = 0.8$), con una sensibilidad de 97.6%, especificidad 80.0%, valor predictivo positivo 91.1% y valor predictivo negativo 94.1% (área bajo la curva = 0.9365). Sin embargo, los puntos de corte fueron diferentes tomando en cuenta la EG (Figuras 2-4): en RN < 32 semanas fue de 5 puntos (sensibilidad 100%, especificidad 66.7%; $J = 0.7$), en neonatos de 32-33.6 semanas, de 7 puntos (sensibilidad 90.9%, especificidad 90.0%; $J = 0.8$) y en los > 34 semanas de 8 puntos (sensibilidad de 100%, especificidad 75%; $J = 0.8$)

DISCUSIÓN

El SDR del prematuro constituye una importante morbilidad de los RNPT y una de las principales causas de ingreso en las UCIN. Su incidencia general es del 1.2%, pero aumenta conforme disminuye la EG, presentándose entre el 60-80% de los RN < 28 semanas.¹² El tratamiento es la terapia con SP, la cual ha mostrado globalmente que no sólo disminuye la mortalidad (RR = 0.84) de estos pacientes, sino que también reduce la incidencia de displasia broncopulmonar (RR = 0.69).

El UP puede ser un buen predictor para identificar neonatos que requieren surfactante, mediante sistemas de puntuación, como el utilizado en el presente estudio.

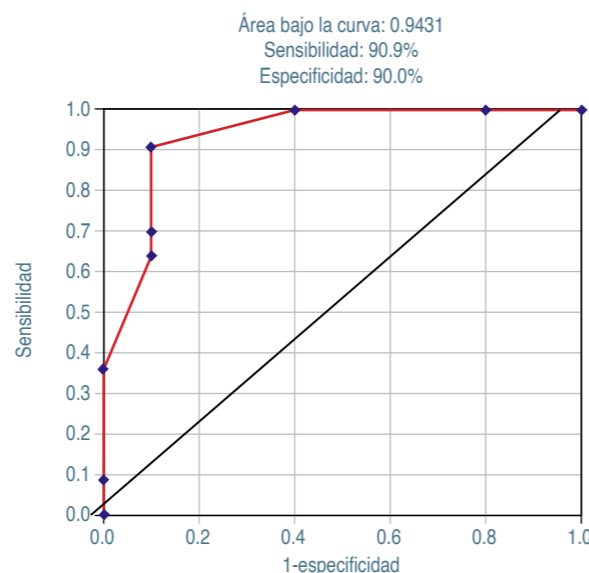


Figura 3: Curva Receiver Operating Characteristic para evaluar el valor predictivo del ultrasonido pulmonar en la necesidad de surfactante pulmonar en recién nacidos de 32.0-33.6 semanas de gestación.

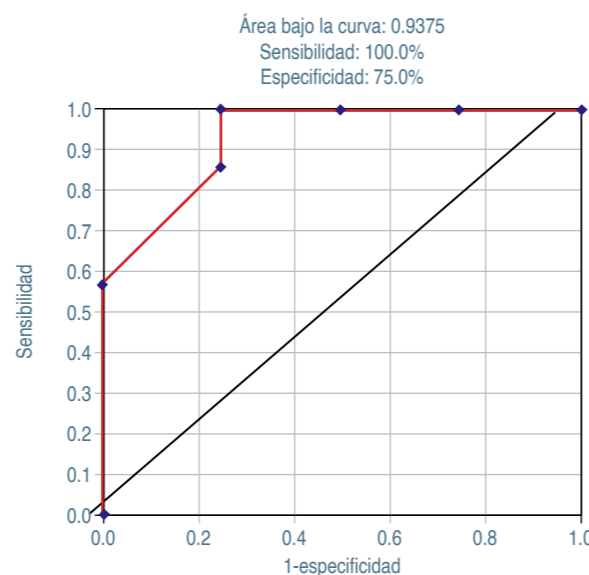


Figura 4: Curva Receiver Operating Characteristic para evaluar valor predictivo del ultrasonido pulmonar en la necesidad de surfactante pulmonar en recién nacidos de 34.0-36.6 semanas de gestación.

Estos sistemas o escalas han sido validadas en estudios internacionales, mostrando que se correlacionan con el estado de oxigenación de los prematuros y con la necesidad de SP.¹³⁻¹⁵

En el presente estudio hubo predominio de neonatos masculinos acorde a lo reportado por otros autores.¹⁶⁻¹⁸ Sin embargo, un estudio en Surabaya, Indonesia, encontró predominio de pacientes del sexo femenino (62.7%).¹⁹ En relación con la EG, Singh et al.²⁰ incluyeron pacientes similares al presente estudio (EG promedio de 31.06 ± 2.1 semanas y peso de $1,412 \pm 391$ gramos), al igual que un estudio en la India (promedio 30.0 ± 2.8 semanas), pero con menor peso ($1,180 \pm 470$ g).¹² Otros autores también señalan la cesárea como vía principal del nacimiento.¹⁶⁻¹⁸

En la actualidad, son varias las escalas que se emplean para la puntuación cuantitativa de UP, no obstante, no existe suficiente evidencia para recomendar una en particular. Un estudio que comparó tres escalas, concluyendo que todas poseían buena capacidad para predecir la necesidad de SP, incluso con una adecuada concordancia interobservador.²¹ En esta casuística se utilizó la escala descrita por Brat y cols.⁵ que evalúa seis zonas pulmonares.

Al analizar la PUP obtenida, se evidencia que fue mayor en los neonatos que requirieron SP, coincidiendo con múltiples estudios.^{12,22,23} En la investigación de Rai y cols,¹² el 62.2% de los casos con necesidad de surfactante tuvieron una PUP ≥ 12 puntos, y sólo el 4.5% de los que no requirieron tenían esta puntuación; en este último grupo, el promedio fue de 5.5 puntos. Por su parte, Gregorio et al.²⁴ reportaron una PUP promedio de 11.1; Nosrati et al.⁴ de 9.08 ± 3.09 . Mientras que Singh y cols.²⁰ señalan que en pacientes sin SP tuvieron un promedio de puntuación de 5.5.

Por otro lado, sobre el punto de corte para predecir la necesidad de uso de surfactante en prematuros hay diferentes estudios, pero con resultados inconsistentes. Se ha planteado que esta variabilidad puede deberse a la experiencia del profesional de quienes realizan el ultrasonido, la interpretación de los resultados, o las características del paciente, como la EG, peso o condición clínica.⁴ En nuestra investigación se obtuvieron diferentes puntos de corte de acuerdo con la EG. Un estudio con RN < 37 semanas reporta un punto de corte > 9 puntos, para una sensibilidad de 100%, especificidad de 91.0% y AUC de 0.97, similar a lo que nosotros obtuvimos.²⁵ Lo cual contrasta con Gupta et al,⁷ quienes concluyen que la puntuación de 8 mostró una sensibilidad de 70.0% y especificidad de 80.0%, pero es necesario señalar que se incluyeron

solamente neonatos con EG < 34 semanas. Con esta edad gestacional también se han reportado puntos de corte menores, como Brat et al,⁵ que reportan un punto de 4 (sensibilidad de 100.0%, especificidad de 61.0%, AUC = 0.93), y Nosrati et al⁴ con un punto de corte de 6, en neonatos de 30-32 semanas (sensibilidad de 85.1% y especificidad de 87.2%). Apoyando estos resultados, en un metaanálisis publicado en 2019 que incluyó seis estudios (485 RN) demuestra que los neonatos con una PUP > 5 puntos tenían mayor probabilidad de requerir surfactante (RR = 7.51), siendo la sensibilidad de 88.0% y la especificidad de 82.0%.²⁶ Sin embargo, en estudios posteriores, persiste la inconsistencia. Aldecoa et al²⁷ obtuvieron un punto de corte de 8 en RN < 32 semanas, y más recientemente en prematuros de 25.0-33.6 semanas con una PUP > 9 puntos, la sensibilidad fue de 91.0% y especificidad de 81.0%.²⁸

Este estudio posee fortalezas, como haber realizado las evaluaciones de manera estandarizada y por duplicado con evaluadores con experiencia, así como por la inclusión de prematuros independientemente de su EG, que permitió hacer un análisis estratificado por EG. No obstante, sus limitaciones son que es un estudio realizado en un solo hospital y con un tamaño de muestra reducido.

CONCLUSIÓN

El UP, mediante una evaluación cuantitativa, tiene una buena capacidad para predecir la necesidad de requerir SP en prematuros con dificultad respiratoria. Sin embargo, se requiere mayor investigación para establecer el valor de corte de acuerdo con la EG.

REFERENCIAS

1. Popat VY, Mehta A, Shah B, Gohil V, Shah M, Thakkar D et al. Accuracy of lung ultrasound score in predicting the need for surfactant therapy in preterm neonates (less than 34 weeks). *Int J Contemp Pediatr.* 2025; 12(5): 789-794. doi: 10.18203/2349-3291.ijcp20251100.
2. Singh Y, Dauengauer-Kirliene S, Yousef N. Setting the standards: neonatal lung ultrasound in clinical practice. *Diagnostics (Basel).* 2024; 14(13): 1413. doi: 10.3390/diagnostics14131413.
3. Fernández-Jonusas S, Cribioli CM, De Gregorio AS, Giudice C, Mariani G, Acosta CM. Principios básicos de ecografía pulmonar en neonatología. *Arch Argent Pediatr.* 2022; 120(6): e246-e254.
4. Nosrati M, Akhondi N, Ahmadzadeh NAH, Siami A, Khoshnoud SM, Rezazadeh E et al. The role of lung ultrasonography scoring in predicting the need for surfactant therapy in neonates, with respiratory distress syndrome. *J Diagn Med Sonogr.* 2023; 39(4): 348-354. doi: 10.1177/87564793231167856.
5. Brat R, Yousef N, Klifa R, Reynaud S, Shankar-Aguilera S, De Luca D. Lung ultrasonography score to evaluate oxygenation and

- surfactant need in neonates treated with continuous positive airway pressure. *JAMA Pediatr.* 2015; 169(8): e151797. doi: 10.1001/jamapediatrics.2015.1797.
6. Capasso L, Pacella D, Migliaro F, Salomé S, Grasso F, Corsini I, et al. Can lung ultrasound score accurately predict surfactant replacement? A systematic review and meta-analysis of diagnostic test studies. *Pediatr Pulmonol.* 2023; 58(5): 1427-1437. doi: 10.1002/ppul.26337.
 7. Gupta D, Priyadarshi M, Chaurasia S, Singh P, Basu S. Lung ultrasound for prediction of surfactant requirement in Indian preterm neonates: a diagnostic accuracy study. *Eur J Pediatr.* 2014; 183(8): 3599-3606. doi: 10.1007/s00431-024-05626-z.
 8. Colectivo de autores. Neonatología. Diagnóstico y tratamiento. 2da ed. La Habana: Editorial de Ciencias Médicas; 2016. p. 95-125.
 9. Raimondi F, Migliaro F, Sodano A, Ferrara T, Lama S, Vallone G et al. Use of neonatal chest ultrasound to predict non invasive ventilation failure. *Pediatrics.* 2014; 134(4): e1089-e1094. doi: 10.1542/peds.2013-3924.
 10. Directrices sobre Buenas Prácticas Clínicas en Cuba. Centro para el Control Estatal de los Medicamentos, Equipos y Dispositivos Médicos. Ministerio de Salud Pública de Cuba. 2000 Disponible en: https://www.cecmecmed.cu/sites/default/files/adjuntos/Reglamentacion/Dir_BPC.pdf
 11. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki. 2020. Disponible en: <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
 12. Rai S, Tripathia S, Kumar M, Singh SN, Kumar S. Lung ultrasound in the management of preterm (≤ 34 weeks) neonates with respiratory distress syndrome. *Pediatr Neonatol.* 2025; 66(5): 484-489. doi: 10.1016/j.pedneo.2024.07.014.
 13. Ng EH, Shah V. Guidelines for surfactant replacement therapy in neonates. *J Paediatr Child Health.* 2021; 26(1): 35-41. doi: 10.1093/pch/pxaa116.
 14. van Kaam AH, Niemarkt HJ, Onland W. Timing of surfactant treatment in respiratory distress syndrome. *Semin Fetal Neonatal Med.* 2023; 28(6): 101495. doi: 10.1016/j.siny.2023.101495.
 15. Rodríguez-Fanjul J, Jordan I, Balaguer M, Batista-Muñoz A, Ramón M, Bobillo-Pérez S. Early surfactant replacement guided by lung ultrasound in preterm newborn with RDS: the ULTRASURF randomized controlled trial. *Eur J Pediatr.* 2020; 179(12): 1913-1920. doi: 10.1007/s00431-020-03744.
 16. Loganathan PK, Meau-Petit V, Bhojnagarwala B, Nair V, Holmes J, Occhipinti A et al. Serial lung ultrasound in predicting the need for surfactant and respiratory course in preterm infants-multicentre observational study (SLURP). *Eur J Pediatr.* 2025; 184(6): 356. doi: 10.1007/s00431-025-06185-7.
 17. De Luca D, Bonadies L, Alonso-Ojembarrera A, Martino D, Gutierrez-Rosa I, Loi B et al. Quantitative lung ultrasonography to guide surfactant therapy in neonates born late preterm and later. *JAMA Netw Open.* 2024; 7(5): e2413446. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2024.13446.
 18. Li M, Li, M, Feng J, Xiao F, Yang Q. Predictive value of lung ultrasound score in weaning from mechanical ventilation in neonatal respiratory distress syndrome. *Ital J Pediatr.* 2025; 51(1): 132. doi: 10.1186/s13052-025-01946-4.
 19. Romadhan M, Etika R, Utomo MT, Angelika D, Handayani KD, Ayuningtyas W et al. Lung ultrasonography score as a predictor of RDS severity in premature infants. *Acta Biomed.* 2025; 96(2): 16456. doi: 10.23750/abm.v96i2.16456.
 20. Singh P, Patnaik S, Verma A, Garegrat R, Maheshwari R, Suryawanshi P. Diagnostic utility of the lung ultrasound in predicting the need for surfactant therapy in preterm neonates with respiratory distress. *Front Pediatr.* 2023; 11: 1307761. doi: 10.3389/fped.2023.1307761.
 21. Corsini I, Lenzi MB, Ciarcia M, Matina F, Petoello E, Flore AI. Comparison among three lung ultrasound scores used to predict the need for surfactant replacement therapy: a retrospective diagnostic accuracy study in a cohort of preterm infants. *Eur J Pediatr.* 2023; 182(12): 5375-5383. doi: 10.1007/s00431-023-05200-z.
 22. De Martino L, Yousef N, Ben Ammar R, Raimondi F, Shankar-Aguilera S, De Luca D. Lung ultrasound score predicts surfactant need in extremely preterm neonates. *Pediatrics.* 2018; 142(3): e20180463. doi: 10.1542/peds.2018-0463.
 23. Román-Fernández A, Gómez-Ávila J. Biparametric score as a new tool for early indication of surfactant in preterm infants. *J Pediatr (Rio J).* 2025; 101(5): 101425. doi: 10.1016/j.jpmed.2025.101425.
 24. Gregorio-Hernández R, Arriaga-Redondo M, Pérez-Pérez A, Ramos-Navarro C, Sánchez-Luna M. Lung ultrasound in preterm infants with respiratory distress: experience in a neonatal intensive care unit. *Eur J Pediatr.* 2020; 179(1): 81-89. doi: 10.1007/s00431-019-03470-0.
 25. Kelner J, Moote D, Shah R, Anuar A, Golioto A. Lung ultrasound score for prediction of surfactant administration in preterm infants with respiratory failure. *J Perinatol.* 2024; 44(9): 1258-1263. doi: 10.1038/s41372-024-02090-3.
 26. Razak A, Faden M. Neonatal lung ultrasonography to evaluate need for surfactant or mechanical ventilation. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2019; 105(2): 164-171. doi: 10.1136/archdischild2019-316832.
 27. Aldecoa-Bilbao V, Balcells-Esponera C, Barbero AH, Borrás-Novell C, Renau MI, Iriondo-Sanz M et al. Lung ultrasound for early surfactant treatment: development and validation of a predictive model. *Pediatr Pulmonol.* 2021; 56(2): 433-441. doi: 10.1002/ppul.25216.
 28. Raimondi F, Dolce P, Veropalumbo C, Sierchio E, Gregorio-Hernandez R, Rodríguez-Fanjul J et al. External validation of a multivariate model for targeted surfactant replacement. *Neonatology.* 2024; 121(1): 17-24. doi: 10.1159/000532083.