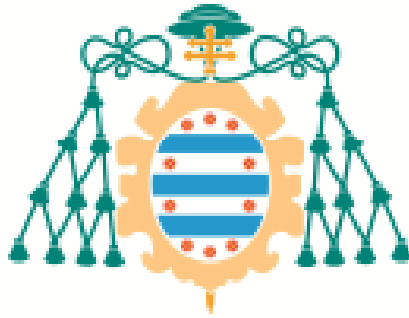




Universidad de Oviedo

Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud

**ECOGRAFÍA PULMONAR PRECOZ EN BRONQUIOLITIS PARA
DETECCIÓN DE PACIENTES DE ALTO RIESGO**

Doctorando:

Lucía Rodríguez García

Oviedo, 8 de noviembre de 2024



Universidad de Oviedo

Departamento de Medicina

Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud

ECOGRAFÍA PULMONAR PRECOZ EN BRONQUIOLITIS PARA DETECCIÓN DE PACIENTES DE ALTO RIESGO

Doctorando:

Lucía Rodríguez García

Directores

Dr. Juan Mayordomo Colunga

Dr. Corsino Rey Galán

Oviedo, 8 de noviembre de 2024

RESUMEN (en español)**Introducción**

La bronquiolitis aguda (BA) es una entidad clínica de suma importancia por su incidencia y morbilidad, siendo la primera causa de hospitalización en menores de 1 año, lo que conlleva importantes repercusiones económico-sanitarias.

El agente etiológico más frecuente es el virus respiratorio sincitial (VRS). El diagnóstico es clínico, etiquetándose de bronquiolitis aquellos cuadros en niños menores de 24 meses que se inician con tos y rinitis, que se suceden de signos de dificultad respiratoria, sibilancias y/o crepitantes. Desde el punto de vista fisiopatológico se produce inflamación aguda con edema y necrosis de células del epitelio distal que junto con el aumento de secreciones originan una obstrucción del bronquiolo distal con el consecuente atrapamiento aéreo y colapso lobar y, en definitiva, una alteración en la relación ventilación-perfusión y de la difusión de gases por la membrana alveolo-capilar.

La ecografía pulmonar (EcoP), se basa en interpretar los artefactos producidos cuando el haz de ultrasonidos entra en contacto con el aire del pulmón, originando diversos signos característicos. El primer estudio aplicado en BA fue publicado en 2011 y desde entonces se han desarrollado numerosos trabajos sobre la aplicación de esta técnica. Inicialmente éstos eran descriptivos, pero con el tiempo el objetivo de los estudios ha sido el de relacionar los hallazgos ecográficos (basados en el grado de aireación pulmonar) con diversas variables relacionadas fundamentalmente con la necesidad de ingreso (hospitalario o en una unidad de cuidados intensivos -UCIP-) o de soporte respiratorio (de oxígeno o de ventilación mecánica). En los últimos años algunos autores también han intentado evaluar la capacidad predictiva de estas escalas ecográficas y, en algunos casos, han desarrollado modelos basados en los hallazgos ecográficos y variables clínicas para llevar a cabo este propósito.

Objetivos:

Desarrollar un modelo clínico-ecográfico capaz de identificar de forma precoz aquellos pacientes con BA con mala evolución (entendiéndose ésta como la necesidad de ingreso hospitalario, de cuidados intensivos y/o de oxigenoterapia); así como comparar la eficacia del mismo mediante la exploración de menor número de áreas pulmonares.

Pacientes y métodos:

Estudio prospectivo entre diciembre de 2018 y marzo de 2020, llevado a cabo en dos centros



hospitalarios de tercer nivel (Hospital Universitario Central de Asturias y Complejo Asistencial Universitario de León). Se incluyeron lactantes menores de 12 meses con clínica compatible con BA, realizándose una EcoP en las primeras 24 horas de contacto hospitalario. Las imágenes ecográficas (de las 4 zonas pulmonares en las que se dividió cada hemitórax) se almacenaban en soporte digital para su análisis posterior, ciego, por dos investigadores, según un sistema de puntuación desarrollado a tal efecto que tenía en cuenta el patrón ecográfico observado y su extensión. A partir de dicho sistema de puntuación se elaboraron 7 escalas diferentes basadas en el patrón visualizado, su extensión, o una combinación de ambas.

De estas escalas ecográficas se calcularon un total de 3 versiones (8Z, 6Z y 4Z), que abarcaban diferente extensión pulmonar (un total de 8, 6 y 4 zonas respectivamente), para así evaluar la eficacia y necesidad de explorar todos los campos pulmonares o potencialmente evitar explorar las zonas posteriores (menos accesibles o que precisan movilizar al paciente para su valoración).

Se elaboraron además modelos de regresión (logística y lineal) a partir de los scores ecográficos junto con la variable "edad" y una escala de gravedad clínica (escala de bronquiolitis del hospital Sant Joan de Déu) para evaluar la capacidad predictiva en relación a la necesidad de ingreso hospitalario, de UCIP, necesidad de oxigenoterapia y la duración de éstas.

Resultados:

Se incluyeron 90 pacientes, con una mediana de edad de 3,7 meses, el 54% eran varones. De ellos, 62 precisaron ingreso en planta de hospitalización, 15 en UCIP y 13 fueron dados de alta a domicilio. En 43 pacientes fue necesaria oxigenoterapia suplementaria y en 13 conexión a ventilación no invasiva. El tiempo medio de estancia hospitalaria global (planta y UCIP) y en UCIP fue de 4 días, y el de conexión a oxígeno de 3. El agente causal aislado con más frecuencia fue el VRS (67,5%).

Las escalas ecográficas desarrolladas de forma aislada obtuvieron capacidad predictiva significativa para predecir necesidad de ingreso hospitalario y de oxigenoterapia con la exploración de 8 y 6 zonas pulmonares ($p < 0,01$) y de 4 zonas ($p < 0,05$). Para predecir el ingreso en UCIP sólo fueron válidos las escalas que recogían información de 8 y 6 zonas pulmonares ($p < 0,05$).

Ninguna escala ecográfica de las 7 desarrolladas mostró superioridad respecto a las otras en lo referente a si para su cálculo se utilizaba el patrón ecográfico, su extensión o una combinación de ambas.

En cuanto a los modelos predictivos clínico-ecográficos desarrollados con los diferentes scores, todos los que evaluaban 8 zonas pulmonares (8Z) y la mayoría de los 6Z fueron capaces de predecir necesidad de ingreso hospitalario y de oxigenoterapia (con AUC de 0,9), y de los 4Z la necesidad de oxígeno. Así mismo, la inmensa mayoría de los modelos 8Z, 6Z y 4Z sirvieron para predecir el tiempo de estancia hospitalaria (alcanzando un poder explicativo del 47% en los que valoran más áreas pulmonares y del 40% cuando sólo se valoran 4 zonas) y tiempo de oxigenoterapia en el caso de que se explore todo el pulmón (poder explicativo del 40%). Ningún modelo fue capaz de pronosticar la necesidad de ingreso en UCIP o la duración de la estancia en esta unidad.

Conclusiones:

El empleo de modelos clínico-ecográficos parece útil para predecir de forma aceptable la necesidad de ingreso hospitalario y de oxigenoterapia y la duración de éstos. La exploración de la región paravertebral podría ser innecesaria.



RESUMEN (en Inglés)

Introduction:

Acute bronchiolitis (AB) is a clinically significant condition due to its high incidence and associated morbidity, representing the leading cause of hospitalization in children under one year of age. This has substantial economic and healthcare implications. The most common etiological agent is the respiratory syncytial virus (RSV). Diagnosis is clinical, with bronchiolitis being identified in children under 24 months presenting with initial symptoms of cough and rhinitis, followed by signs of respiratory distress, wheezing, and/or crackles. From a pathophysiological perspective, acute inflammation with edema and necrosis of distal epithelial cells occurs, which, together with increased secretions, results in obstruction of the distal bronchiole, leading to air trapping and lobar collapse. This ultimately causes ventilation-perfusion mismatch and impaired gas diffusion across the alveolar-capillary membrane.

Pulmonary ultrasound (LUS) is based on interpreting artifacts produced when the ultrasound beam contacts air within the lung, generating various characteristic signs. The first study on LUS application in AB was published in 2011, and since then, numerous studies have explored its use. Initially descriptive, the focus of these studies has shifted to correlating sonographic findings (based on the degree of lung aeration) with various clinical variables, particularly the need for hospitalization (general or pediatric intensive care unit - PICU) or respiratory support (oxygen or mechanical ventilation). In recent years, some authors have also aimed to evaluate the predictive capacity of these sonographic scales and, in some cases, have developed models based on sonographic findings and clinical variables to achieve this goal.

Objectives:

To develop a clinical-sonographic model capable of early identification of AB patients with poor prognosis (defined as requiring hospitalization, intensive care, and/or oxygen therapy); and to compare the model's efficacy by exploring a reduced number of lung areas.

Patients and Methods:

A prospective study conducted between December 2018 and March 2020 across two tertiary care hospitals (Central University Hospital of Asturias and University Hospital Complex of León). Infants under 12 months presenting with clinical symptoms compatible with AB were included, and LUS was performed within the first 24 hours of hospital contact. Ultrasound images (from the 4 pulmonary zones into which each hemithorax was divided) were digitally stored for subsequent blinded analysis by two investigators, according to a scoring system developed for this purpose that considered the observed ultrasound pattern and its extent. Based on this scoring system, seven different scales were developed, based on the visualized pattern, its extent, or a combination of both.

Three versions (8-zone, 6-zone, and 4-zone) of these ultrasound scales were calculated, encompassing different pulmonary extents (a total of 8, 6, and 4 zones, respectively), to evaluate the efficacy and necessity of examining all pulmonary fields or just a portion of them. Regression models (logistic and linear) were also developed using the ultrasound scores along with the variable "age" and a clinical severity scale (bronchiolitis scale from Hospital Sant Joan de Déu) to evaluate predictive capacity concerning the need for hospital admission, ICU admission, oxygen therapy, and their duration.



Results:

Ninety patients were included, with a median age of 3.7 months; 54% were male. Of these, 62 required hospitalization, 15 required ICU admission, and 13 were discharged home. Supplemental oxygen therapy was necessary in 43 patients, and 13 required non-invasive ventilation. The mean total hospital stay (ward and ICU) and ICU stay duration were 4 days, and the mean duration of oxygen therapy was 3 days. The most frequently isolated causative agent was RSV (67.5%). The developed sonographic scales, when used independently, demonstrated significant predictive capacity for hospital admission and oxygen therapy with exploration of 8 and 6 lung zones ($p < 0.01$) and 4 zones ($p < 0.05$). To predict ICU admission, only the scales that included information from 8 and 6 lung zones were valid ($p < 0.05$). None of the seven developed sonographic scales showed superiority over the others regarding whether the calculation used the sonographic pattern, its extent, or a combination of both. Regarding the clinical-sonographic predictive models developed with the different scores, all models evaluating 8 lung zones (8Z) and most of the 6-zone models (6Z) were able to predict the need for hospital admission and oxygen therapy (with an AUC of 0.9), and the 4-zone models (4Z) predicted the need for oxygen. Moreover, the vast majority of the 8Z, 6Z, and 4Z models were useful in predicting the length of hospital stay (reaching an explanatory power of 47% for those assessing more lung areas and 40% when only 4 zones were assessed) and the duration of oxygen therapy when the entire lung was explored (explanatory power of 40%). No model was able to predict the need for ICU admission or the duration of ICU stay.

Conclusions:

The use of clinical-sonographic models appears to be useful in reasonably predicting the need for hospital admission, oxygen therapy, and their duration. Exploration of the paravertebral region may be unnecessary.

**SR. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN ACADÉMICA DEL PROGRAMA DE DOCTORADO
EN _____**

A mi familia por su apoyo incondicional a lo largo de estos años. A los que están y los que se fueron. En especial a mis padres, por enseñarme el valor del esfuerzo y la constancia; gracias a su trabajo y sacrificio he podido llegar hasta aquí. A mis hermanos, por celebrar mis logros como si fueran suyos.

A mis hijos, Abril y Dimas, por el tiempo que no he podido dedicaros. Vosotros sois mi luz, mi alegría y hacéis que quiera ser mejor persona.

Y finalmente a Dimas, mi compañero de vida, quien camina a mi lado desde hace muchos años, mi apoyo. Gracias por estar ahí siempre, por arrancarme una sonrisa, por hacerme feliz, por crecer juntos.

Agradecimientos

Quisiera agradecer en primer lugar a mis directores de tesis, al Dr. Mayordomo, por su ayuda, paciencia y consejos, por descubrirme el mundo de los ultrasonidos y contagiarme su pasión por la ecografía. Por su generosidad y capacidad docente, por estar ahí en vacaciones y fines de semana. Gracias al Dr. Rey por ser un ejemplo profesional y humano durante la residencia, especialmente en mi paso por la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos del HUCA.

Al Dr. Oulego, que me dio el primer empujón para empezar con este proyecto, sin él no habría sido posible llevarlo a cabo, gracias por la idea, gracias por su abrumadora sabiduría.

A mi compañera Elena, por su inestimable ayuda recogiendo pacientes al otro lado de la frontera Astur-Leonesa.

Gracias también a la Unidad de Consultoría Estadística de la Universidad de Oviedo, especialmente a Tania, por su asesoramiento en el complejo mundo de la bioestadística.

A todos mis "*maestros*", esas personas que a lo largo de mi carrera han sido para mí un ejemplo a seguir en lo profesional y sobre todo en lo humano.

Estoy igualmente muy agradecida a mis compañeros a lo largo de estos años: médicos, enfermeras y TCAEs del HUCA, León, Mieres, Cabueñes y Valle del Nalón. He encontrado mucha gente buena a lo largo del camino y, vaya donde vaya, siempre os llevaré en mi corazón. Gracias especialmente a Vane, Ali y Cris por las palabras de ánimo todo este tiempo.

Y, por último, gracias a mis pequeños pacientes.

"Es el tiempo que has perdido con tu rosa lo que hace a tu rosa tan importante"

Antoine de Saint-Exupéry, *El Principito*

1 ÍNDICE

1.1 Índice general

1	ÍNDICE	12
1.1	Índice general.....	12
1.2	Índice de tablas	15
1.3	Índice de figuras.....	18
2	LISTADO DE ABREVIATURAS	21
3	INTRODUCCIÓN	24
3.1	Bronquiolitis aguda	24
3.2	Ecografía	26
3.2.1	Fundamentos físicos	26
3.2.2	Ecografía a pie de cama	28
3.3	Ecografía pulmonar.....	30
3.3.1	Aspectos técnicos	30
3.3.2	Semiología ecográfica pulmonar	31
3.3.3	Aplicaciones clínicas de la ecografía pulmonar	32
3.3.4	Ecografía pulmonar en bronquiolitis aguda	33
4	HIPÓTESIS	43
5	OBJETIVOS	45
5.1	Objetivo general:	45
5.2	Objetivos específicos:	45
6	MATERIAL Y MÉTODOS.....	47
6.1	Cuestiones éticas y legales.....	47
6.2	Selección de la muestra	47
6.2.1	Criterios de inclusión:	47

6.2.2	Criterios de exclusión:	48
6.3	Material y métodos.....	48
6.4	Metodología de obtención de imágenes.....	48
6.5	Variables de estudio	50
6.6	Manejo de los pacientes	52
6.7	Scores ecográficos.....	52
6.7.1	SCORE 1: basado en el PATRÓN:	53
6.7.2	SCORE 2: basado en la EXTENSIÓN:.....	53
6.7.3	SCORE 3: basado PATRÓN – EXTENSIÓN combinados:	54
6.7.4	SCORE 4: basado PATRÓN – EXTENSIÓN no combinados	54
6.8	Zonas pulmonares exploradas	55
6.9	Concordancia interobservador	56
6.10	Metodología estadística	57
7	RESULTADOS.....	60
7.1	Descripción general de la muestra	60
7.2	Comparación entre los centros hospitalarios.....	63
7.3	Ecografía pulmonar.....	66
7.4	Aplicación de las escalas ecográficas.....	68
7.4.1	OPCIÓN 8Z (8 zonas pulmonares)	69
7.4.2	OPCIÓN 6Z (6 zonas pulmonares)	90
7.4.3	OPCIÓN 4Z (4 zonas pulmonares)	109
7.4.4	RESUMEN ESCALAS ECOGRÁFICAS	130
7.5	CONCORDANCIA ENTRE LOS INVESTIGADORES	134
8	DISCUSIÓN	137
8.1	Características de la muestra.....	137

8.1.1	Demográficas	137
8.1.2	Características clínicas del proceso actual	137
8.1.3	Evolución y manejo de los pacientes.....	139
8.1.4	Comparativa entre centros hospitalarios.....	140
8.2	Ecografía pulmonar.....	141
8.2.1	Metodología de la toma de imágenes.....	141
8.2.2	Hallazgos ecográficos	142
8.2.3	Scores ecográficos y variables resultado	142
8.2.4	Modelos predictivos:	143
8.2.5	Diferencias entre los scores	145
8.3	Concordancia entre investigadores	147
8.4	Limitaciones	148
8.5	Fortalezas.....	150
9	CONCLUSIONES.....	152
10	BIBLIOGRAFÍA	154
11	ANEXOS.....	163

1.2 Índice de tablas

Tabla 1: Escala de valoración de gravedad de bronquiolitis del Hospital San Juan de Dios.....	14
Tabla 2: Principales trabajos publicados en relación con la EcoP en pacientes con BA	24
Tabla 3: Principales evidencias publicadas de la EcoP en BA en relación con diversas variables .	29
Tabla 4: Áreas pulmonares exploradas en el estudio	38
Tabla 5: Sistema de puntuación de las imágenes ecográficas	39
Tabla 6: Puntuación asignada inicialmente según el patrón ecográfico visualizado.....	41
Tabla 7: Sistema de puntuación del <i>Score</i> 1A.....	42
Tabla 8: Sistema de puntuación del <i>Score</i> 1B.....	42
Tabla 9: Sistema de puntuación del <i>Score</i> 2	42
Tabla 10: Sistema de puntuación del <i>Score</i> 3A.....	43
Tabla 11: Sistema de puntuación del <i>Score</i> 3B.....	43
Tabla 12: Sistema de puntuación del <i>Score</i> 4	44
Tabla 13: Sistema de puntuación del <i>Score</i> 4A.....	44
Tabla 14: Sistema de puntuación del <i>Score</i> 4B.....	44
Tabla 15: Sistemas de puntuación desarrollados en función del número de áreas pulmonares exploradas.....	45
Tabla 16: Características de los pacientes incluidos en el estudio	49
Tabla 17: Características del proceso actual.....	50
Tabla 18: Estudio microbiológico	51
Tabla 19: Evolución de los pacientes	52
Tabla 20: Comparativa entre centros hospitalarios.....	53
Tabla 21: Momento de realización de la ecografía pulmonar	55
Tabla 22: Patrones ecográficos hallados.....	56
Tabla 23: Opción 8Z: Puntuaciones obtenidas en las distintas escalas ecográficas	58
Tabla 24: Opción 8Z: Puntuaciones obtenidas en los <i>scores</i> y su relación con las variables principales	59
Tabla 25: Opción 8Z: Capacidad predictiva en relación con el ingreso hospitalario	63
Tabla 26: Opción 8Z: Tablas de contingencia entre <i>scores</i> 8Z e ingreso hospitalario	64
Tabla 27: Opción 8Z: Capacidad predictiva en relación con la necesidad de oxigenoterapia	65
Tabla 28: Opción 8Z: Tablas de contingencia entre <i>scores</i> 8Z y necesidad de oxigenoterapia	66
Tabla 29: Opción 8Z: Capacidad predictiva en relación con la necesidad ingreso en UCIP.....	66
Tabla 30: Opción 8Z: Tablas de contingencia entre <i>scores</i> 8Z y necesidad de ingreso en UCIP....	67

Tabla 31: Opción 8Z: Modelos de regresión logística para necesidad de ingreso hospitalario.....	69
Tabla 32: Opción 8Z: Modelos de regresión logística para necesidad de oxigenoterapia	70
Tabla 33: Opción 8Z: Modelos de regresión logística para necesidad de ingreso en UCIP	71
Tabla 34: Opción 8Z: Pruebas de bondad de ajuste para los modelos de regresión logística.....	72
Tabla 35: Opción 8Z: Coeficientes del modelo de regresión logística 8Z 1A	72
Tabla 36: Opción 8Z: Modelos de regresión lineal para tiempo de estancia hospitalaria.....	75
Tabla 37: Opción 8Z: Modelos de regresión lineal para tiempo de oxigenoterapia.....	76
Tabla 38: Opción 8Z: Modelos de regresión lineal para tiempo de estancia en UCIP	77
Tabla 39: Opción 8Z: Pruebas de bondad de ajuste para los modelos de regresión lineal	78
Tabla 40: Opción 6Z: Puntuaciones obtenidas en las distintas escalas ecográficas	79
Tabla 41: Opción 6Z: Puntuaciones obtenidas en los <i>scores</i> y su relación con las variables principales	80
Tabla 42: Opción 6Z: Capacidad predictiva en relación con el ingreso hospitalario	84
Tabla 43: Opción 6Z: Tablas de contingencia entre <i>scores</i> 8Z e ingreso hospitalario	85
Tabla 44: Opción 6Z: Capacidad predictiva en relación con la necesidad de oxigenoterapia.....	86
Tabla 45: Opción 6Z: Tablas de contingencia entre <i>scores</i> 8Z y necesidad de oxigenoterapia	87
Tabla 46: Opción 6Z: Capacidad predictiva en relación con la necesidad ingreso en UCIP.....	87
Tabla 47: Opción 6Z: Tablas de contingencia entre <i>scores</i> 8Z y necesidad de ingreso en UCIP....	88
Tabla 48: Opción 6Z: Modelos de regresión logística para necesidad de ingreso hospitalario.....	90
Tabla 49: Opción 6Z: Modelos de regresión logística para necesidad de oxigenoterapia	91
Tabla 50: Opción 6Z: Modelos de regresión logística para necesidad de ingreso en UCIP	92
Tabla 51: Opción 6Z: Pruebas de bondad de ajuste para los modelos de regresión logística.....	93
Tabla 52: Opción 6Z: Modelos de regresión lineal para tiempo de estancia hospitalaria.....	94
Tabla 53: Opción 6Z: Modelos de regresión lineal para tiempo de oxigenoterapia.....	95
Tabla 54: Opción 6Z: Modelos de regresión lineal para tiempo de estancia en UCIP	96
Tabla 55: Opción 6Z: Pruebas de bondad de ajuste para los modelos de regresión lineal	97
Tabla 56: Opción 4Z: Puntuaciones obtenidas en las distintas escalas ecográficas	98
Tabla 57: Opción 4Z: Puntuaciones obtenidas en los <i>scores</i> y su relación con las variables principales	99
Tabla 58: Opción 4Z: Capacidad predictiva en relación con el ingreso hospitalario	103
Tabla 59: Opción 4Z: Tablas de contingencia entre <i>scores</i> 8Z e ingreso hospitalario	104
Tabla 60: Opción 4Z: Capacidad predictiva en relación con la necesidad de oxigenoterapia.....	105
Tabla 61: Opción 4Z: Tablas de contingencia entre <i>scores</i> 8Z y necesidad de oxigenoterapia ...	106
Tabla 62: Opción 4Z: Capacidad predictiva en relación con la necesidad ingreso en UCIP.....	107

Tabla 63: Opción 4Z: Tablas de contingencia entre <i>scores</i> 8Z y necesidad de ingreso en UCIP..	108
Tabla 64: Opción 4Z: Modelos de regresión logística para necesidad de ingreso hospitalario...	110
Tabla 65: Opción 4Z: Modelos de regresión logística para necesidad de oxigenoterapia	111
Tabla 66: Opción 4Z: Modelos de regresión logística para necesidad de ingreso en UCIP	112
Tabla 67: Opción 4Z: Pruebas de bondad de ajuste para los modelos de regresión logística.....	113
Tabla 68: Opción 4Z: Modelos de regresión lineal para tiempo de estancia hospitalaria.....	115
Tabla 69: Opción 4Z: Modelos de regresión lineal para tiempo de oxigenoterapia.....	116
Tabla 70: Opción 4Z: Modelos de regresión lineal para tiempo de estancia en UCIP	117
Tabla 71: Opción 4Z: Pruebas de bondad de ajuste para los modelos de regresión lineal	118
Tabla 72: Resumen de los análisis estadísticos realizados con los <i>scores</i> ecográficos	119
Tabla 73: Grado de concordancia entre investigadores	123

1.3 Índice de figuras

Figura 1: Interacción de las ondas de US con un medio/tejido	16
Figura 2: Efecto piezoeléctrico.....	16
Figura 3: Evolución temporal de las publicaciones indexadas en PubMed	19
Figura 4: Signos ecográficos básicos	21
Figura 5: Imágenes de ecografía pulmonar en bronquiolitis aguda	23
Figura 6: Áreas pulmonares exploradas en el estudio.....	38
Figura 7: Diagrama de flujo de los pacientes incluidos en el estudio	51
Figura 8: Opción 8Z: Gráficos de puntos de las puntuaciones obtenidas en los <i>scores</i> 8Z en los pacientes que precisan ingreso hospitalario y los que no	60
Figura 9: Opción 8Z: Gráficos de puntos de las puntuaciones obtenidas en los <i>scores</i> 8Z en los pacientes que precisan oxigenoterapia y los que no	61
Figura 10: Opción 8Z: Gráficos de puntos de las puntuaciones obtenidas en los <i>scores</i> 8Z en los pacientes que precisan ingreso en UCIP y los que no.....	62
Figura 11: Opción 8Z: Curvas ROC de los <i>scores</i> 8Z para predecir ingreso hospitalario.....	63
Figura 12: Opción 8Z: Curvas ROC de los <i>scores</i> 8Z para predecir necesidad de oxigenoterapia .	65
Figura 13: Opción 8Z: Curvas ROC de los <i>scores</i> 8Z para predecir ingreso en UCIP	67
Figura 14: Opción 6Z: Gráficos de puntos de las puntuaciones obtenidas en los <i>scores</i> 6Z en los pacientes que precisan ingreso hospitalario y los que no	81
Figura 15: Opción 6Z: Gráficos de puntos de las puntuaciones obtenidas en los <i>scores</i> 6Z en los pacientes que precisan oxigenoterapia y los que no	82
Figura 16: Opción 6Z: Gráficos de puntos de las puntuaciones obtenidas en los <i>scores</i> 6Z en los pacientes que precisan ingreso en UCIP y los que no.....	83
Figura 17: Opción 6Z: Curvas ROC de los <i>scores</i> 6Z para predecir ingreso hospitalario.....	84
Figura 18: Opción 6Z: Curvas ROC de los <i>scores</i> 6Z para predecir necesidad de oxigenoterapia .	86
Figura 19: Opción 6Z: Curvas ROC de los <i>scores</i> 6Z para predecir ingreso en UCIP	88
Figura 20: Opción 4Z: Gráficos de puntos de las puntuaciones obtenidas en los <i>scores</i> 4Z en los pacientes que precisan ingreso hospitalario y los que no	100
Figura 21: Opción 4Z: Gráficos de puntos de las puntuaciones obtenidas en los <i>scores</i> 4Z en los pacientes que precisan oxigenoterapia y los que no	101
Figura 22: Opción 4Z: Gráficos de puntos de las puntuaciones obtenidas en los <i>scores</i> 4Z en los pacientes que precisan ingreso en UCIP y los que no.....	102
Figura 23: Opción 4Z: Curvas ROC de los <i>scores</i> 4Z para predecir ingreso hospitalario.....	103

Figura 24: Opción 4Z: Curvas ROC de los <i>scores</i> 4Z para predecir necesidad de oxigenoterapia.	105
Figura 25: Opción 4Z: Curvas ROC de los <i>scores</i> 4Z para predecir ingreso en UCIP	107
Figura 26: Gráficos de Bland-Altman	123

ABREVIATURAS

2 LISTADO DE ABREVIATURAS

AIC: Criterio de información de Akaike

AUC: Área bajo la curva

BA: Bronquiolitis aguda

BIPAP: Presión positiva en la vía aérea con dos niveles de presión

CAULE: Complejo Asistencial Universitario de León

CCI: Coeficiente de correlación intraclase

CP+: Cociente de probabilidad del positivo

CP-: Cociente de probabilidad del negativo

CPAP: Presión positiva continua en la vía aérea

DT: Desviación típica

EcoP: Ecografía pulmonar

EG: Edad gestacional

EPAP: Presión positiva espiratoria

EPC: Ecografía a pie de cama

HUCA: Hospital Universitario Central de Asturias

HSJD: Hospital San Juan de Dios (referido a escala de gravedad clínica)

Hz: Hercios

IC: Intervalo de confianza

IPAP: Presión positiva inspiratoria

IQR: Rango intercuartílico

lpm: Litros por minuto

LUS: Lung ultrasound

MHz: Megahercios

MIR: Médico Interno Residente

R²: Poder explicativo

Rx: Radiografía

Sat O₂: Saturación de Oxígeno

Score: Escala o Sistema de puntuación

SDRA: Síndrome de distrés respiratorio agudo

UCIP: Unidad de cuidados intensivos pediátricos

US: Ultrasonidos

VMI: Ventilación mecánica invasiva

VNI: Ventilación mecánica no invasiva

VPN: Valor predictivo negativo

VPP: Valor predictivo positivo

VRS: Virus respiratorio sincitial

INTRODUCCIÓN

3 INTRODUCCIÓN

3.1 Bronquiolitis aguda

La bronquiolitis aguda (BA) es la infección del tracto respiratorio inferior más frecuente en el lactante y la primera causa de hospitalización en los menores de 12 meses (1). Aproximadamente el 2-5% de las bronquiolitis agudas requieren hospitalización y de estas, el 3-11% acaban ingresando en una unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP) (2). En España la tasa de hospitalización en menores de 12 meses es del 4,1 por 1.000 habitantes (3); 37 por 1.000 si consideramos lactantes menores de 6 meses y 25 por cada 1.000 lactantes menores de un año (4).

Aunque tiene una alta morbilidad, su tasa de mortalidad es baja y varía de un país a otro, fundamentalmente por factores socioeconómicos. En el Reino Unido se registran 2,9 fallecidos por cada 100.000 niños menores de 1 año, frente a los 5,3 de Estados Unidos (5). Su importancia epidemiológica conlleva también gran repercusión económica, con un gasto medio de 3.799 dólares por hospitalización (que aumenta considerablemente si se complica con una neumonía, pudiendo acercarse a los 9.000 dólares) y de forma global unos costes directos estimados de más de 500 millones de dólares anuales en los Estados Unidos (6). Un estudio realizado entre 2001 y 2002 en la Comunidad Valenciana revela un gasto anual medio por hospitalizaciones por BA en dicha comunidad de 3.618.000 euros, con un coste de 2.253 euros por cada ingreso por bronquiolitis causada por el virus respiratorio sincitial (VRS) (7).

En cuanto a la fisiopatología de la enfermedad, la BA se caracteriza por presentar una inflamación aguda, con edema y necrosis de las células del epitelio de las vías respiratorias distales, así como un aumento de la producción de secreciones (moco) a dicho nivel; estas se acumulan en la luz del bronquiolo obstruyéndolo, produciendo atrapamiento aéreo y colapso a nivel lobar con la consiguiente alteración en la relación ventilación-perfusión (5,8).

La clínica de la BA comienza como un cuadro de tos y rinitis, seguido de taquipnea, tos, sibilancias y/o crepitantes, uso de musculatura accesoria y aleteo nasal en los casos de mayor gravedad (1,8).

El agente etiológico más frecuente es el VRS, siendo responsable del 41-83% de los casos (8). Otros virus causantes de la enfermedad son: *rhinovirus*, *metapneumovirus*, *coronavirus*, *bocavirus*, *virus influenza*, *adenovirus* y *virus parainfluenza*. Las coinfecciones son frecuentes, encontrándose dos o más virus en hasta el 30% de los pacientes (5,8).

Existen en la literatura varias escalas de puntuación clínicas con el objetivo de predecir la gravedad de la BA y/o su necesidad de ingreso (9–12). Una de las más empleadas en nuestro medio es la escala del Hospital San Juan de Dios (HSJD), también conocida como escala BROSJOD (13), que se detalla en la siguiente tabla (Tabla 1):

Escala de gravedad de bronquiolitis del HSJD				
	0	1	2	3
Sibilancias/ crepitantes	No	Sibilancias espiratorias, crepitantes inspiratorios	Sibilancias/ crepitantes inspiratorios y espiratorios	
Tiraje	No	Subcostal, intercostal inferior	Lo anterior + supraclavicular y Aleteo nasal	Lo anterior + intercostal superior y supraesternal
Entrada de aire	Normal	Regular, simétrica	Asimétrica	Muy disminuida
Saturación O ₂ : Sin O ₂ Con O ₂	≥ 95% Sin O ₂	91-94% >94% (FiO ₂ <40%)	< 91% ≤94% (FiO ₂ >40%)	
FR: <3 meses 3-12 meses 12-24 meses	< 40 rpm < 30 rpm < 30 rpm	40-59 rpm 30-49 rpm 30-39 rpm	60-70 rpm 50-60 rpm 40-50 rpm	> 70 rpm > 60 rpm > 50 rpm
FC: < 1 año 1-2 años	< 130 lpm < 110 lpm	130-149 lpm 110-120 lpm	150-170 lpm 120-140 lpm	> 170 lpm > 140 lpm

Tabla 1: Escala de valoración de gravedad de bronquiolitis del Hospital San Juan de Dios (HSJD). FiO₂: fracción inspirada de oxígeno; FR: frecuencia respiratoria; FC: frecuencia cardíaca; rpm: respiraciones por minuto; lpm: latidos por minuto. Clasifica la BA en leve (<6 puntos), moderada (6-10 puntos) y grave (> 10 puntos).

Con respecto al manejo clínico de la BA, las últimas guías clínicas no recomiendan de forma sistemática la realización de pruebas complementarias (radiografía -Rx- de tórax, estudios microbiológicos), a excepción de la pulsioximetría (1,14,15). De hecho, hay acuerdo en que la realización de Rx torácica puede aumentar el uso de antibióticos sin mejorar la evolución del cuadro (1,14), y que en menos del 1% de las Rx se visualizan condensaciones que justifican el empleo de antimicrobianos (5,16).

3.2 Ecografía

3.2.1 Fundamentos físicos

El empleo de ultrasonidos (US) en la práctica médica se ha desarrollado tomando como base los principios del sónar, utilizado en la Primera Guerra Mundial. Las primeras imágenes ecográficas de un cráneo humano se publicaron en 1.947 (17).

La ecografía es, por tanto, una técnica que se fundamenta en el comportamiento de un haz de US cuando estos se aplican sobre una superficie (en este caso, un tejido). El US se define como aquel que tiene una frecuencia mayor de la que puede ser oída por los seres humanos, es decir, a cualquier sonido con una frecuencia mayor de 20.000 Hz (Hercios, es decir, ciclos/segundo). Las imágenes médicas utilizan rangos de frecuencia entre los 2 y 15 MHz generalmente (18), según la cual los US penetrarán más o menos en los tejidos, con diferente calidad de imagen, obteniéndose a mayor frecuencia mayor calidad de imagen, pero menor capacidad de penetración en los tejidos.

Los haces de US pueden comportarse de diferentes maneras cuando encuentran un medio o cuerpo a su paso, de esta forma se originan las imágenes o artefactos que se visualizan en la ecografía entre los que destacan los siguientes (19,20) (Figura 1):

a. Ecos:

Las ondas sonoras rebotan tras chocar con una superficie o barrera capaz de reflejarlos. Esta barrera o interfase existe entre dos medios adyacentes con diferente impedancia acústica, siendo esta la resistencia que un medio opone al paso de los US.

b. Reflexión:

Una parte del haz se refleja en forma de ecos y otra parte continúa hacia la siguiente interfase. En función del tipo de superficie sobre el que inciden los US estos se reflejarán como un espejo si es lisa, o se dispersarán si la superficie es rugosa o irregular.

c. Refracción:

El haz de US es desviado cuando incide con un determinado ángulo sobre una interfase.

d. Absorción:

Al atravesar un medio existe una pérdida de energía. A mayor frecuencia de onda, mayor absorción y menor penetración de los US en el medio.

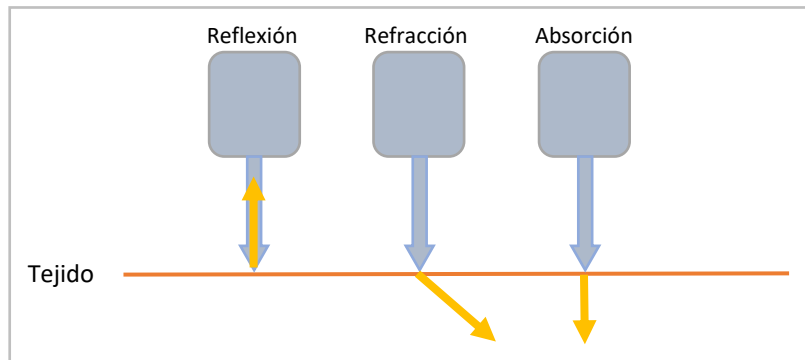


Figura 1: Interacción de las ondas de US con un medio/tejido.

La ecografía es una técnica diagnóstica que recoge los US que emite una sonda o transductor tras interactuar con diferentes tejidos. La sonda transforma las señales que llegan en estímulos eléctricos y el ecógrafo transforma esos estímulos en imágenes, permitiendo visualizarlas en la pantalla en diferentes tonos de grises.

El funcionamiento de esta se basa en el efecto piezoeléctrico: algunos cristales al recibir corriente eléctrica se contraen y dilatan generando vibraciones (energía acústica) y viceversa. De este modo, una sonda o transductor ecográfico recibe impulsos eléctricos y los convierte en ondas acústicas; posteriormente recibe pulsos acústicos (ecos) y los convierte en impulsos eléctricos (18), como puede observarse en la Figura 2.

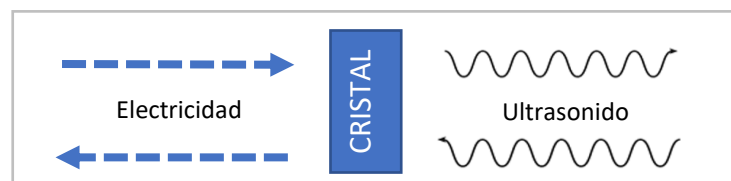


Figura 2: Efecto piezoeléctrico: la aplicación de un impulso eléctrico en el cristal genera vibraciones que emiten ondas de US y recibe ondas que transforma en energía eléctrica. Adaptado de Tello C., L.(21).

Aunque la ecografía tiene varias limitaciones conocidas, quizás la más relevante es la de que es una técnica “operador dependiente” (de ahí que en muchos de los estudios en los que intervienen más de un explorador es muy útil y conveniente conocer la concordancia que hay entre los diferentes investigadores). Sin embargo, presenta múltiples ventajas entre las que destaca, si nos referimos además a su empleo en población pediátrica, la

ausencia de radiación. Esto la convierte en una técnica segura y que puede repetirse sin implicar riesgos para el paciente (22,23).

Este hecho es fundamental, pues la exposición a radiaciones ionizantes aumenta de forma pequeña, aunque significativa, el riesgo de cáncer. El riesgo es acumulativo, y los niños además tienen al menos cuatro veces más sensibilidad que los adultos a la inducción de neoplasias (mayor velocidad de división celular que los adultos y, obviamente, mayor esperanza de vida) (24–26).

3.2.2 Ecografía a pie de cama

En los primeros años de desarrollo de la ecografía, varias especialidades médicas comenzaron a utilizar esta técnica en su práctica clínica habitual (radiólogos, cardiólogos y obstetras). Aunque profesionales de otras especialidades podían emplear esta herramienta de forma ocasional, no fue hasta la década de los 90 (cuando el desarrollo tecnológico permitió contar con dispositivos más compactos y accesibles) cuando la ecografía “a pie de cama” (EPC) o su acrónimo en inglés -POCUS- (*point of care ultrasound*) comenzó a desarrollarse. Aun así, los primeros ecógrafos portátiles ofrecían una imagen muy pobre, siendo a partir de 2010 cuando la calidad de imagen que prestaban los dispositivos portátiles empleados para la EPC comenzó a equipararse con la de los ecógrafos “fijos” (17).

Se define a la ecografía a pie de cama como la ecografía “llevada al paciente”, realizada por el clínico en tiempo real (por este motivo también se denomina “Ecografía clínica”). El hecho de que se obtengan imágenes a la cabecera del paciente y que estas puedan interpretarse de forma prácticamente instantánea, permite correlacionar los hallazgos ecográficos con los signos y síntomas del paciente (a diferencia de la ecografía convencional en la que el radiólogo es quien realiza la técnica, interpreta las imágenes y emite un juicio diagnóstico, sin tener una visión global del individuo) e incluso repetir la exploración ecográfica si existen cambios en el estado del paciente o para comprobar la respuesta a una terapia determinada dada la accesibilidad del clínico a esta técnica (17). Esta evaluación del paciente “en tiempo real”, implica que diagnóstico, tratamiento y manejo del mismo pueden variar a lo largo del tiempo según el criterio del profesional (27).

La ecografía clínica permite responder a preguntas concretas que afectan a múltiples órganos y sistemas como los relacionados con la situación hemodinámica de un paciente o el estado del flujo sanguíneo de órganos vitales (28). También se ha definido a la EPC como “el uso de las técnicas tradicionales de ultrasonido enfocada de una forma binaria de cara a dar una respuesta a un conjunto específico de preguntas clínicas” (29).

Como se ha mencionado previamente, la EPC ha ido desarrollándose a lo largo de los años y es utilizada ampliamente por varias especialidades médicas en diferentes situaciones. En líneas generales puede utilizarse en tres tipos de procesos: en procedimientos, como técnica diagnóstica y como técnica de cribado (17).

Sin embargo, y a pesar del gran desarrollo de la EPC en las últimas décadas, hasta 2015 no se publicaron unas guías clínicas específicas sobre la EPC en población pediátrica (30) y, a día de hoy, aún no se ha desarrollado de forma estandarizada un sistema de aprendizaje ni de capacitación reglados en la Pediatría (salvo en aplicaciones muy concretas y en algunos países como Estados Unidos) (31). Este hecho es llamativo, si tenemos en cuenta que varias de las aplicaciones de la EPC presentan una curva de aprendizaje relativamente rápida, con un breve tiempo de formación teórico-práctica seguido de la realización de un pequeño número de exploraciones (32–34).

No obstante, en los últimos años se está llevando a cabo un esfuerzo muy importante para poner en valor y definir las múltiples aplicaciones de la EPC en el ámbito de la Pediatría, para así poder sentar las bases sobre las que poder desarrollar sistemas de aprendizaje, capacitación, evaluación y desarrollo de este campo (27,31,35).

En la figura 3 se puede observar el gran desarrollo, en cuanto al número de publicaciones científicas, que ha experimentado la EPC, la Ecografía pulmonar y su aplicación en la población pediátrica:

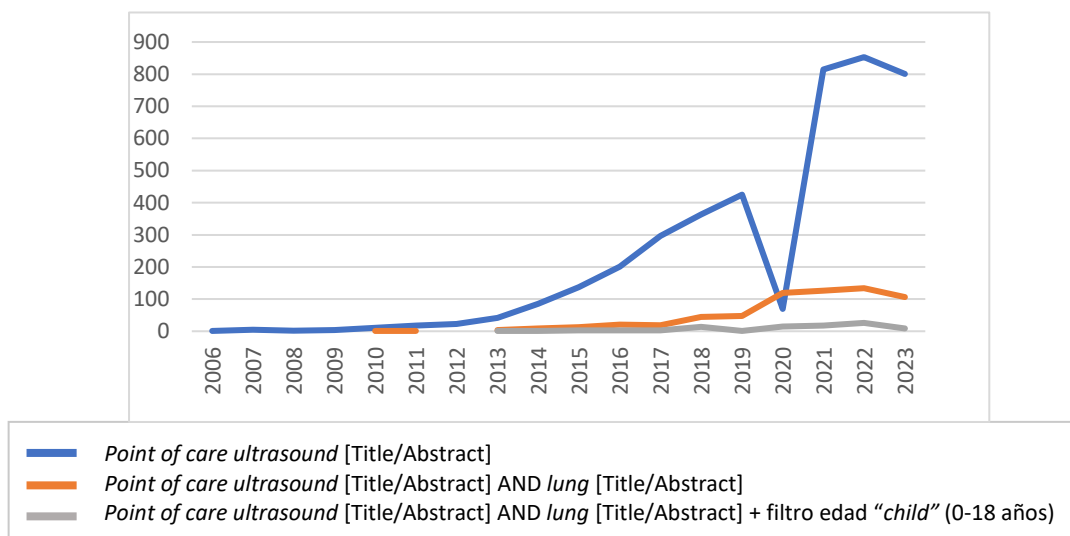


Figura 3: Evolución temporal de las publicaciones indexadas en PubMed.

3.3 Ecografía pulmonar

3.3.1 Aspectos técnicos

La ecografía pulmonar (EcoP) tiene unas particularidades que la diferencian de la ecografía a otros niveles, ya que clásicamente se ha considerado al aire como “enemigo” de los ultrasonidos. Esta se basa en varios principios propuestos por Lichtenstein en el año 2007 (36):

1. La estrecha relación que existe entre aire y agua en el pulmón, origina una gran variedad de artefactos visibles por ultrasonidos. Como el aire (y, por tanto, el pulmón) no puede visualizarse por este método, la ecografía torácica se fundamenta en el análisis de estos artefactos.
2. El aire y el agua se comportan de forma diferente por efecto de la gravedad. En consecuencia, las patologías en las que predomina el “agua” se suelen encontrar en zonas declives (parte posterior si el paciente está en decúbito supino). Del mismo modo que los procesos en los que hay un predominio de aire (neumotórax) se localizan fundamentalmente en zonas anteriores en un paciente que está en decúbito supino.
3. Todos los patrones ecográficos se originan en la línea pleural. Esta es una línea hiperecogénica localizada a 0,5 – 1cm bajo las costillas, que corresponde con la pleura parietal y visceral que se encuentran yuxtapuestas. La gran mayoría de los

procesos pulmonares agudos tienen extensión hasta la pleura, lo que explica por qué la ecografía torácica puede ser de gran utilidad. Las (escasas) patologías que no tienen contacto con la línea pleural no se visualizan mediante EcoP (37).

Los transductores empleados en la EcoP en niños variarán en función de la profundidad de lo que se quiere visualizar; así para estudio de niños pequeños (los pacientes diana de nuestro estudio) se utiliza un transductor lineal en torno a 12 MHz (38).

Es importante señalar que, como ya se ha mencionado previamente, la EcoP y en particular el síndrome intersticial, tienen una curva de aprendizaje muy rápida (33,39,40). En la ecografía aplicada a urgencias, el número generalmente aceptado es de 25-50 casos por aplicación (41). En estudios que emplean EcoP como el de Zoido, el entrenamiento que siguieron los investigadores consistía en 4 horas de formación teórico prácticas de EcoP en BA y la realización de al menos 10 ecografías supervisadas en pacientes con BA (42).

3.3.2 Semiología ecográfica pulmonar

El pulmón sano está formado fundamentalmente por aire, por lo que las ondas de US son reflejadas sin generar una imagen. La pleura es la única estructura visible ya que la alta impedancia acústica del aire bajo esta impide la visualización del parénquima pulmonar. Cualquier proceso que disminuya el contenido de aire en el pulmón (agua intersticial, consolidación...) permite el paso de parte de los ultrasonidos, haciendo posible evaluar la afectación del parénquima (37).

En un pulmón sano, se producen unos artefactos generados por la reverberación, repetitivos y paralelos a la pleura, llamados "líneas A". Si una patología conlleva un engrosamiento del intersticio interlobular de lóbulos subpleurales se generan otros artefactos, perpendiculares a la línea pleural y que borran las líneas A, y se denominan "líneas B" (Figura 4) (43).

En las situaciones clínicas en las que se acumula líquido en los pulmones, irá apareciendo mayor número de líneas B de manera local (causas inflamatorias, infecciosas) o de forma global (sobrecarga de volumen o fallo cardiaco), pudiendo llegar a generarse consolidaciones pulmonares si el líquido acumulado ocupa el espacio alveolar además del intersticial (44) (Figura 4).

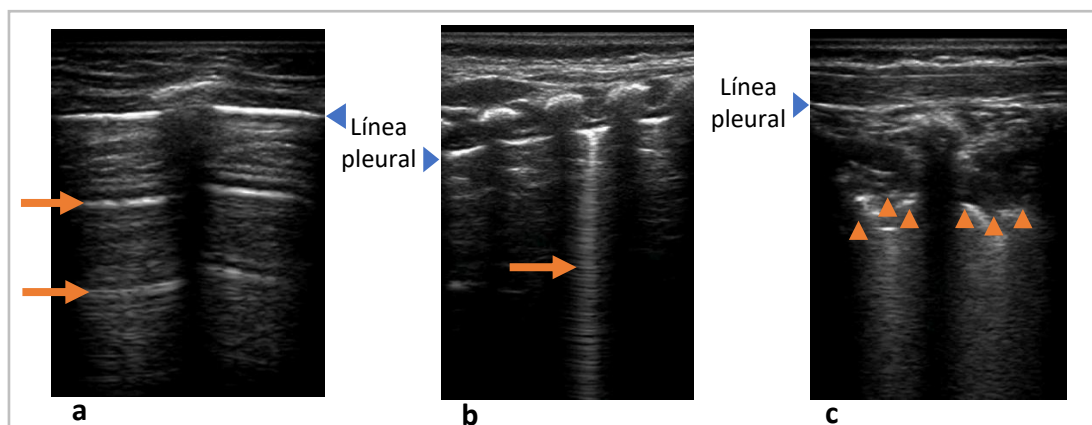


Figura 4: Signos ecográficos básicos (señalados por flechas). Imagen **a**: líneas A. Imagen **b**: línea B. Imagen **c**: consolidación.

3.3.3 Aplicaciones clínicas de la ecografía pulmonar

La EcoP ha demostrado su utilidad en una gran variedad de patologías en población adulta y pediátrica (27,35,36,39,45), pudiendo englobarlas en líneas generales en tres tipos de síndromes o patologías:

a. Síndrome intersticial:

El síndrome intersticial ecográfico se diagnostica en base a la aparición de líneas B en número superior a 3 por espacio intercostal en plano longitudinal, reflejando un aumento de líquido en el pulmón, es decir, edema pulmonar. Se observa de forma bilateral en patologías como fibrosis pulmonar, neumonía intersticial, síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) y otros tipos de edema pulmonar y de forma más localizada en entidades como neumonía, atelectasia o contusión pulmonar (39). La EcoP ha demostrado ser superior a la Rx de tórax convencional, tanto para confirmar como para descartar dicho síndrome intersticial (39).

Como ejemplo, en el distrés respiratorio neonatal, la EcoP tiene utilidad diagnóstica, pero también existen estudios que correlacionan el aspecto ecográfico del pulmón con la necesidad de surfactante y el índice de oxigenación (39,35,46,47).

En cuanto al SDRA, además de ser útil para evaluar de forma semi-cuantitativa el grado de aireación pulmonar (35) algunos trabajos demuestran que las imágenes ecográficas pueden orientar sobre el pronóstico evolutivo, además de relacionarse directamente con

otros factores pronósticos de la enfermedad, como la complianza, el índice de lesión pulmonar y el cociente $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ (48).

b. Síndrome alveolar:

Cuando la pérdida de aire alveolar es masiva y existe un aumento de líquido a dicho nivel se origina una consolidación pulmonar. A diferencia del síndrome intersticial los alveolos no están ocupados por aire. El análisis de la forma, los márgenes, la distribución y la existencia o no de broncograma aéreo dinámico nos ayuda a diferenciar entre diferentes patologías (como neumonía, atelectasia o contusión) (37).

En cuanto a la neumonía, varios estudios han demostrado su utilidad en el diagnóstico y seguimiento de los procesos neumónicos tanto en niños como en adultos. La EcoP presenta mayor sensibilidad que la radiografía de tórax para detectar una consolidación (27,39,35,49–53).

c. Síndrome pleural:

Clásicamente la ecografía se ha utilizado para el estudio de los derrames pleurales (tanto como técnica de elección para el diagnóstico como para cuantificarlos), siendo además superior a la Rx de tórax convencional (27,35,39). También se emplea para realizar toracocentesis y colocación de drenajes torácicos de manera más segura (54).

Además, la EcoP sirve para descartar la presencia de neumotórax, y también permite confirmarlo en ausencia de deslizamiento pulmonar y la presencia del llamado “punto pulmón” (patognomónico). El diagnóstico urgente del neumotórax es crucial en pacientes inestables, y la EcoP permite realizarlo en el punto de atención (27,35,39,53,55).

3.3.4 Ecografía pulmonar en bronquiolitis aguda

Si nos centramos más concretamente en la BA, el primer estudio que defendió el empleo de ultrasonidos en esta patología fue publicado en 2011 por Caiulo y col. (56). Se trata de un estudio de casos (pacientes con bronquiolitis) y controles (niños sanos), que describió y comparó los hallazgos visualizados en EcoP y Rx. Las imágenes obtenidas fueron la presencia de condensaciones subpleurales, la existencia de varias líneas B y alteraciones de la línea pleural (Figura 5).

Además, este trabajo demostró la superioridad de la EcoP frente a la Rx convencional en la detección de derrame pleural y neumotórax en bronquiolitis complicadas, y la buena correlación entre la clínica y los hallazgos ecográficos (56).

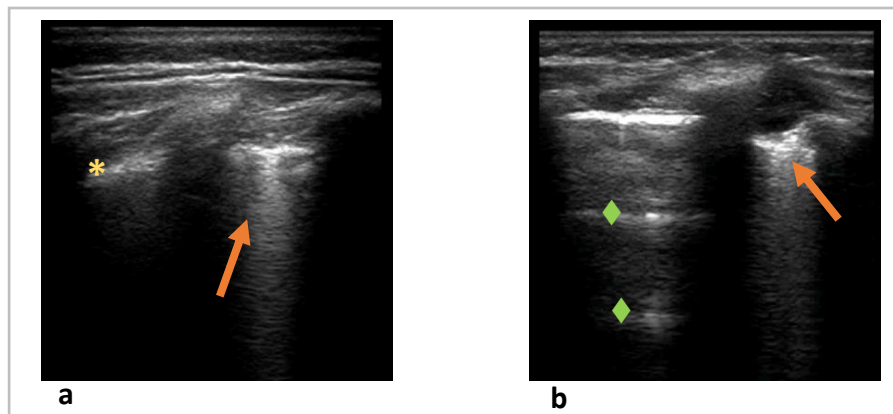


Figura 5: Imágenes de ecografía pulmonar en BA. Imagen **a**: líneas B (flecha), línea pleural irregular (*). Imagen **b**: condensación subpleural (flecha), líneas A en zona con parénquima pulmonar normal (◆).

Los estudios desarrollados posteriormente han intentado encontrar la relación entre los hallazgos visualizados en la EcoP (a través de la elaboración de diversas escalas o *scores* ecográficos) y diferentes variables como la gravedad clínica (42,57–61), el ingreso hospitalario (42,62,58,63–66), necesidad de oxigenoterapia (42,57,63,65,66), necesidad de soporte respiratorio (59,61,62,64–68) o de cuidados intensivos(64,66,68).

Algunos de estos autores han elaborado además escalas ecográficas con capacidad predictiva en relación con diversas variables. Así, Zoido en 2019 desarrolló el *score* ecográfico *ScECO* que fue capaz de predecir la necesidad de ingreso en UCIP y la duración de la estancia hospitalaria y oxigenoterapia (42). En la misma línea, Özkaya utilizó el *score* de Basile (57) para predecir necesidad de ingreso hospitalario (58) y Bobillo creó el suyo propio (*LUSBRO*) para el ingreso en UCIP (64). Gori también creó modelos ecográficos que demostraron ser aptos para predecir la gravedad clínica de la BA (60).

Algunos de los últimos estudios han ido un paso más allá, pues han desarrollado modelos basados no sólo en hallazgos ecográficos sino también en variables clínicas. En esta línea el primer trabajo publicado que empleó un modelo clínico-ecográfico fue el de Bueno-Campaña en 2019 que, mediante la escala *LUSCAB* basada en la edad, escala de gravedad clínica (Wood-Downes) y los hallazgos ecográficos, fue capaz de predecir la necesidad de soporte respiratorio en menores de 6 meses (62). Camporesi también creó un modelo

clínico-ecográfico capaz de pronosticar la necesidad de ingreso en UCIP y de CPAP (68), y Hernández-Villarreal aplicó el *score LUSCAB* anteriormente mencionado en el ámbito de urgencias, demostrando que este era útil para predecir necesidad de ingreso hospitalario, oxigenoterapia y ventilación mecánica (65).

En la Tabla 2 se muestra un resumen de los principales trabajos llevados a cabo en relación con la aplicación de los ultrasonidos en la bronquiolitis aguda (indexados en PubMed):

Autor (año)	Tipo de estudio	Población a estudio (n)	Principales resultados y conclusiones
Caiulo et al. (56) (2011)	Prospectivo, observacional	Estudio de casos (pacientes con BA) y controles (sanos). Edad 1-22 meses, mediana 2,1 meses. n= 52 casos/52 controles	- Son hallazgos estadísticamente significativos en EcoP ($p<0,001$ vs grupo control): consolidaciones subpleurales (en 44/52 pacientes), múltiples líneas B compactas (en 34/52), alteraciones de la línea pleural (en 23/52). - No son hallazgos significativos la presencia de líneas B aisladas, consideradas como hallazgo normal. - La EcoP es capaz de detectar derrame pleural pequeño (en 3/52 pacientes) y neumotórax pequeño (en 1/52) no visualizados en Rx. - Existe buena correlación entre la clínica y los hallazgos ecográficos.
Basile et al. (57) (2015)	Observacional	Estudio de casos (pacientes con BA) y controles (sanos). Edad 0-8 meses, mediana 71 días. n= 106 casos/25 controles	- Elaboración de <i>Bronchiolitis Ultrasound Score (BUS)</i> (en función del patrón intersticial y su extensión en campo anterolateral y posterior): · Buena concordancia con la gravedad de la BA (90,6%) · Concordancia interobservador excelente (Coeficiente Kappa 0,8) · Capacidad de detectar pacientes que necesitarán oxigenoterapia con especificidad 98,7% y sensibilidad 96,6%.
Varshney et al. (69) (2016)	Prospectivo, transversal	Edad ≤ 2 años con clínica de infección respiratoria y sibilancias. Mediana edad 11,1 meses. n= 94.	- Se encontraron hallazgos en la EcoP en 42% de los pacientes. Por patologías: 46% de los pacientes con BA, 0% de pacientes con asma, 100% de los que tenían neumonía y 50% de los que tenían asma y neumonía. - Capacidad diagnóstica por patologías (sensibilidad/especificidad): BA 45,8% / 72,7%; asma 0% / 51,3%; neumonía 100% / 61,1%; asma y neumonía 50% / 58,9%. - Concordancia interobservador global (entre ecografista experto y principiante): Kappa 0,68. Para detección de ≥ 3 líneas B o consolidaciones: Kappa 0,88.

Tabla 2: principales trabajos publicados en relación a la EcoP en pacientes con BA

Autor (año)	Tipo de estudio	Población a estudio (n)	Principales resultados y conclusiones
Jaszczolt et al. (70) (2018)	Retrospectivo	Lactantes con BA (VRS+), con EcoP y Rx tórax. Edad: 2 semanas – 24 meses (n=23), mediana 7 meses.	- Hallazgos en pruebas de imagen en pacientes con BA: con EcoP 21/26 pacientes; con Rx tórax 4/26 pacientes. En 5 pacientes no había alteraciones en la EcoP ni en la Rx. - Hallazgos más frecuentemente encontrados: síndrome alveolo-intersticial (42,3%), consolidaciones inflamatorias >10mm (42,3%), consolidaciones <10mm (30,7%), síndrome intersticial (23%).
Taveira et al. (71) (2018)	Prospectivo, observacional	Lactantes <6 meses con BA grave (con necesidad de ventilación mecánica) Mediana edad: 32 días. n= 47	- Aplicación de <i>score</i> ecográfico basado en el <i>score</i> validado de Via et al (45). No hay correlación entre este y la estancia hospitalaria, el tiempo de conexión a VNI, ni duración de oxigenoterapia. - Hay relación estadísticamente significativa entre el número de espacios intercostales afectados en el lado derecho y la duración de la oxigenoterapia (Coeficiente de Spearman 0,318, p= 0,037).
Supino et al. (67) (2019)	Prospectivo	Lactantes de 1-12 meses de edad con BA valorados en el servicio de urgencias. Mediana edad: 90 días. n= 76	- Elaboración de una escala ecográfica propia: · Hay diferencias estadísticamente significativas en el <i>score</i> entre los que precisan soporte respiratorio y los que no (p= 0,003). · Hay correlación entre la escala ecográfica y la duración de oxigenoterapia (p= 0,003, r=0,35) · Los pacientes que necesitan asistencia respiratoria con presión continua de la vía aérea (CPAP) tienen mayor <i>score</i> ecográfico (p= 0,028) y clínico (p= 0,004) que los que no. - Concordancia interobservador: Coeficiente Kappa 0,81.
Zoido Garrote et al. (42) (2019)	Prospectivo, observacional	Lactantes < 1 año con BA leve-moderada. Mediana edad: 90 días. n= 59	- Elaboración de un <i>score</i> ecográfico (<i>ScECO</i>): · Hay una correlación lineal entre las anomalías en EcoP y las escalas clínicas Wood-Downes-Ferres (rho 0,504, p<0,001) y HSJD (rho=0,518, p<0,001). · Hubo diferencias estadísticamente significativas en la puntuación de <i>ScECO</i> entre los que ingresaban en UCIP, en planta y los que eran alta a domicilio (p=0,001). · Por cada 5 puntos de aumento del <i>ScECO</i> aumenta el riesgo de ingresar en UCIP (OR 2,5; IC 95% 1,1-5,9), la estancia hospitalaria en 1,2 días (IC 95% 0,55 – 1,86; p<0,001) y la duración de oxigenoterapia en 0,87 días (IC 95% 0,26 – 1,48; p= 0,006). - Coeficiente de correlación intraclase interobservador para la puntuación total del <i>ScECO</i>: 0,917 (IC 95%: 0,854 – 0,956).

Tabla 2 (continuación): principales trabajos publicados en relación a la EcoP en pacientes con BA

Autor (año)	Tipo de estudio	Población a estudio (n)	Principales resultados y conclusiones
Bueno Campaña et al. (62) (2019)	Prospectivo, observacional, multicéntrico	Lactantes ≤ 6 meses ingresados por BA. Mediana edad: 1,7 meses n=145	- Elaboración de <i>score</i> LUSCAB, modelo predictivo clínico-ecográfico (edad <1 mes, Wood-Downes-Ferres ≥ 6 puntos, presencia de >3 líneas B o líneas B confluentes bilaterales anteriores, consolidaciones posteriores) · Capacidad de predicción de necesidad de soporte respiratorio (punto de corte de 3,5 puntos): sensibilidad 89,1%, especificidad 56%, valor predictivo positivo 57%, valor predictivo negativo 88,7%. Área bajo curva (AUC) ROC 0,845 (IC 95%: 0,781-0,909). · Correlación significativa ($p>0,0001$) entre <i>score</i> predictivo y estancia hospitalaria ($\rho=0,401$) y duración de oxigenoterapia ($\rho=0,448$).
Di Mauro et al. (63) (2020)	Prospectivo, observacional	Lactantes de 0 a 24 meses ingresados por BA. Mediana edad: 3 meses n= 84	- Aplicación del <i>score</i> ecográfico de Basile (57) (<i>LUS</i>): · Débil correlación con escala clínica al ingreso ($\rho=0,23$; IC 95%: 0,02-0,43; $p=0,036$). · Puntuación significativamente mayor en los que precisan oxigenoterapia respecto a los que no ($p<0,001$). La duración de oxígeno suplementario no guarda relación con el <i>LUS</i>. · Correlación con tiempo de estancia hospitalaria (coef= 0,3; IC 95%: 0,1-0,5; $p<0,0001$).
Özkaya et al. (58) (2020)	Prospectivo	Lactantes <24 meses con BA. Mediana edad: 6 meses. n=76	- Hallazgos ecográficos positivos 97%, Rx tórax compatible con BA en 55%. - No hay diferencias estadísticamente significativas en los hallazgos en EcoP entre los pacientes ingresados y los dados de alta ($p>0,05$) - No hay relación entre la presencia de consolidaciones >1cm y la gravedad de la enfermedad. - Aplicación del <i>score</i> ecográfico de Basile (57) (<i>BUS</i>): · La mediana de puntuación en el <i>BUS</i> es significativamente mayor en hospitalizados que en no hospitalizados ($p<0,001$). · AUC=0,804 ($p<0,001$; IC 95%: 0,71-0,89). · Capacidad de predicción de ingreso hospitalario del <i>score</i> (punto de corte 4 puntos): sensibilidad 50%, especificidad 91,18%. · Capacidad de predicción de ingreso hospitalario: OR 2,45; IC 95% 1,57 – 3,83. · Correlación significativa entre <i>BUS</i> y escala de gravedad clínica ($r=0,698$, $p<0,001$).

Tabla 2 (continuación): principales trabajos publicados en relación a la EcoP en pacientes con BA

Autor (año)	Tipo de estudio	Población a estudio (n)	Principales resultados y conclusiones
Bobillo-Perez et al. (64) (2021)	Prospectivo, observacional	Lactantes <6 meses que ingresan por BA. Mediana edad: 53 días n=80	- Elaboración de escala ecográfica (<i>LUSBRO</i>): · Los pacientes que ingresan en UCIP tienen mayor puntuación respecto a los que no ($p<0,001$). · La escala ecográfica tiene mayor AUC para predecir ingreso en UCIP que la clínica (HSJD): 0,932 vs 0,675 respectivamente ($p<0,001$). · Capacidad de predicción de ingreso en UCIP del <i>score</i> (punto de corte 6 puntos): sensibilidad 90,91%; especificidad 88,89%; valor predictivo positivo 90,9%; valor predictivo negativo 88,9%. · Los pacientes que precisan ventilación mecánica tienen mayor puntuación ($p=0,007$). Esta es mayor según aumenta el soporte respiratorio. · Existe correlación positiva entre el <i>score</i> ecográfico y tiempo de soporte respiratorio (oxígeno, ventilación mecánica): $Rho=0,763$. · Existe correlación positiva entre las escalas ecográfica y clínica y los días de estancia hospitalaria: $Rho=0,764$ y $0,477$ respectivamente. - Concordancia interobservador 0,92.
Ingelse et al. (72) (2020)	Observacional, prospectivo	Lactantes <2 años con BA grave con ventilación mecánica invasiva (VMI) n=17	- Realización de EcoP seriadas (días 1, 2, 3 y 6 del inicio de la ventilación) y puntuación según 2 <i>scores</i> ecográficos, basados en el conteo de líneas B y el grado de aireación pulmonar (39). · Objetivo principal: evaluar asociación entre grado de oxigenación y dos <i>scores</i> ecográficos durante la ventilación mecánica. · El grado de aireación global y de regiones anteriores está alterado y empeora en las primeras 24h de conexión a VMI. · Hay relación significativa entre los <i>scores</i> ecográficos (líneas B y de aireación) y la alteración en la oxigenación en las fases iniciales de conexión a VMI ($r=0,517$ y $r=0,570$ respectivamente) pero no después. · No hay relación entre las escalas ecográficas y el tiempo de VMI.
San Sebastián et al. (59) (2021)	Observacional	Lactantes <2años atendidos en urgencias con BA. Mediana edad: 5 meses. n=200	- EcoP realizada por el pediatra, clasificada como: normal, patrón intersticial moderado, patrón intersticial grave o consolidación aislada. · Hay mayor afectación ecográfica en los niños con edad ≤ 6 semanas ($p<0,001$) y con afectación moderada según escala clínica ($p=0,003$). · La necesidad de soporte respiratorio (oxígeno de bajo y alto flujo, ventilación no invasiva) es mayor en los pacientes con mayor afectación ecográfica, tanto si la precisa al ingreso ($p=0,004$) como a las 48h de estancia hospitalaria ($p=0,002$). - Concordancia interobservador: 0,95 (IC 95% 0,92-0,98)

Tabla 2 (continuación): principales trabajos publicados en relación a la EcoP en pacientes con BA

Autor (año)	Tipo de estudio	Población a estudio (n)	Principales resultados y conclusiones
Krishna et al. (61) (2022)	Prospectivo, observacional	Lactantes < 2años, ingresados desde urgencias BA. Media edad: 7,4 meses n=53	- Aplica el score ecográfico de Basile (BUS) (57). · Hay diferencias significativas en el score ecográfico y en función del tipo de soporte respiratorio. · Hay correlación significativa entre score ecográfico y clínico · Hay diferencias significativas en la duración de la estancia hospitalaria en función de la escala ecográfica (leve, moderado, grave). · La presencia de consolidaciones anteriores y posteriores se relaciona con mayor necesidad de oxígeno y VNI.
Gori et al. (60) (2022)	Prospectivo, observacional, multicéntrico	Lactantes <1año, con BA. Mediana edad: 3,6 meses n=233	- Creación de 4 modelos ecográficos: 2 cualitativos y 2 cuantitativos. Ecografías seriadas en 4 tiempos. · Objetivo: establecer relación de los modelos ecográficos con la gravedad clínica de la BA. · Hay relación significativa entre los modelos ecográficos propuestos y la gravedad clínica ($p=0,001$) · Se elaboran modelos multivariantes en los que sólo el patrón pulmonar y la extensión de las áreas afectadas se relacionan de forma significativa con la gravedad de la BA (OR=4,22 y OR=1,16 respectivamente) · Los scores cuantitativos predicen gravedad clínica de BA con una AUC de 0,761 y 0,730 · La afectación de campos pulmonares posteriores no se asocia con mayor gravedad clínica. · Conforme evoluciona la enfermedad, se obtienen puntuaciones menores en los modelos ecográficos.
Camporesi et al. (68) (2023)	Retrospectivo, bicéntrico	Lactantes 0-12 meses Mediana edad: 2,2 meses n= 74	- Elaboración de un modelo clínico-ecográfico basado en la puntuación ecográfica de zona pulmonar posterior derecha y la presencia de sibilancias y de ingestas disminuidas. Clasificación de zonas pulmonares según recomendaciones de la Academia Italiana de Ecografía Torácica (73). · Variables a estudio: ingreso en UCIP y necesidad de CPAP. · AUC del modelo para la predicción de las variables de 0,82. · Las áreas más afectadas en pacientes más graves fueron las posteriores.
Hernández-Villarreal (65) (2023)	Prospectivo, bicéntrico	Lactantes < 6 meses con BA en servicio de urgencias. Mediana edad: 2,2 meses n=50	- Aplicación del score LUSCAB (62) en el ámbito de urgencias pediátricas: · Puntuación significativamente superior en pacientes que precisan soporte respiratorio en las primeras 24h tras su valoración en urgencias. · Capacidad predictiva: ingreso hospitalario: AUC 0,64. Necesidad de oxígeno: AUC 0,69. Necesidad de ventilación mecánica (invasiva/no invasiva): AUC 0,85.

Tabla 2 (continuación): principales trabajos publicados en relación a la EcoP en pacientes con BA

Autor (año)	Tipo de estudio	Población a estudio (n)	Principales resultados y conclusiones
Smith et al. (66) (2024)	Prospectivo, observacional	Lactantes 0-12 meses atendidos en servicio de urgencias n=82	- Explora 12 campos pulmonares y puntúa como Brat (47). · Estudia el soporte respiratorio a las 12 y 24h de ingreso (clasificado como: sin soporte, bajo nivel -oxígeno bajo flujo y alto flujo <1L/kg- y alto nivel -oxígeno alto flujo >1L/kg, VNI, VMI-). Existen diferencias significativas entre la puntuación del <i>score</i> ecográfico y 1) el destino del paciente (alta/ingreso en planta/en UCIP); 2) nivel de soporte respiratorio requerido (no soporte/ soporte de bajo nivel / soporte de alto nivel). · Correlación moderada entre <i>score</i> ecográfico y tiempo de estancia hospitalaria (r=0,489).

Tabla 2 (continuación): principales trabajos publicados en relación a la EcoP en pacientes con BA. BA: bronquiolitis aguda; EcoP: ecografía pulmonar; Rx: radiografía de tórax; VRS: virus respiratorio sincitial; VNI ventilación no invasiva; HSJD: hospital san Juan de Dios; AUC: área bajo la curva; OR: odds ratio; UCIP: unidad de cuidados intensivos pediátricos; VMI: ventilación mecánica invasiva; CPAP: presión positiva continua en la vía aérea.

Podríamos resumir estas evidencias científicas que se desprenden de la bibliografía en la siguiente tabla (Tabla 3):

Relación de EcoP/escala ecográfica con:	SÍ relación	NO relación
Escala de gravedad clínica	Basile 2015 Zoido 2019 Özkaya 2020 San Sebastián 2021 Gori 2022 Krishna 2022	
Ingreso hospitalario	Zoido 2019 Özkaya 2020 Hernández-Villarroel 2023 Smith 2024	
Tiempo de estancia hospitalaria	Zoido 2019 Bueno 2019 Di Mauro 2020 Bobillo 2021 Krishna 2022 Smith 2024	Taveira 2018
Ingreso en UCIP	Bobillo 2021 Camporesi 2023 Smith 2024	
Tiempo de ingreso en UCIP		

Tabla 3: Principales evidencias publicadas de la EcoP en BA en cuanto a su relación con escalas de gravedad clínica, ingreso en planta de hospitalización y UCIP y necesidad de oxigenoterapia o soporte respiratorio.

Necesidad de oxígeno	Basile 2015 Di Mauro 2020 Ingelse 2020 Smith 2024 Hernández-Villarroel 2023	
Tiempo de oxigenoterapia	Supino 2019 Zoido 2019 Bueno 2019 Krishna 2022	Taveira 2018 Di Mauro 2020
Necesidad de soporte respiratorio/VM	Supino 2019 Bueno 2019 Bobillo 2021 San Sebastián 2021 Krishna 2022 Camporesi 2023 Hernández-Villarroel 2023 Smith 2024	
Tiempo de conexión a VM	Bobillo 2021	Taveira 2018 Ingelse 2020

Tabla 3 (continuación): Principales evidencias publicadas de la EcoP en BA en cuanto a su relación con escalas de gravedad clínica, ingreso en planta de hospitalización y UCIP y necesidad de oxigenoterapia o soporte respiratorio.

HIPÓTESIS

4 HIPÓTESIS

La hipótesis que esta tesis pretende investigar es la siguiente:

1. La Ecografía pulmonar de forma aislada o asociada a parámetros clínicos resulta de utilidad para establecer un pronóstico en pacientes con BA.

OBJETIVOS

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo general:

Establecer si la aplicación de un sistema de puntuación ecográfico o clínico-ecográfico realizado en la primera toma de contacto con el paciente en el medio hospitalario es de utilidad para detectar a los pacientes con BA con riesgo de mala evolución.

5.2 Objetivos específicos:

1. Diseñar un modelo basado en parámetros ecográficos y clínicos capaz de predecir la evolución del paciente.
2. Diseñar cuatro escalas ecográficas diferentes, basadas en el grado de aireación pulmonar y/o la extensión de la afectación pulmonar.
3. Evaluar la capacidad pronóstica y poder así comparar los *scores* y modelos en relación con las siguientes variables:
 - a. Necesidad de ingreso en planta de hospitalización y duración de estancia hospitalaria.
 - b. Necesidad de oxigenoterapia y duración de la misma.
 - c. Necesidad de ingreso en UCIP y tiempo de estancia en dicha unidad.
4. Comparar la efectividad de cada una de las escalas en función de si, para su cálculo, se tienen en cuenta todos los campos pulmonares (8 zonas) o sólo unas áreas determinadas (6 o 4 regiones pulmonares).
5. Valorar el grado de concordancia interobservador al evaluar los hallazgos ecográficos.

MATERIAL Y MÉTODOS

6 MATERIAL Y MÉTODOS

6.1 Cuestiones éticas y legales

Estudio observacional prospectivo, llevado a cabo entre diciembre de 2018 y marzo de 2020 previa aprobación por el Comité de Ética del Hospital Universitario Central de Asturias (Código CEI 238/18) (Anexo 1).

Los pacientes fueron incluidos en el estudio previa firma del Consentimiento Informado por parte de sus padres o tutores legales (Anexo 2).

6.2 Selección de la muestra

En el estudio participaron dos centros hospitalarios de tercer nivel, ambos pertenecientes al Sistema Nacional de Salud: Hospital Universitario Central de Asturias (HUCA) y Complejo Asistencial Universitario de León (CAULE).

El HUCA atiende a una media de aproximadamente 26.000 urgencias pediátricas al año, y en torno a 225 ingresos al año por bronquiolitis. El CAULE tiene una media de 18.000 urgencias pediátricas al año, con unos 150 ingresos al año por BA.

La muestra incluyó a lactantes de edad menor o igual a 1 año que acudían o estuvieran ingresados en estos centros, en las primeras 24 horas de atención hospitalaria (ya fuese el servicio de urgencias, la planta de hospitalización o la UCIP).

El muestreo se realizó por conveniencia, en función de la disponibilidad del investigador y del ecógrafo, y ajustándose a los criterios de inclusión y exclusión siguientes:

6.2.1 Criterios de inclusión:

- a. Lactantes de edad menor o igual a 12 meses con clínica compatible con BA: catarro seguido de aparición de tos, taquipnea y/o signos de aumento del trabajo respiratorio, con presencia de sibilancias y/o crepitantes a la auscultación independientemente de que se tratase del primer episodio de dificultad respiratoria (1,14).

- b. Posibilidad de realizar la EcoP en las primeras 24 horas de contacto con el paciente (en urgencias, hospitalización o UCIP). Un margen de tiempo también empleado en estudios previos (42,62,71).

6.2.2 Criterios de exclusión:

- a. Antecedente de cardiopatía congénita.
- b. Antecedente de displasia broncopulmonar.
- c. Sospecha de infección localizada (neumonía).

Además, en los casos en los que fue posible, según disponibilidad del investigador, se realizó EcoP de control a las 48-72 horas de la previa.

6.3 Material y métodos

En el estudio se emplearon diferentes ecógrafos en función del centro hospitalario:

- a. Hospital Universitario Central de Asturias:
 - HD7 XE, Philips®, Holanda
 - Acuson NX3 Elite, Siemens®, Alemania.
- b. Complejo Asistencial Universitario de León:
 - SonoSite M-Turbo, Fujifilm®, Japón.

Los transductores utilizados en ambos hospitales fueron sondas lineales (2-12 MHz o 6-13 MHz en función del ecógrafo).

6.4 Metodología de obtención de imágenes

Las ecografías fueron realizadas por un total de 4 facultativos (2 de ellos eran los investigadores principales), que colaboraron en el estudio y eran conocedores del protocolo de recogida de imágenes. Por cada paciente, se recogieron imágenes en forma de clip de vídeo de 3 a 6 segundos de duración, en 8 zonas pulmonares (4 en cada pulmón), según las recomendaciones internacionales (39) y tomando como referencia las exploradas en estudios previos (42,74), que son las siguientes (Tabla 4, Figura 6):

z1	Zona anterior	Sonda en línea clavicular media por encima de la mamila
z2	Zona anterolateral	Sonda entre línea axilar anterior y media, encima del reborde costal
z3	Zona posterolateral	Sonda por detrás de la línea axilar posterior
z4	Zona posterior	Sonda en línea paravertebral al lado de la escápula

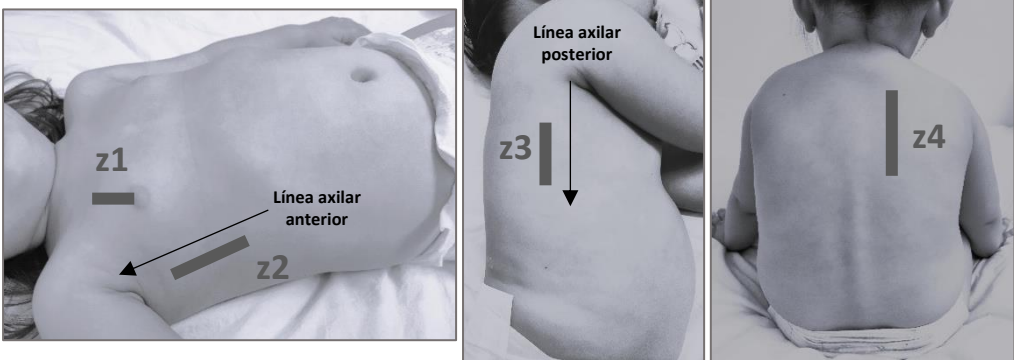


Tabla 4, Figura 6: Áreas pulmonares exploradas (z1-z4)

De cada región pulmonar se registró un vídeo de la zona más gravemente afectada (45). Para asegurar la uniformidad en la captura de imágenes entre los distintos investigadores, estas debían cumplir los siguientes requisitos:

- La sonda del ecógrafo debía estar en posición longitudinal respecto al paciente (sentido céfalo-caudal).
- La superficie abarcada por la sonda tenía que incluir al menos 3 espacios intercostales.
- La profundidad debía ser la adecuada para permitir observar 2 líneas A.

Las imágenes se almacenaron en el ecógrafo y se recogieron los datos clínicos en la hoja de recogida de datos (Anexo 3).

En los casos en los que fue posible, se realizó una segunda EcoP a las 12-24 horas de haber realizado la primera, con los mismos criterios de obtención de imágenes.

A posteriori, y de forma ciega, se realizó un análisis de las imágenes recogidas de cada paciente, de forma aleatoria y ciega, por parte de dos investigadores y se puntuaron de la siguiente forma (Tabla 5):

Grado de aireación pulmonar		Extensión patrón ecográfico	
0	Patrón de aireación normal	+	Hallazgos limitados a 1 espacio intercostal
1	Líneas B no confluentes	++	Hallazgos en 2 espacios intercostales
2	Líneas B confluentes	+++	Hallazgos en más de 2 espacios intercostales
3	“Pulmón blanco”		
4	Consolidación pulmonar		

Tabla 5: Sistema de puntuación de las imágenes ecográficas.

A este sistema de puntuación se añadieron dos consideraciones particulares:

- Las condensaciones subpleurales aisladas < 1 cm de diámetro y con parénquima pulmonar adyacente de características normales (sin pérdida de aireación) puntuaban como 0.
- Se consideró normal (y por tanto puntuaba como 0) la presencia de hasta 2 líneas B por espacio intercostal en campos posteriores (zonas 3 y 4).

A modo de ejemplo, si en la zona paravertebral derecha se visualizaban líneas B confluentes que se extendían a lo largo de 3 espacios intercostales, se puntuaba como z4D: 2+++.

Debido a que en estudios previos el análisis de alteraciones de la línea pleural no parecía aportar grandes beneficios en el análisis de la EcoP en BA (42) se decidió no incluir este ítem en las variables a estudio.

Los vídeos recogidos de cada paciente se almacenaron en soporte digital y se analizaron de forma independiente y ciega por 2 investigadores distintos. El investigador A considerado como experto, con más de 250 ecografías realizadas y el investigador B, con experiencia intermedia, con 1 año de experiencia (más de 30 EcoP realizadas) y con formación en ecografía de más de 50 horas (mediante cursos a distancia y semipresenciales).

6.5 Variables de estudio

De cada paciente se recogieron datos demográficos (fecha de nacimiento, sexo), antecedentes personales (edad gestacional, alimentación con lactancia materna, historia de atopia, episodios previos de dificultad respiratoria, asistencia a guardería) y ambiente epidémico familiar.

Además, se registraron datos relacionados con el proceso actual previos al contacto con el paciente: duración de síntomas, presencia de fiebre, tratamientos previos, valoración por su Pediatra de Atención Primaria.

Por otra parte, en el momento en el que se realizó la ecografía se recogieron las constantes vitales del paciente (temperatura, saturación de oxígeno -Sat O₂-, frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria), el soporte respiratorio (si es que lo tuviera) y presión parcial de CO₂ en una gasometría reciente y se aplicó la escala de gravedad clínica (HSJD).

A posteriori, los datos se completaron con la evolución del sujeto en el centro hospitalario: destino del paciente (alta a domicilio, ingreso, ubicación), tiempo de estancia en hospitalización y en UCIP (si es que la hubiera), tratamiento y terapias recibidas (ventilación mecánica, oxigenoterapia) y estudio microbiológico en los casos en los que se recogió exudado nasofaríngeo.

Para el estudio y su posterior análisis se consideraron las siguientes variables principales a estudio:

- a. **Ingreso hospitalario:** incluyendo a los pacientes que precisaron de ingreso, bien sea en planta de hospitalización o en UCIP.
- b. **Estancia hospitalaria:** tiempo de permanencia en el hospital de los pacientes que precisaron ingreso (independientemente de si el ingreso o el alta se produjeron desde la planta de hospitalización o desde la UCIP).
- c. **Ingreso en UCIP:** hacía referencia sólo a los pacientes que precisaron ingreso en esta unidad.
- d. **Estancia en UCIP:** tiempo de permanencia en cuidados intensivos.
- e. **Necesidad de oxigenoterapia:** se consideraron aquellos pacientes que precisaron FiO₂ > 21% independientemente de que fuese por cánulas nasales (oxígeno de bajo flujo) o mientras estaban conectados a ventilación mecánica.
- f. **Tiempo de oxigenoterapia:** recoge los días que precisaron aporte de oxígeno.

6.6 Manejo de los pacientes

El ingreso (en planta de hospitalización o UCIP) y el manejo de los pacientes se realizó según los criterios y guías de práctica clínica de cada hospital.

La oxigenoterapia se aplicó en pacientes con Sat O₂ menor de 92% en pulsioximetría.

En cuanto al ingreso en UCIP y el empleo de ventilación mecánica, los criterios siguieron el protocolo interno de cada centro, de forma independiente al estudio. Se consideró ventilación no invasiva (VNI) a las modalidades de ventilación con presión continua de la vía aérea (CPAP) y con dos niveles de presión (BIPAP).

Por otra parte, a los pacientes que ingresaban y a alguno de los ambulatorios se les realizó estudio microbiológico para virus de una muestra de exudado nasofaríngeo.

6.7 Scores ecográficos

La puntuación de las imágenes obtenidas se llevó a cabo mediante el sistema recogido en la Tabla 5, en función del grado de aireación pulmonar (patrón ecográfico, de 0 a 4) y de la extensión del mismo (+, ++ y +++). A posteriori y, de cara a la aplicación clínica y análisis estadístico, estas puntuaciones se recodificaron siguiendo dos modelos (Tabla 6):

- Modelo A: basado en *scores* que se emplean con frecuencia en el ámbito de la neonatología (47,75), en el que diferencia 4 patrones (normal, líneas B, pulmón blanco y consolidación).
- Modelo B: fundamentado en *scores* utilizados con anterioridad en bronquiolitis aguda (53) y pacientes adultos (48), en el que se equiparan las líneas B coalescentes y el pulmón blanco.

PATRÓN ECOGRÁFICO ORIGINAL		RECODIFICACIÓN MODELO A		RECODIFICACIÓN MODELO B	
0	Normal (líneas A)	0	Normal (líneas A)	0	Normal (líneas A)
1	Líneas B no confluentes	1	Líneas B no confluentes	1	Líneas B no confluentes
2	Líneas B confluentes		Líneas B confluentes	2	Líneas B confluentes
3	Pulmón blanco	2	Pulmón blanco		Pulmón blanco
4	Consolidación	3	Consolidación	3	Consolidación

Tabla 6: Puntuación asignada inicialmente según el patrón ecográfico visualizado (Patrón ecográfico original) y recodificaciones realizadas a posteriori (Modelos A y B)

Sobre estos modelos, y combinando el patrón ecográfico y su extensión, se elaboraron 4 sistemas de puntuación ecográfica diferentes. Todos se basaron en la puntuación obtenida en cada zona pulmonar explorada (z1, z2, z3 y z4 de ambos hemitórax).

6.7.1 **SCORE 1: basado en el PATRÓN:**

Sólo tenía en cuenta el patrón ecográfico. Cada área pulmonar explorada puntuaba de 0 a 3 puntos, por lo que la puntuación máxima podía llegar hasta los 24 puntos. Se desarrolló con los dos modelos, A y B:

a. **SCORE 1A** (utilizando el modelo A)

Puntos	0	1	2	3
Patrón ecográfico original	0	1 y 2	3	4
Patrón ecográfico modelo A	0	1	2	3

Tabla 7: Sistema de puntuación del Score 1A

b. **SCORE 1B** (utilizando el modelo B)

Puntos	0	1	2	3
Patrón ecográfico original	0	1	2 y 3	4
Patrón ecográfico modelo B	0	1	2	3

Tabla 8: Sistema de puntuación del Score 1B

6.7.2 **SCORE 2: basado en la EXTENSIÓN:**

Sólo contemplaba la extensión de los patrones ecográficos patológicos (1, 2, 3 y 4 en el modelo original y 1, 2 y 3 en los modelos A y B), en cada área pulmonar explorada. La extensión de los mismos a 1 espacio intercostal anotaba 1 punto, a 2 espacios 2 puntos, y a más de 2 espacios intercostales le correspondían 3 puntos. La puntuación máxima posible en esta escala serían 24 puntos.

Puntos	0	1	2	3
Patrón ecográfico	Normal	Cualquier patrón patológico		
Extensión	-	+	++	+++

Tabla 9: Sistema de puntuación del Score 2

6.7.3 SCORE 3: basado PATRÓN – EXTENSIÓN combinados:

Este *score* agrupaba por “gravedad” de afectación la valoración ecográfica global (combinando el patrón ecográfico y su extensión) obtenida en cada zona pulmonar. Se clasificó como afectación: *Leve* (1 punto), *Intermedia* (2 puntos) y *Grave* (3 puntos), según se muestra en la siguiente tabla y se analizó también según los modelos A y B. La puntuación máxima que un paciente podría obtener en estos sería de 24 puntos.

a. SCORE 3A:

Puntos	0	1 (leve)	2 (intermedia)	3 (grave)
Valoración ecográfica recodificada en modelo A	0	1+ 1++ 2+	1+++ 2++ 3+	2+++ 3++ 3+++
Patrón ecográfico original	0	1+ 1++ 2+ 2++ 3+	1+++ 2+++ 3++ 4+	3+++ 4++ 4+++

Tabla 10: Sistema de puntuación del *Score* 3A**b. SCORE 3B:**

Puntos	0	1 (leve)	2 (intermedia)	3 (grave)
Valoración ecográfica recodificada en modelo B	0	1+ 1++ 2+	1+++ 2++ 3+	2+++ 3++ 3+++
Patrón ecográfico original	0	1+ 1++ 2+ 3+	1+++ 2++ 3++ 4+	2+++ 3+++ 4++ 4+++

Tabla 11: Sistema de puntuación del *Score* 3B**6.7.4 SCORE 4: basado PATRÓN – EXTENSIÓN no combinados**

Se basaba también en la valoración global de cada zona pulmonar (patrón y extensión), pero a diferencia del *score* 3, la extensión del patrón obtenía un papel más discriminativo en la puntuación total ya que ambas variables puntuaban de forma independiente.

Cada zona pulmonar valorada tenía una puntuación resultante de sumar el patrón ecográfico (patrón 1= 1 punto, patrón 2= 2 puntos, patrón 3= 3 puntos) y la extensión del mismo (0 puntos si extensión +, 1 si extensión ++ y 2 puntos si extensión de +++). La puntuación máxima de esta escala podía llegar a los 40 puntos.

Puntos	0	1	2	3	Puntos	0	1	2
Patrón ecográfico (modelo A o B)	0	1	2	3	Extensión	+	++	+++

Tabla 12: Sistema de puntuación del *Score 4*

Se realizaron también dos variantes del mismo (4A y 4B) al emplear los modelos A y B. En las siguientes tablas se muestra el resultado de la suma de puntuación correspondiente al patrón y la extensión.

a. **SCORE 4A:**

Puntos	0	1	2	3	4	5
Valoración ecográfica según modelo A	0	1+	1++	1+++	2+++	3+++
			2+	2++	3++	
				3+		
Patrón ecográfico original	0	1+ 2+	1++ 2++ 3+	1+++ 2+++ 3++ 4+	3+++ 4++	4+++

Tabla 13: Sistema de puntuación del *Score 4A*b. **SCORE 4B:**

Puntos	0	1	2	3	4	5
Valoración ecográfica según modelo B	0	1+	1++	1+++	2+++	3+++
			2+	2++	3++	
				3+		
Patrón ecográfico original	0	1+	1++ 2+ 3+	1+++ 2++ 3++ 4+	2+++ 3+++ 4++	4+++

Tabla 14: Sistema de puntuación del *Score 4B*

6.8 Zonas pulmonares exploradas

A todos los sujetos de la muestra se les realizó la ecografía pulmonar en las 8 zonas descritas en la Tabla 4 (z1 a z4 en hemitórax izquierdo y derecho). Sin embargo, con el fin de valorar la necesidad de explorar todas las áreas pulmonares o si la evaluación de sólo unos campos pulmonares podría ser suficiente (de forma similar a los trabajos de Pisani, Kok y Buessler llevados a cabo en adultos donde comparan la eficacia de varios protocolos con diferentes extensiones pulmonares (76–78)), se desarrollaron distintas versiones de los

scores en función de si para su cálculo se tenían en cuenta 8, 6 o 4 áreas pulmonares. De esta forma, tendríamos de estas tres opciones:

- Opción 8Z: tendría en cuenta todos los campos pulmonares (z1, z2, z3, z4).
- Opción 6Z: sólo se tendrían en cuenta las zonas accesibles en un paciente en decúbito supino sin necesidad de movilizarlo, es decir, anterior, anterolateral y posterolateral (z1, z2, z3).
- Opción 4Z: sólo puntuarían las zonas anterior y anterolateral (z1, z2)

Por consiguiente, se analizaron un total de 21 sistemas de puntuación diferentes, para estudiar su relación con las variables resultado, según puede observarse en la siguiente tabla (Tabla 15):

	SCORE 1A			SCORE 1B			SCORE 2			SCORE 3A			SCORE 3B			SCORE 4A			SCORE 4B		
z1	Score 4Z 1A	Score 6Z 1A	Score 8Z 1A	Score 4Z 1B	Score 6Z 1B	Score 8Z 1B	Score 4Z 2	Score 6Z 2	Score 8Z 2	Score 4Z 3A	Score 6Z 3A	Score 8Z 3A	Score 4Z 3B	Score 6Z 3B	Score 8Z 3B	Score 4Z 4A	Score 6Z 4A	Score 8Z 4A	Score 4Z 4B	Score 6Z 4B	Score 8Z 4B
z2																					
z3																					
z4																					

Tabla 15: Sistemas de puntuación desarrollados en función del número de áreas pulmonares exploradas.

El objetivo de estudiar estas 3 diferentes opciones, fue el de poder encontrar una forma más simplificada y rápida para evaluar a los pacientes sin que ello mermase su capacidad pronóstica o predictiva. Las opciones 4Z y 6Z serían especialmente útiles para poder estudiar a pacientes inestables (por ejemplo, los que se encuentran en una UCIP), sin necesidad de movilizarlos.

6.9 Concordancia interobservador

La concordancia interobservador en la ecografía pulmonar es elevada como revelan varios estudios (42,57,59,64,67).

En este trabajo, todas las imágenes fueron almacenadas en soporte digital. Posteriormente, en un segundo tiempo y de forma ciega, los vídeos de todos los pacientes

fueron visualizados de forma independiente y puntuados por separado por los investigadores A y B.

6.10 Metodología estadística

Para el análisis estadístico se empleó el programa R (R Development Core Team), versión 3.6.3.

Se realizó un análisis descriptivo proporcionando distribuciones de frecuencias relativas y absolutas para variables cualitativas, y medidas de posición y dispersión para las cuantitativas.

Las diferencias de variables cuantitativas entre dos momentos temporales se evaluaron a través del test t de Student para muestras relacionadas. Las relaciones entre variables cualitativas se estudiaron con el test chi cuadrado o Fisher, en función del cumplimiento o no de las frecuencias esperadas, calculándose el punto de corte óptimo de los *scores* según el índice de Youden (maximiza simultáneamente la sensibilidad y la especificidad).

La evaluación de las diferentes variables cuantitativas como pruebas para diagnosticar el ingreso se hizo calculando la sensibilidad, especificidad, valores predictivos y cocientes de probabilidades, positivos y negativos. Con ello se calculó también el área bajo la curva *receiver operating characteristic* (ROC).

La interpretación del área bajo la curva ROC (AUC) se realizó según lo descrito por Swets, donde valores entre 0,5 y 0,7 indican baja exactitud, entre 0,7 y 0,9 pueden ser útiles para algunos propósitos y un valor mayor de 0,9 indica exactitud alta (79).

La construcción de los modelos de regresión logística binaria se realizó considerando como evento el ingreso hospitalario, la necesidad de oxigenoterapia y el ingreso en UCIP, y como variable independiente la escala ecográfica a valorar, siempre acompañada de la edad y de la escala de gravedad clínica del HSJD. Primero se desarrollaron modelos univariantes y después multivariantes, calculándose el odds ratio (OR) de cada coeficiente, su intervalo de confianza al 95% y el *p* valor asociado.

Como medidas de bondad del ajuste se calcularon el R^2 de Nagelkerke, el AUC y el valor AIC (Criterio de Información de Akaike). Un modelo es mejor cuanto mayor R^2 (o poder explicativo) tenga, y menor valor tenga de AIC.

Además, se desarrollaron modelos lineales para predecir la duración de la estancia hospitalaria, de los días de oxígeno y de la estancia en UCIP; empleándose en cada modelo, como variables predictoras (al igual que con los modelos de regresión logística), las variables clínicas (edad y *score* HSJD) y las diferentes escalas ecográficas, y mostrándose los coeficientes y el intervalo de confianza al 95%, junto con su significación. En cuanto a las medidas de bondad del ajuste, se valoraron a través del AIC y del R^2 ajustado.

Por último, para estudiar el grado de acuerdo y concordancia entre los dos evaluadores se calculó el coeficiente de correlación intraclase (CCI) con las puntuaciones obtenidas por cada uno de los investigadores para los 7 *scores* desarrollados (correspondientes a la primera ecografía de los pacientes incluidos en el estudio). Su representación gráfica se muestra en los gráficos de Bland-Altman.

RESULTADOS

7 RESULTADOS

7.1 Descripción general de la muestra

Durante el periodo en el que se desarrolló el estudio, se incluyeron 90 pacientes, 61 pertenecían al HUCA y 29 al CAULE.

La mediana de edad de los pacientes incluidos en el estudio fue de 3,68 meses (rango intercuartílico -IQR- 1,81 a 6,65 meses), y la mediana de peso de 5,80 kg (IQR 4,71 – 7,70) (Tabla 16).

a. Antecedentes de los pacientes

La edad gestacional (EG) media fue de 38,9 semanas, equivalente a 38+6 semanas de gestación (mediana 39,1; IQR 37,7 – 40,3), con una mediana de peso al nacimiento de 3.080 g (IQR 2.735 – 3.455). En 8 lactantes (8,9%) había antecedentes de prematuridad (EG menor a 37 semanas), con una mediana de 35 semanas (EG mínima 30+3 semanas, IQR 33 – 36). Los datos se resumen en la Tabla 16.

Del total de la muestra, 58 niños (64,4%) recibían o habían recibido lactancia materna; 13 (14,4%) asistían a guardería y 22 (24,4%) habían presentado episodios previos de dificultad respiratoria (media 1,6; mediana 1 episodio). Ver Tabla 16.

Antecedentes personales de los pacientes de la muestra		
Edad (meses)		3,68 (1,81 – 6,65)
Peso (kg)		5,80 (4,71 – 7,70)
Edad gestacional (semanas + días)		39+1 (37+5 – 40+2)
Peso al nacimiento (gramos)		3.080 (2.735 – 3.455)
Sexo	Varón	49 (54,4)
	Mujer	41 (45,6)
Prematuridad (<37sem)		8 (8,9)
Lactancia materna		58 (64,4)
Asistencia a guardería		13 (14,4)
Episodios previos		22 (24,4)
Convivientes con clínica		70 (77,8)

Tabla 16: Características de los pacientes incluidos en el estudio. Las variables cualitativas se expresan como “frecuencia (%)” y las cuantitativas como “mediana (IQR)”.

b. Proceso actual

En cuanto al proceso actual, se obtuvo un tiempo de evolución mayor de 96 horas en el 43,3% de los pacientes y menos de 72 horas en el 33,3% de los casos. Del total de la muestra, 53 pacientes (58,9%) presentaban o habían presentado fiebre o febrícula (mediana de temperatura máxima 38,3°C; IQR 38 – 38,7); el 58,9% habían sido valorados previamente en Atención Primaria y el 28,3% de los niños habían recibido tratamiento previo (en la mayoría de los casos con un broncodilatador beta2 inhalado) (Tabla 17).

Atendiendo a la gravedad del proceso, al aplicar la escala clínica de gravedad de bronquiolitis del HSJD en el momento de realización de la ecografía, la puntuación que presentaban el total de los pacientes de la muestra durante la primera valoración era de una mediana de 6 (IQR 4 - 7) y durante la segunda de 5 (IQR 3 - 6), que se correspondían con una BA moderada y leve respectivamente (Tabla 17). Sin embargo, si excluimos a los pacientes conectados a VNI, las puntuaciones obtenidas eran de 5 (IQR 4 - 7) y 4 (IQR 3 -6) respectivamente.

Características del proceso actual					
Fiebre/febrícula (>37°C)		53 (58,9)	Tratamiento previo	No	64 (71,7)
Valoración en Atención Primaria		53 (58,9)		Beta2 inhalado	8 (8,9)
Tiempo de evolución	< 48 h	11 (12,2)		SSH 3%	2 (2,2)
	48 – 72 h	19 (21,1)		Adrenalina nebulizada	2 (2,2)
	72 – 96 h	21 (23,3)		Corticoide (oral/inhalado)	3 (3,3)
	> 96 h	39 (43,3)		Otros/combinación de varios	11 (12,2)
Gravedad clínica (Escala HSJD)	BA leve	44 (48,9)			
	BA moderada	42 (46,7)			
	BA grave	4 (4,4)			
	Puntuación 1ª EcoP	6 (4 - 7)			
	Puntuación 2ª EcoP	5 (3 - 6)			

Tabla 17: Características del proceso actual. Los valores se expresan como “frecuencia (%)” o como “mediana (rango intercuartílico)”. SSH 3%: suero salino hipertónico al 3%; EcoP: ecografía pulmonar; HSJD: hospital San Juan de Dios; BA: bronquiolitis aguda.

De los exudados (faríngeo/nasofaríngeo) recogidos para estudio virológico a 80 de los 90 pacientes de la muestra (88,9%), el agente más frecuentemente aislado fue el VRS en 54 de ellos (67,5%), seguido de adenovirus y virus influenza. En el 16,3% de los casos no se

aisló ningún microorganismo. El porcentaje de coinfecciones fue de 12,5%. Los resultados se muestran en la Tabla 18.

Estudio microbiológico			
VRS	54 (67,5)	Negativo	13 (16,3)
Virus influenza	4 (5)	Recogido	80 (88,9)
Rhinovirus	1 (1,3)	No recogido	10 (11,1)
Adenovirus	5 (6,3)	Coinfección	10 (12,5)
Otros	3 (3,8)		

Tabla 18: Resultados del estudio microbiológico de virus en exudado faríngeo/nasofaríngeo. Los resultados se muestran como “frecuencia (%)”. VRS: Virus respiratorio sincitial.

c. Evolución y tiempos de estancia

Como se muestra en la figura 7 (diagrama de flujo de pacientes), de los 90 pacientes, 13 (14,4%) fueron valorados en urgencias y dados de alta a domicilio (ninguno consultó de nuevo). De los 77 restantes que precisaron ingreso hospitalario, 74 fueron a planta de hospitalización y 3 directamente a UCIP. Finalmente, fueron un total de 62 pacientes (68,9% del total de la muestra) los que permanecieron ingresados durante toda su estancia en planta de hospitalización y 15 (16,7%) los que necesitaron cuidados intensivos (3 desde el primer momento y 12 tras una estancia previa en hospitalización).

El tiempo de estancia hospitalaria global fue de 4 días de mediana (IQR 2 - 6). Si consideramos exclusivamente el tiempo en UCIP, la mediana fue también de 4 días (IQR 3 - 5,5). Los valores pueden verse en la Tabla 19.

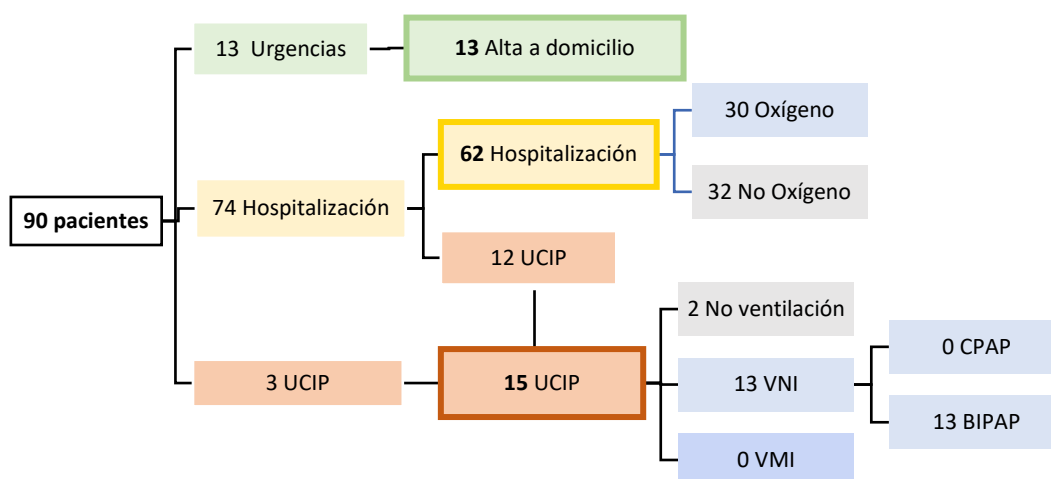


Figura 7: Diagrama de flujo de los pacientes incluidos en el estudio. UCIP: Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos; VNI: ventilación mecánica no invasiva. VMI: ventilación mecánica invasiva; CPAP: presión positiva continua en la vía aérea; BIPAP: presión positiva en la vía aérea con dos niveles de presión.

d. Terapias y necesidades asistenciales

En cuanto a los tratamientos realizados tras su valoración hospitalaria, en 62 casos (68,9%) no se recomendó ningún tratamiento específico. En el resto (31,1%) se administraron beta2 inhalados (2,2%), suero salino hipertónico (3,4%), antibiótico (3,4%) o varios de estos anteriores en el 21,1% de los casos.

A lo largo de su estancia hospitalaria, la oxigenoterapia fue necesaria en 43 pacientes (47,8% de la muestra) durante una mediana de 3 días (IQR 1,5 – 5). De estos, 30 (69,8%) estaban ingresados en planta de hospitalización y se aplicó con cánulas nasales de bajo flujo y 13 (30,2%) en UCIP, mientras estaban conectados a VNI.

En relación con la ventilación mecánica, la VNI se aplicó a 13 pacientes (14,4% de la muestra), suponiendo un 86,7% de los pacientes que ingresaron en UCIP (13/15). En todos los casos fue presión positiva en la vía aérea con dos niveles de presión (BIPAP). El tiempo medio de conexión a VNI fue de 2,33 días (mediana 2,5 días; IQR 2 - 3). Ningún paciente precisó intubación ni, por tanto, conexión a ventilación mecánica invasiva (VMI). Los resultados se muestran en la Tabla 19.

Evolución y destino de los pacientes	
Alta a domicilio	13 (14,4)
Ingreso hospitalario	77 (85,6)
Estancia hospitalaria (días)	4 (2 – 6)
Ingreso UCIP	15 (16,7)
Estancia UCIP (días)	4 (3 – 5,5)
Oxigenoterapia (bajo flujo/en VNI)	43 (47,8)
Oxigenoterapia bajo flujo	30 (69,8)
Tiempo oxigenoterapia (días)	3 (1,5 – 5)
Conexión a VNI	13 (14,4)
Tiempo conexión VNI (días)	2,5 (2 - 3)
Conexión a VMI	0 (0)

Tabla 19: Evolución de los pacientes. Los resultados se muestran como “frecuencia (%)” en las variables cualitativas y “mediana (rango intercuartílico)” en las cuantitativas. UCIP: Unidad de cuidados intensivos pediátricos; VNI: Ventilación no invasiva; VMI: ventilación mecánica invasiva.

7.2 Comparación entre los centros hospitalarios

Se describe a continuación, por apartados, la comparación de algunas variables según al centro hospitalario. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos centros, excepto en el tiempo de estancia hospitalaria, el porcentaje de pacientes que

requirieron oxigenoterapia y de tratamientos farmacológicos. Los resultados se resumen en la Tabla 20.

Comparativa entre centros hospitalarios																								
Variable	Media (DT)	p	Variable			p																		
Edad (meses)			Sexo	Varón (% fila)	Mujer (% fila)																			
HUCA	4,7 (3,1)	0,35	HUCA	34 (55,7)	27 (44,3)	0,72																		
CAULE	4,0 (2,8)		CAULE	15 (51,7)	14 (48,3)																			
Peso (kg)			Prematuridad*	No (% fila)	Sí (% fila)																			
HUCA	6,4 (1,8)	0,17	HUCA	54 (90)	6 (10)	0,70																		
CAULE	5,8 (1,9)		CAULE	25 (92,6)	2 (7,4)																			
Gestación (sem)			Fiebre	No (% fila)	Sí (% fila)																			
HUCA	38,8 (2,0)	0,40	HUCA	39 (65)	21 (35)	0,25																		
CAULE	39,2 (2,2)		CAULE	14 (51,9)	13 (48,1)																			
Gravedad (HSJD)			Oxígeno	No (% fila)	Sí (% fila)																			
HUCA	5,90 (2,46)	0,24	HUCA	38 (62,3)	23 (37,7)	0,006																		
CAULE	5,28 (2,10)		CAULE	9 (31)	20 (69)																			
Estancia hospital (d)			Tratamiento	No (% fila)	Sí (% fila)																			
HUCA	3,89 (2,74)	0,038	HUCA	56 (91,8)	5 (8,2)	<0,001																		
CAULE	5,47 (2,99)		CAULE	6 (20,7)	23 (79,3)																			
Estancia UCIP (d)			<table><tr><th>Patrón ecográfico</th><th>HUCA</th><th>CAULE</th></tr><tr><td>0: Normal</td><td>388</td><td>206</td></tr><tr><td>1: Líneas B no confluentes</td><td>66</td><td>61</td></tr><tr><td>2: Líneas B confluentes</td><td>36</td><td>40</td></tr><tr><td>3: Pulmón blanco</td><td>30</td><td>13</td></tr><tr><td>4: Consolidación</td><td>55</td><td>61</td></tr></table>				Patrón ecográfico	HUCA	CAULE	0: Normal	388	206	1: Líneas B no confluentes	66	61	2: Líneas B confluentes	36	40	3: Pulmón blanco	30	13	4: Consolidación	55	61
Patrón ecográfico	HUCA	CAULE																						
0: Normal	388	206																						
1: Líneas B no confluentes	66	61																						
2: Líneas B confluentes	36	40																						
3: Pulmón blanco	30	13																						
4: Consolidación	55	61																						
HUCA	4,25 (1,4)	0,606																						
CAULE	5,00																							
Oxigenoterapia (d)																								
HUCA	3,57 (2,54)	0,528																						
CAULE	4,11 (2,95)																							
Conexión VNI (d)																								
HUCA	2,3 (1,1)	0,542																						
CAULE	3,00																							

Tabla 20: Comparativa de las variables en función del centro hospitalario. A la izquierda las variables cuantitativas representadas mediante la diferencia de medias (t de Student); a la derecha las cualitativas mediante tablas de contingencia y el estadístico Chi cuadrado de Pearson. Se especifica también la distribución de los patrones ecográficos visualizados. HUCA: hospital universitario central de Asturias; CAULE: complejo asistencial universitario de León; HSJD: hospital san Juan de Dios; UCIP: unidad de cuidados intensivos pediátricos; VNI: ventilación mecánica no invasiva; DT: desviación típica; sem: semanas; d: días.

*No se disponen datos de 3 sujetos de la muestra.

a. Antecedentes de los pacientes

No se encontraron diferencias significativas en cuanto a la edad y peso de los pacientes participantes del estudio, lo mismo ocurre con la edad gestacional.

Tampoco se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los centros en referencia a la distribución por sexos ($p = 0,72$) ni en relación con el porcentaje de prematuros (edad gestacional <37 semanas) en la muestra ($p = 0,70$).

b. Proceso actual

En lo referente a las características del episodio, no se encontraron diferencias entre los centros en cuanto al nivel de gravedad según la escala clínica del HSJD ($p = 0,24$), con valores entre 5 y 6 puntos, lo que corresponde a BA leve-moderada. Tampoco hubo diferencias en el porcentaje de pacientes que habían presentado fiebre ($p = 0,25$).

c. Evolución y tiempos de estancia

Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los pacientes de ambos centros hospitalarios (HUCA y CAULE) en relación a los tiempos de estancia hospitalaria, aunque no hubo diferencias en los tiempos de estancia en UCIP.

d. Terapias y necesidades asistenciales

Respecto a las terapias recibidas por los pacientes en ambos centros, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en el empleo de oxigenoterapia ($p = 0,006$) y de otros tratamientos (como broncodilatadores, corticoides o suero salino hipertónico) ($p < 0,001$).

Sin embargo, no hallaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos centros participantes respecto a la duración de oxigenoterapia y de VNI.

e. Patrones ecográficos

Atendiendo a los patrones ecográficos hallados en las ecografías realizadas en ambos hospitales, no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$).

7.3 Ecografía pulmonar

a. Momento de realización de la ecografía

Esta se llevó a cabo con una mediana de 16 horas de ingreso (IQR 12 - 22). En 31 individuos de la muestra (34,4%) fue posible realizar una segunda ecografía, efectuada a las 45,5 horas de ingreso de mediana (IQR 37,75 - 69).

En los pacientes conectados a VNI (9 sujetos), se realizó la ecografía cuando estos llevaban una mediana de 3 horas de asistencia respiratoria (IQR 0 – 9,5). Sólo 4 pacientes recibían ventilación cuando se realizó una segunda valoración ecográfica a las 35,5 horas de mediana (IQR 7,5 – 46,25). Los datos se expresan en la Tabla 21.

b. Asistencia respiratoria durante la realización de la ecografía

Durante la realización de la primera ecografía, 23 pacientes (25,6%) estaban conectados a oxígeno de bajo flujo, siendo la mediana de flujo de 0,5 litros por minuto (lpm) (IQR 0,25 – 1). De los que fueron valorados una segunda vez, 7 precisaban oxigenoterapia con una mediana de flujo de 0,25 lpm (IQR 0,25 – 0,50).

Por otro lado, de los 9 pacientes (10%) conectados a VNI durante la 1ª ecografía, todos recibían soporte en modalidad BIPAP, con una presión inspiratoria (IPAP) mediana 10 cmH₂O, y una mediana de presión espiratoria (EPAP) de 6 cmH₂O, con una mediana de FiO₂ del 30% (IQR 25 - 40). A 5 pacientes con VNI se les realizó una segunda ecografía, estando con la misma modalidad ventilatoria y presiones medianas que en la primera, y una mediana de FiO₂ de 24% (IQR 22-25%) (Tabla 21).

Asistencia respiratoria durante la realización de la ecografía pulmonar				
	1ª EcoP		2ª EcoP	
	n	Mediana (IQR)	n	Mediana (IQR)
Horas de ingreso	76*	16,5 (12 - 22)	31	45,5 (37,75 - 69)
Flujo oxígeno (lpm)	23	0,5 (0,25 - 1)	7	0,25 (0,25 - 0,50)
Horas de VNI	9	3 (0 - 13)	4	35,5 (7,5 - 46,25)
FiO ₂ (%)	9	30 (25 - 40)	5	24 (22 - 25)
EPAP (cmH ₂ O)	9	6 (5,50 - 6)	5	6 (5,5 - 6)
IPAP (cmH ₂ O)	9	10 (9 - 11,50)	5	10 (10 - 10,5)

Tabla 21: Momento de realización de la ecografía pulmonar y asistencia respiratoria durante la realización de la misma. Se expresa como flujo de oxígeno si oxigenoterapia de bajo flujo y como FiO₂ si está conectado a VNI. EcoP: ecografía pulmonar; VNI: ventilación no invasiva; FiO₂: fracción inspirada de oxígeno; EPAP: presión positiva espiratoria; IPAP: presión positiva inspiratoria; lpm: litros por minuto; IQR: rango intercuartílico. * 13 lactantes fueron atendidos en urgencias y hay un valor perdido correspondiente a 1 sujeto.

c. Patrones ecográficos visualizados

De los 90 pacientes incluidos en el estudio, a 31 de ellos se les realizó una segunda ecografía, obteniéndose así un total de 121 exploraciones ecográficas, cada una de las cuales implica la visualización de 8 áreas pulmonares. Esto arroja una cifra de 968 áreas pulmonares exploradas.

Por motivos técnicos (imposibilidad de abrir los archivos en los que se habían recogido las exploraciones) 12 de estos datos no pudieron integrarse en el estudio, por lo que se analizaron finalmente 956 áreas pulmonares, todas almacenadas en clips de vídeo con su correspondiente valoración por ambos investigadores principales.

En la Tabla 22 se muestran los patrones encontrados al puntuar cada una de las áreas exploradas, según la puntuación otorgada por el investigador A (con más experiencia). Se observa que el patrón más frecuentemente encontrado fue el 0, correspondiente a la normalidad (62,1%), seguido del patrón 1 o líneas B no confluentes (13,3%) y del 4 que equivale a condensación (12,1%).

No obstante, si consideramos los resultados ecográficos al valorar al paciente en su conjunto (es decir, las 8 zonas exploradas), en 17 individuos (18,9%) la EcoP fue normal, pues todas las áreas valoradas obtuvieron una puntuación de 0 puntos y, por tanto, todos los *scores* también puntuarían 0.

Patrones ecográficos hallados	
0: Normal	594 (62,13)
1: Líneas B no confluentes	127 (13,29)
2: Líneas B confluentes	76 (7,95)
3: Pulmón blanco	43 (4,50)
4: Consolidación	116 (12,13)
Total	956

Tabla 22: Patrones ecográficos visualizados en las áreas pulmonares exploradas. Los resultados se muestran como "frecuencia (%)".

7.4 Aplicación de las escalas ecográficas

Según se describe en el apartado “Pacientes y métodos”, se desarrollaron 7 escalas o *scores* ecográficos (1A, 1B, 2, 3A, 3B, 4A y 4B) en función de cómo puntuaban las distintas calificaciones otorgadas a las áreas pulmonares exploradas. Por otra parte, de estos *scores* que inicialmente recogían información de 8 áreas pulmonares (8Z), se añadieron además dos opciones que recogían menos áreas pulmonares (6 zonas -6Z- que se centra en áreas anteriores y laterales del tórax y 4 zonas -4Z- que sólo tienen en cuenta las anteriores).

Aunque los 2 investigadores evaluaron y puntuaron a todos los pacientes de la muestra (y de ambos centros hospitalarios participantes), se empleó para el cálculo la valoración realizada por el investigador con más experiencia (investigador A).

El índice que se sigue con las 7 escalas ecográficas para cada una de las diferentes opciones (8Z, 6Z y 4Z) es el siguiente:

1. Descriptiva
2. Relación de los *scores* con las variables resultado:
 - a. Ingreso hospitalario
 - b. Necesidad de oxigenoterapia
 - c. Ingreso en UCIP
 - d. Tablas y figuras
3. Puntos de corte y curvas ROC:
 - a. Ingreso hospitalario
 - b. Necesidad de oxigenoterapia
 - c. Ingreso en UCIP
4. Modelos de regresión logística:
 - a. Ingreso hospitalario
 - b. Necesidad de oxigenoterapia
 - c. Ingreso en UCIP
 - d. Tablas modelos regresión logística
5. Modelos lineales
 - a. Tiempo de estancia hospitalaria
 - b. Tiempo de oxigenoterapia
 - c. Tiempo de estancia en UCIP
 - d. Tablas modelos lineales

7.4.1 OPCIÓN 8Z (8 zonas pulmonares)**7.4.1.1 Descriptiva**

Las puntuaciones obtenidas al aplicar los sistemas de puntuación ecográficos en los pacientes de la muestra se resumen en la Tabla 23.

Score	Media	DT
8Z 1A	4,76	4,07
8Z 1B	5,37	4,54
8Z 2	5,07	4,47
8Z 3A	4,88	4,21
8Z 3B	5,22	4,57
8Z 4A	7,07	6,38
8Z 4B	7,68	6,89

Tabla 23: Puntuaciones obtenidas en las distintas escalas ecográficas. DT: desviación típica; Los *scores* 1A y 1B se calculan a partir de la suma de los patrones ecográficos visualizados, el *score* 2 teniendo en cuenta la extensión de los patrones ecográficos considerados como patológicos y los *scores* 3A, 3B, 4A y 4B tienen en cuenta tanto los patrones visualizados como la extensión de los mismos.

7.4.1.2 Relación de los scores con las variables resultado

Con el fin de determinar si la puntuación en los *scores* ecográficos difiere según la necesidad o no de ingreso hospitalario, oxigenoterapia e ingreso en UCIP se realizaron diversos contrastes que se detallan a continuación. Los resultados se resumen en la Tabla 24 y las Figuras 8 a 10.

a. Ingreso hospitalario

Considerando el suficiente tamaño de muestra y el resultado del test de normalidad, se obtuvo que se rechaza la hipótesis de que los promedios sean iguales con todos los *scores* 8Z. Es decir, los pacientes que ingresaron tenían puntuaciones más elevadas en las distintas escalas ecográficas respecto al grupo de los que no precisaron ingreso (Tabla 24). Su representación gráfica puede observarse en la Figura 8.

b. Necesidad de oxigenoterapia

La puntuación obtenida en los *scores* fue significativamente mayor entre los pacientes que recibieron oxigenoterapia respecto a los que no, según se refleja en la Tabla 24 y la Figura 9.

c. Ingreso en UCIP

La puntuación que obtuvieron los pacientes que ingresaron en esta unidad también fue significativamente mayor que los que no ingresaban en esta unidad como puede observarse en la Tabla 24 y la Figura 10.

d. Tablas y figuras

1. Tabla 24: puntuaciones obtenidas y su relación con las variables principales.

SCORES 8Z		INGRESO HOSPITALARIO			OXIGENOTERAPIA			INGRESO EN UCIP		
		n	Mediana (p25-p75)	p	n	Media (DT)	p	n	Media (DT)	p
1A	No	13	1 (0-3)	0,005	47	3,21 (3,46)	<0,001	75	4,19 (3,86)	0,003
	Sí	77	4 (2-7)		43	6,44 (4,05)		15	7,60 (4,0)	
1B	No	13	1 (0-3)	0,006	47	3,64 (4,07)	<0,001	75	4,72 (4,28)	0,002
	Sí	77	6 (3-8)		43	7,26 (4,30)		15	8,60 (4,55)	
2	No	13	1 (0-3)	0,011	47	3,89 (4,71)	0,009	75	4,43 (4,27)	0,002
	Sí	77	5 (2-8)		43	6,35 (3,86)		15	8,27 (4,23)	
3A	No	13	1 (0-3)	0,007	47	3,43 (3,87)	<0,001	75	4,25 (3,97)	0,001
	Sí	77	4 (2-8)		43	6,47 (4,04)		15	8,0 (4,12)	
3B	No	13	1 (0-3)	0,009	47	3,72 (4,42)	<0,001	75	4,57 (4,34)	0,003
	Sí	77	5 (2-9)		43	6,86 (4,21)		15	8,47 (4,44)	
4A	No	13	1 (0-4)	0,008	47	5,02 (5,93)	0,001	75	6,12 (6,0)	0,001
	Sí	77	6 (2-11)		43	9,30 (6,17)		15	11,80 (6,33)	
4B	No	13	1 (0-4)	0,009	47	5,45 (6,61)	0,001	75	6,65 (6,48)	0,001
	Sí	77	7 (3-12)		43	10,12 (6,42)		15	12,80 (6,82)	

Tabla 24: Distribución de las puntuaciones obtenidas con los diferentes scores ecográficos 8Z en función de si los pacientes precisan o no ingreso hospitalario, oxigenoterapia o ingreso en UCIP. p25: percentil 25; p75: percentil 75; DT: desviación típica; UCIP: unidad de cuidados intensivos pediátricos.

2. Figuras 8 a 10: Gráficos de puntos

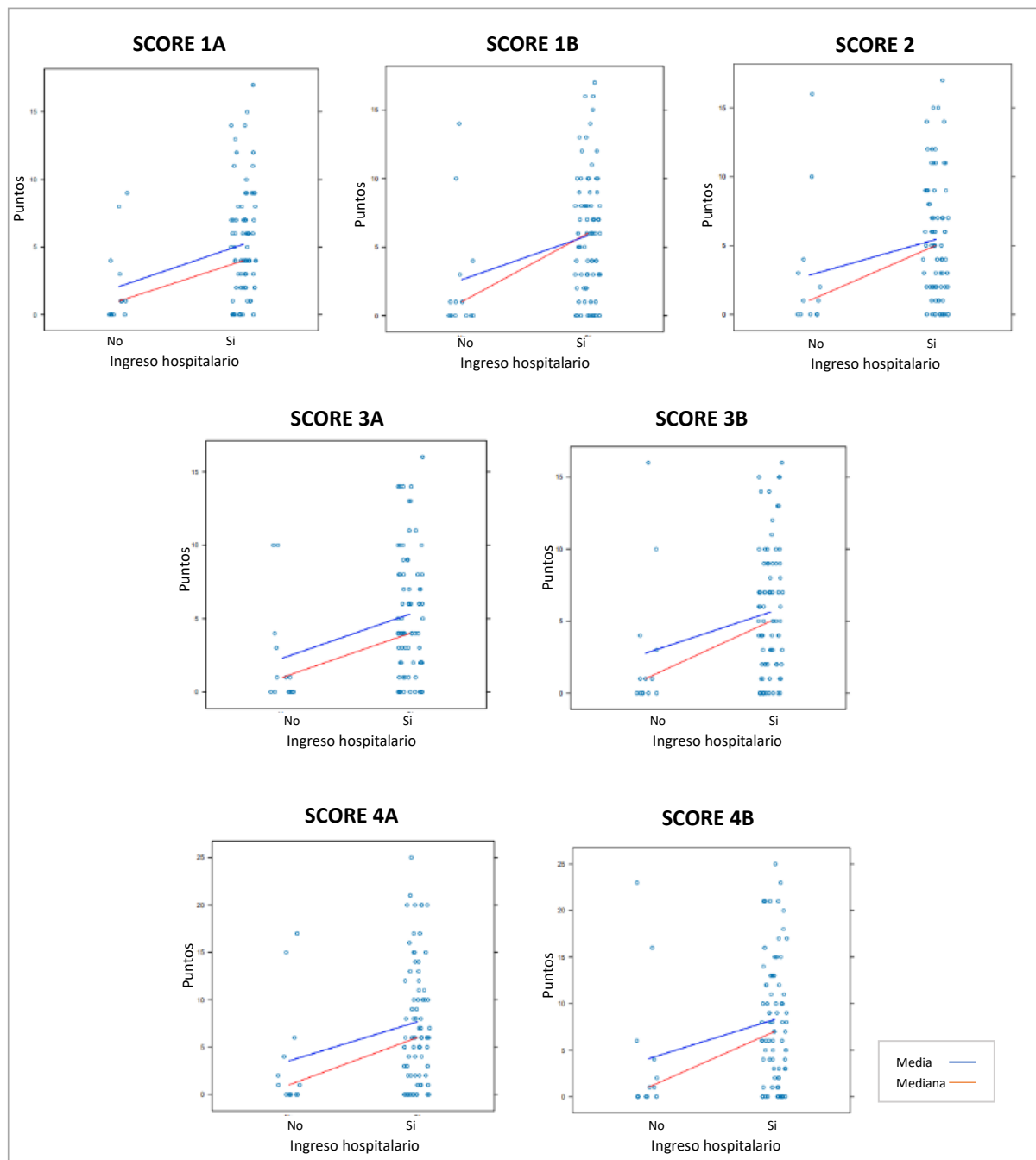


Figura 8: Gráficos de puntos de las puntuaciones obtenidas en los *scores* 8Z en los pacientes que precisaron ingreso hospitalario y los que no.

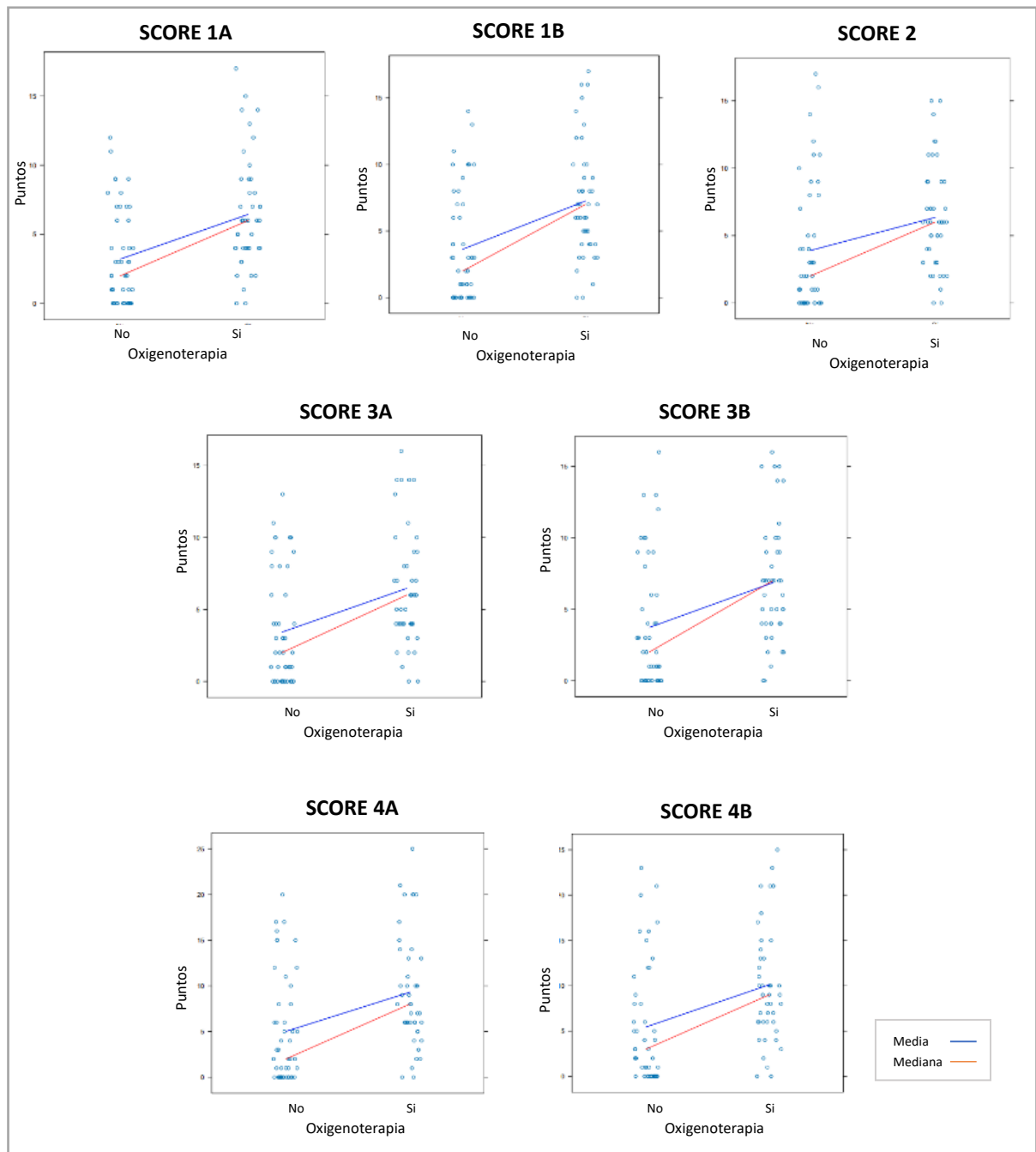


Figura 9: Gráficos de puntos de las puntuaciones obtenidas en los scores 8Z en los pacientes que precisaron oxigenoterapia y los que no.

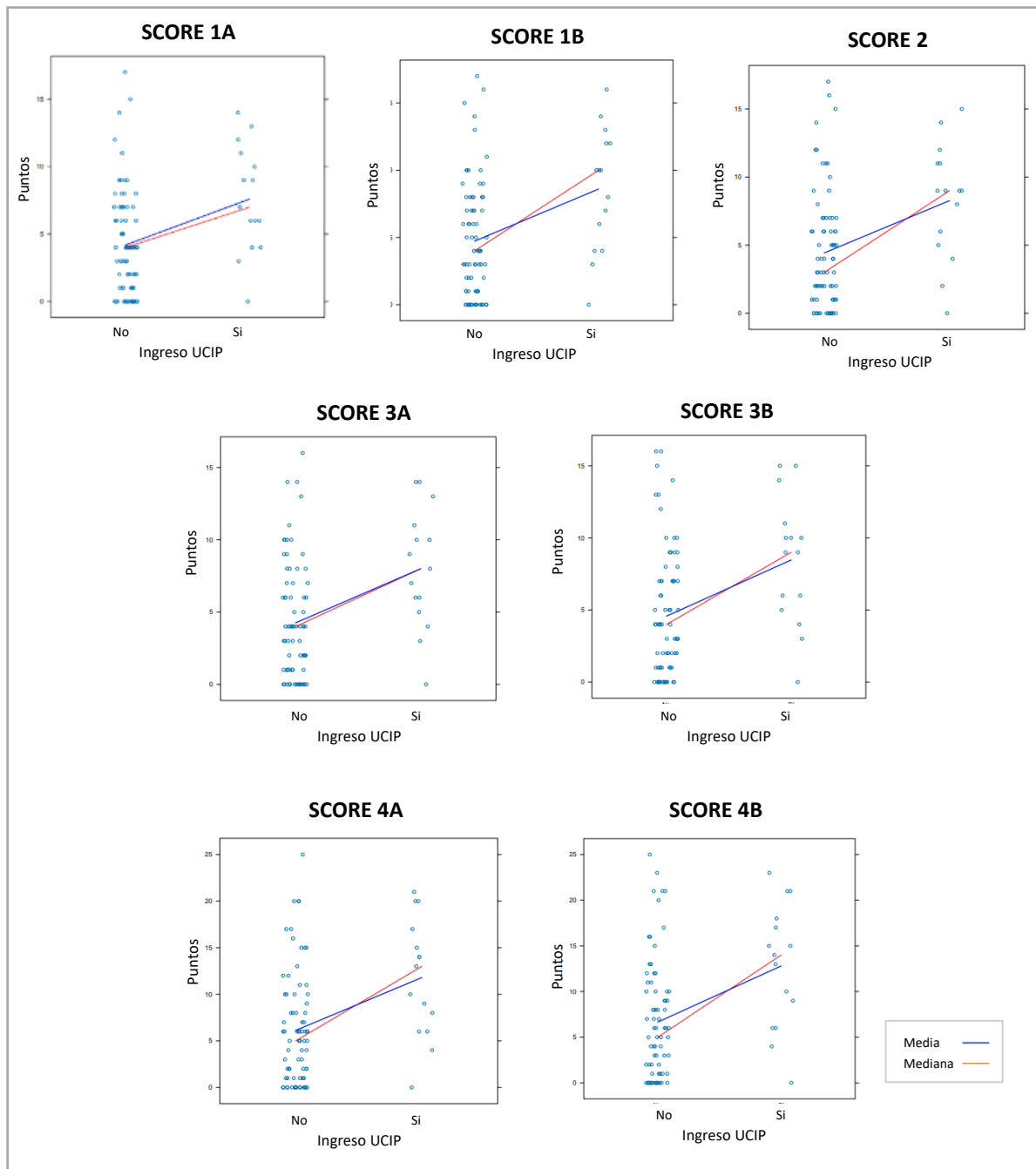


Figura 10: Gráficos de puntos de las puntuaciones obtenidas en los scores 8Z en los pacientes que precisaron ingreso en UCIP y los que no.

7.4.1.3 Puntos de corte y curvas ROC

Se estudió la relación entre las diferentes escalas ecográficas y las variables resultado (Tablas 25 a 30 y Figuras 11 a 13).

a. Ingreso hospitalario

Todas las escalas ecográficas obtuvieron AUC superior a la del HSJD, con valores entre 0,72-0,74, siendo el *score* 8Z 1A el que obtuvo un valor más elevado. La sensibilidad de las escalas ecográficas se situó en torno al 80% y su especificidad alrededor del 70%.

Los resultados se observan en la siguiente tabla (Tabla 25).

	Dirección	Punto de corte	Se (%)	Sp (%)	VPP (%)	VPN (%)	CP +	CP -	AUC (IC)	p valor
Edad meses	<	3,47	55,84	92,31	97,73	26,09	7,26	0,14	0,730 (0,619-0,841)	0,008
Score HSJD	>	6	57,14	84,62	95,96	25	3,72	0,27	0,709 (0,598-0,821)	0,015
Score 8Z 1A	>	2	80,52	69,23	93,94	37,5	2,62	0,38	0,744 (0,587-0,901)	0,005
Score 8Z 1B	>	2	80,52	69,23	93,94	37,5	2,62	0,38	0,737 (0,569-0,906)	0,006
Score 8Z 2	>	2	79,22	64,54	92,42	33,33	2,23	0,45	0,720 (0,547-0,8963)	0,011
Score 8Z 3A	>	2	79,22	69,23	93,85	36	2,57	0,39	0,735 (0,571-0,899)	0,007
Score 8Z 3B	>	2	79,22	69,23	93,85	36	2,57	0,39	0,729 (0,554-0,903)	0,008
Score 8Z 4A	>	3	74,03	69,23	93,44	31,03	2,41	0,42	0,729 (0,531-0,896)	0,008
Score 8Z 4B	>	3	76,62	69,23	93,65	33,33	2,49	0,40	0,727 (0,553-0,901)	0,009

Tabla 25: Capacidad predictiva en relación con el ingreso hospitalario para la edad, *score* clínico HSJD y los distintos *scores* ecográficos 8Z. Se: sensibilidad; Sp: especificidad; VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo; CP+: cociente de probabilidad del positivo; CP-: cociente de probabilidad del negativo; AUC: área bajo la curva; IC: intervalo de confianza.

En la siguiente figura (Figura 11) se muestran las curvas ROC para cada uno de los *scores* aplicados.

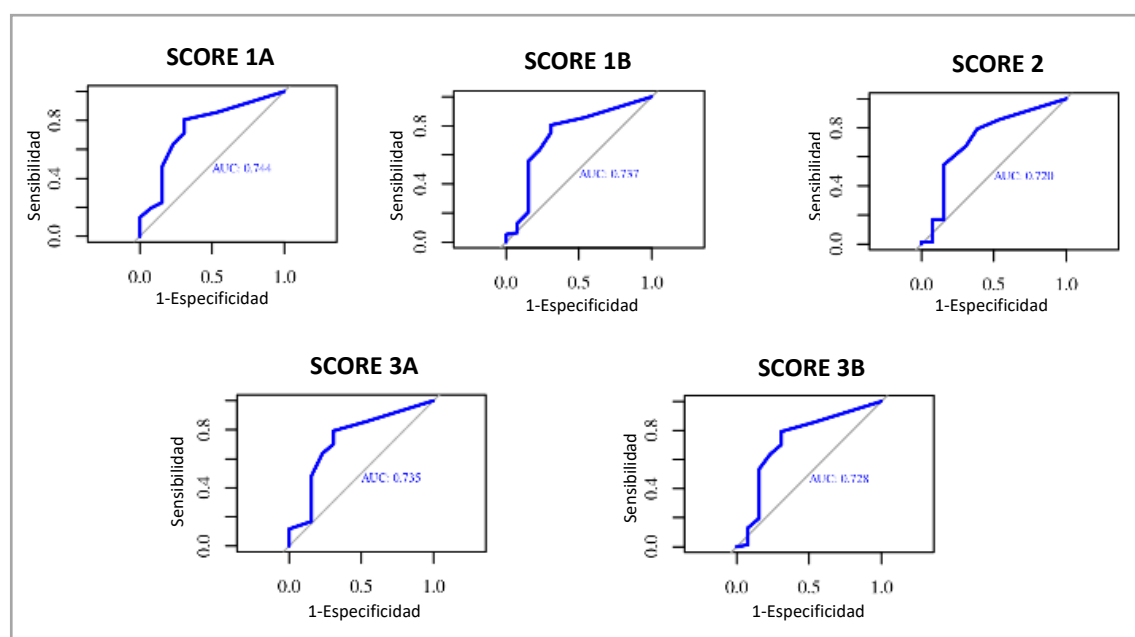


Figura 11: Curvas ROC para los *scores* 8Z para predecir ingreso hospitalario.

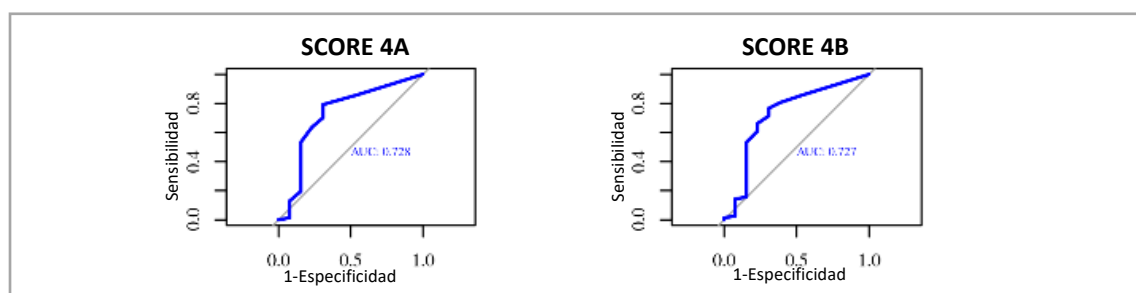


Figura 11 (continuación): curvas ROC para los scores 8Z para predecir ingreso hospitalario.

Utilizando los puntos de corte previamente establecidos, se aplicaron los test correspondientes (test de Fisher o Chi cuadrado de Pearson) obteniéndose que sí existía asociación entre los diferentes *scores* 8Z y la necesidad de ingreso hospitalario, según se muestra en la siguiente tabla (Tabla 26).

SCORE 8Z	Punto de corte (puntos)	NO Ingreso		Sí Ingreso		p
		n	% (columna)	n	% (columna)	
1A	< 2	9	69,2	15	19,5	0,001
	> 2	4	30,8	62	80,5	
1B	< 2	9	69,2	15	19,5	0,001
	> 2	4	30,8	62	80,5	
2	< 2	8	61,5	16	20,8	0,005
	> 2	5	38,5	61	79,2	
3A	< 2	9	69,2	16	20,8	0,001
	> 2	4	30,8	61	79,2	
3B	< 2	9	69,2	16	20,8	0,001
	> 2	4	30,8	61	79,2	
4A	< 3	9	69,2	20	26,0	0,004
	> 3	4	30,8	57	74,0	
4B	< 3	9	69,2	18	23,4	0,002
	> 3	4	30,8	59	76,6	

Tabla 26: Distribución de pacientes según los puntos de corte de los scores 8Z y su relación con la necesidad de ingreso hospitalario.

b. Necesidad de oxigenoterapia

Según puede observarse en la siguiente tabla (Tabla 27), respecto a la necesidad de oxígeno el *score* 8Z 1B es el que obtuvo una cifra más elevada de AUC y aunque ninguno superó a la escala clínica del HSJD, los resultados fueron significativos y se encuentran entre 0,71 y 0,74.

	Dirección	Punto de corte	Se (%)	Sp (%)	VPP (%)	VPN (%)	CP +	CP -	AUC (IC)	p valor
Edad meses	<	4,07	62,79	57,45	57,45	62,79	1,48	0,68	0,576 (0,455-0,698)	0,214
Score HSJD	>	6	79,07	74,47	74,47	73,91	3,10	0,32	0,810 (0,717-0,902)	<0,001
Score 8Z 1A	>	4	81,39	63,83	67,31	78,95	2,25	0,44	0,739 (0,636-0,842)	<0,001
Score 8Z 1B	>	4	81,39	63,83	67,21	78,95	2,25	0,44	0,742 (0,639-0,846)	<0,001
Score 8Z 2	>	5	69,77	70,21	68,18	71,74	2,34	0,43	0,706 (0,595-0,817)	<0,001
Score 8Z 3A	>	4	81,39	63,83	67,31	78,95	2,25	0,44	0,729 (0,623-0,836)	<0,001
Score 8Z 3B	>	4	81,39	63,83	67,31	78,95	2,25	0,44	0,728 (0,621-0,836)	<0,001
Score 8Z 4A	>	6	76,74	65,96	67,35	75,61	2,25	0,44	0,724 (0,617-0,831)	<0,001
Score 8Z 4B	>	6	79,07	65,96	68	77,5	2,32	0,43	0,729 (0,623-0,836)	<0,001

Tabla 27: Capacidad predictiva en relación con la necesidad de oxígeno para la edad, escala clínica HSJD y los distintos scores ecográficos 8Z. Se: sensibilidad; Sp: especificidad; VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo; CP+: cociente de probabilidad del positivo; CP-: cociente de probabilidad del negativo; AUC: área bajo la curva; IC: intervalo de confianza.

En la siguiente figura (Figura 12) se muestran las curvas ROC para cada uno de los scores:

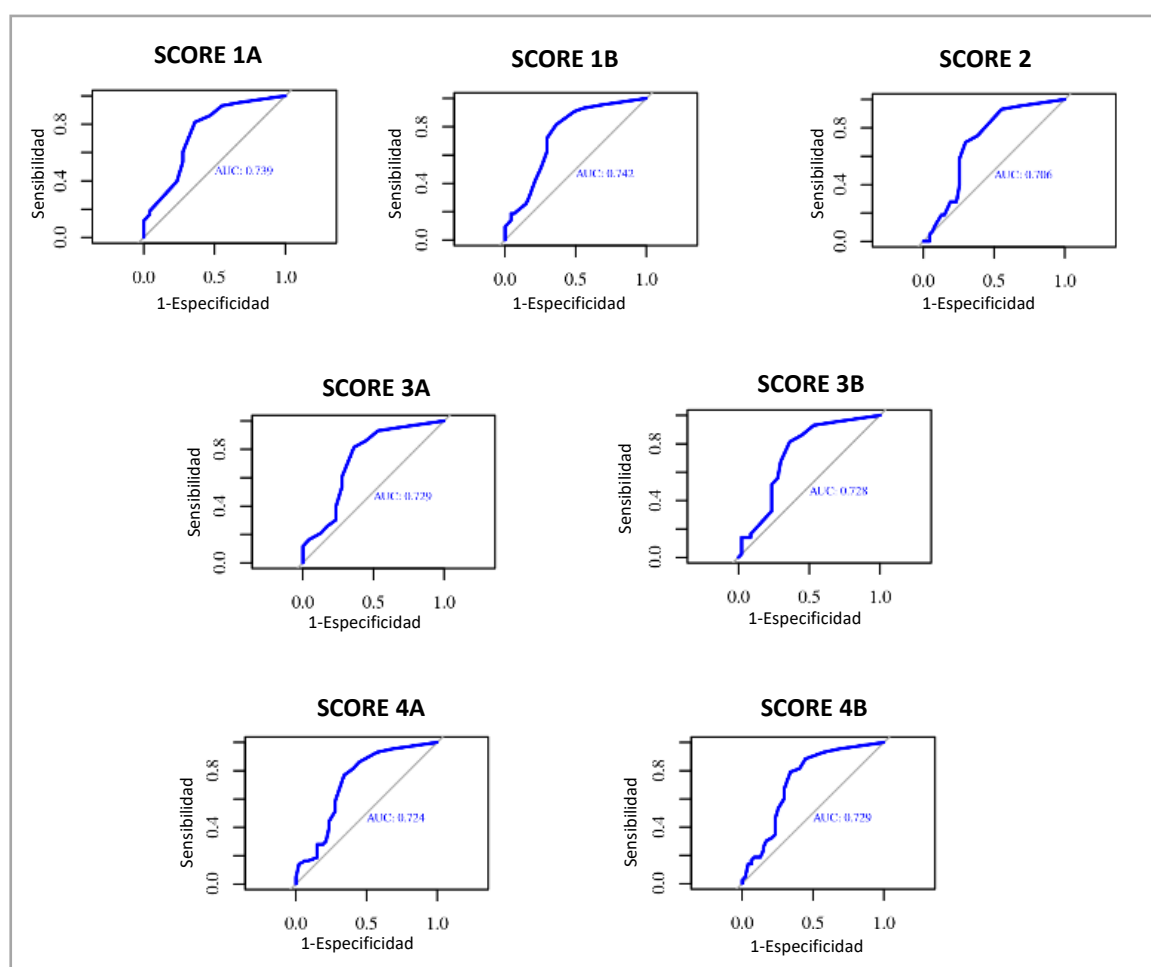


Figura 12: Curvas ROC para los scores 8Z para predecir necesidad de oxigenoterapia.

Aplicando los test correspondientes con los puntos de corte establecidos, se observó asociación significativa entre los *scores* ecográficos 8Z y la necesidad de oxígeno (Tabla 28).

SCORE 8Z	Punto de corte (puntos)	NO oxígeno		Sí oxígeno		p
		n	% (columna)	n	% (columna)	
1A	< 4	30	63,8	8	18,6	<0,001
	> 4	17	36,2	35	81,4	
1B	< 4	30	63,8	8	18,6	<0,001
	> 4	17	36,2	35	81,4	
2	< 5	33	70,2	13	30,2	<0,001
	> 5	14	31,8	30	69,8	
3A	< 4	30	63,8	8	18,6	<0,001
	> 4	17	36,2	35	81,4	
3B	< 4	30	63,8	8	18,6	<0,001
	> 4	17	36,2	35	81,4	
4A	< 6	31	66,0	10	23,3	<0,001
	> 6	16	34,0	33	76,7	
4B	< 6	31	66,0	9	20,9	<0,001
	> 6	16	34,0	34	79,0	

Tabla 28: Distribución de pacientes según los puntos de corte de los *scores* 8Z y su relación con la necesidad de oxigenoterapia.

c. Ingreso en UCIP

En este caso, el *score* 8Z 3A y los 8Z 4A y 4B son los que presentaron valores de AUC más elevados (de 0,75) aunque sin superar lo alcanzado por la escala de gravedad clínica del HSJD. El *score* 3A obtuvo una sensibilidad del 80% y el 4B una alta especificidad (84%).

	Dirección	Punto de corte	Se (%)	Sp (%)	VPP (%)	VPN (%)	CP +	CP -	AUC (IC)	p valor
Edad meses	<	3,37	86,67	60	30,23	95,74	2,17	0,46	0,766 (0,619-0,914)	0,012
Score HSJD	>	8	80	90,67	63,16	95,77	8,57	0,12	0,849 (0,699-0,999)	<0,001
Score 8Z 1A	>	6	73,33	66,67	30,56	92,59	2,20	0,45	0,740 (0,603-0,877)	0,003
Score 8Z 1B	>	10	53,33	86,67	44,44	90,28	4,00	0,25	0,741 (0,600-0,882)	0,003
Score 8Z 2	>	8	66,67	82,67	43,48	92,54	3,85	0,26	0,748 (0,611-0,886)	0,002
Score 8Z 3A	>	5	80	64	30,77	94,12	2,22	0,45	0,752 (0,617-0,886)	0,002
Score 8Z 3B	>	9	60	81,33	39,13	91,04	3,21	0,31	0,745 (0,609-0,881)	0,003
Score 8Z 4A	>	8	73,33	68	31,43	92,73	2,29	0,44	0,750 (0,615-0,886)	0,002
Score 8Z 4B	>	13	60	84	42,86	91,3	3,75	0,27	0,750 (0,612-0,888)	0,002

Tabla 29: Capacidad predictiva en relación al ingreso en UCIP para la edad, escala clínica HSJD y los distintos *scores* ecográficos 8Z. Se: sensibilidad; Sp: especificidad; VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo; CP+: cociente de probabilidad del positivo; CP-: cociente de probabilidad del negativo; AUC: área bajo la curva; IC: intervalo de confianza.

En la siguiente figura (Figura 13) se muestran las curvas ROC para cada una de las escalas.

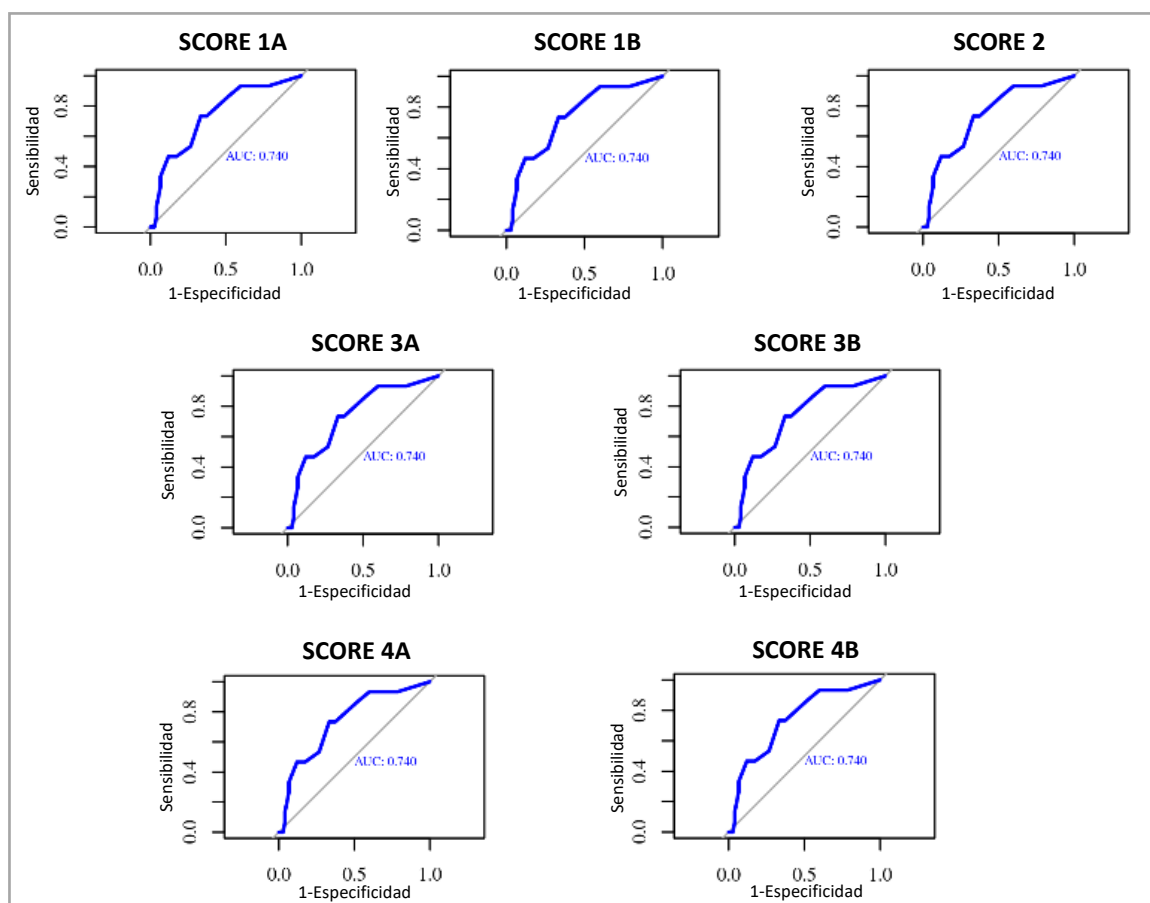


Figura 13: Curvas ROC para los scores 8Z para predecir ingreso en UCIP.

En cuanto a la necesidad de ingreso en UCIP, se demostró también su asociación con los diferentes scores 8Z según puede observarse en la siguiente tabla (Tabla 30).

SCORE 8Z	Punto de corte (puntos)	NO Ingreso		Sí Ingreso		p
		n	% (columna)	n	% (columna)	
1A	< 6	50	66,7	4	26,7	0,009
	> 6	25	33,3	11	73,3	
1B	< 10	65	86,7	7	46,7	0,002
	> 10	10	13,3	8	53,3	
2	< 8	62	82,7	5	33,3	<0,001
	> 8	13	17,3	10	66,7	
3A	< 5	48	64,0	3	20,0	0,004
	> 5	27	36,0	12	80,0	
3B	< 9	61	81,3	6	40,0	0,002
	> 9	14	18,7	9	60,0	
4A	< 8	51	68,0	4	26,7	0,007
	> 8	24	32,0	11	73,3	
4B	< 13	62	82,7	6	40,0	0,001
	> 13	13	17,3	9	60,0	

Tabla 30: Distribución de pacientes según los puntos de corte de los scores 8Z y su relación con la necesidad de ingreso en UCIP.

7.4.1.4 Modelos de regresión logística 8Z

A continuación, se muestran los modelos de regresión logística binaria contruidos, considerando como evento el ingreso hospitalario, la necesidad de oxígeno o el ingreso en UCIP, y como variable independiente el *score* ecográfico a valorar, junto con la edad y la escala del HSJD.

a. Ingreso hospitalario

Como puede observarse en la Tabla 31, el hecho de tener más de 3,47 meses actuaría como factor protector del ingreso en hospital, mientras que un valor superior o igual a 6 en el *score* HSJD incrementaría en casi 11 veces el riesgo o la probabilidad del ingreso hospitalario. Respecto a los *scores* ecográficos, todos resultaron significativos con valores de AUC en torno a 0,9 y poder explicativo (R^2) de casi 50, siendo el 8Z 1A y el 8Z 1B los que mejor resultado obtuvieron (Tabla 31). El hecho de obtener una puntuación >2 en estos *scores* aumentaría 6,5 veces la probabilidad de ingreso hospitalario.

b. Necesidad de oxigenoterapia

A la vista de los OR, según se recoge en la Tabla 32, se aprecia que los niños con edades superiores a 4,07 meses tendrían un menor riesgo de necesitar oxígeno, mientras que aquellos con un valor del *score* HSJD superior a 6, o un valor superior a 4 los *scores* 8Z 1A o 1B presentarían mayor riesgo de oxigenoterapia (aumenta casi 23 y 13 veces respectivamente). Los modelos que utilizaron estos dos *scores* fueron los más apropiados según las pruebas de bondad, aunque al igual que con el ingreso hospitalario todos obtuvieron valores de AUC muy cercanos a 0,9 y R^2 de casi 60 % (Tabla 34).

c. Ingreso en UCIP

La edad mayor de 3,37 meses sería un factor protector para ingresar en UCIP, mientras que un valor superior o igual a 8 en la escala del HSJD incrementaría 95 veces la probabilidad de ingreso. En cuanto a los *scores* ecográficos, a pesar de que en el análisis univariante todos alcanzaron la significación, al ajustar por el resto de variables esta se perdía. Sin embargo, si tuviéramos que escoger uno según las pruebas de bondad practicadas, aunque todos obtuvieron valores similares, el mejor sería el 4A. Tablas 33 y 34.

d. Tablas modelos regresión logística 8Z**1. Tabla 31: Necesidad de ingreso hospitalario**

Ingreso hospitalario		Punto de corte	No (%)	Sí (%)	OR univariante	OR multivariante
Variables del Modelo 8Z 1A	Edad meses	<3,47	1 (2,3)	43 (97,7)	-	-
		>3,47	12 (26,1)	34 (73,9)	0,07 (0,00-0,36) p=0,011	0,05 (0,00-0,35) p=0,010
	Score HSJD	<6	11 (25,0)	33 (75,0)	-	-
		>6	2 (4,3)	44 (95,7)	7,33 (1,81-49,50) p=0,013	10,43 (2,11-82,13) p=0,009
	Score 1A	<2	9 (37,5)	15 (62,5)	-	-
		>2	4 (6,1)	62 (93,9)	9,30 (2,66-38,31) p=0,001	6,50 (1,51-33,42) p=0,015
Variables del Modelo 8Z 1B	Edad meses	<3,47	1 (2,3)	43 (97,7)	-	-
		>3,47	12 (26,1)	34 (73,9)	0,07 (0,00-0,36) p=0,011	0,05 (0,00-0,35) p=0,010
	Score HSJD	<6	11 (25,0)	33 (75,0)	-	-
		>6	2 (4,3)	44 (95,7)	7,33 (1,81-49,50) p=0,013	10,43 (2,11-82,13) p=0,009
	Score 1B	<2	9 (37,5)	15 (62,5)	-	-
		>2	4 (6,1)	62 (93,9)	9,30 (2,66-38,31) p=0,001	6,50 (1,51-33,42) p=0,015
Variables del Modelo 8Z 2	Edad meses	<3,47	1 (2,3)	43 (97,7)	-	-
		>3,47	12 (26,1)	34 (73,9)	0,07 (0,00-0,36) p=0,011	0,05 (0,00-0,33) p=0,008
	Score HSJD	<6	11 (25,0)	33 (75,0)	-	-
		>6	2 (4,3)	44 (95,7)	7,33 (1,81-49,50) p=0,013	11,65 (2,43-90,42) p=0,006
	Score 2	<2	8 (33,3)	16 (66,7)	-	-
		>2	5 (7,6)	61 (92,4)	6,10 (1,80-22,69) p=0,004	4,65 (1,10-22,59) p=0,042
Variables del Modelo 8Z 3A	Edad meses	<3,47	1 (2,3)	43 (97,7)	-	-
		>3,47	12 (26,1)	34 (73,9)	0,07 (0,00-0,36) p=0,011	0,05 (0,00-0,36) p=0,011
	Score HSJD	<6	11 (25,0)	33 (75,0)	-	-
		>6	2 (4,3)	44 (95,7)	7,33 (1,81-49,50) p=0,013	11,26 (2,29-88,87) p=0,007
	Score 3A	<2	9 (36,0)	16 (64,0)	-	-
		>2	4 (6,2)	61 (93,8)	8,58 (2,47-35,14) p=0,001	6,17 (1,44-31,88) p=0,019
Variables del Modelo 8Z 3B	Edad meses	<3,47	1 (2,3)	43 (97,7)	-	-
		>3,47	12 (26,1)	34 (73,9)	0,07 (0,00-0,36) p=0,011	0,05 (0,00-0,36) p=0,011
	Score HSJD	<6	11 (25,0)	33 (75,0)	-	-
		>6	2 (4,3)	44 (95,7)	7,33 (1,81-49,50) p=0,013	11,26 (2,29-88,87) p=0,007
	Score 3B	<2	9 (36,0)	16 (64,0)	-	-
		>2	4 (6,2)	61 (93,8)	8,58 (2,47-35,14) p=0,001	6,17 (1,44-31,88) p=0,019
Variables del Modelo 8Z 4A	Edad meses	<3,47	1 (2,3)	43 (97,7)	-	-
		>3,47	12 (26,1)	34 (73,9)	0,07 (0,00-0,36) p=0,011	0,05 (0,00-0,32) p=0,008
	Score HSJD	<6	11 (25,0)	33 (75,0)	-	-
		>6	2 (4,3)	44 (95,7)	7,33 (1,81-49,50) p=0,013	12,71 (2,60-101,04) p=0,005
	Score 4A	<3	9 (31,0)	20 (69,0)	-	-
		>3	4 (6,6)	57 (93,4)	6,41 (1,87-25,86) p=0,005	5,47 (1,28-28,60) p=0,029
Variables del Modelo 8Z 4B	Edad meses	<3,47	1 (2,3)	43 (97,7)	-	-
		>3,47	12 (26,1)	34 (73,9)	0,07 (0,00-0,36) p=0,011	0,05 (0,00-0,35) p=0,010
	Score HSJD	<6	11 (25,0)	33 (75,0)	-	-
		>6	2 (4,3)	44 (95,7)	7,33 (1,81-49,50) p=0,013	12,11 (2,47-96,10) p=0,006
	Score 4B	<3	9 (33,3)	18 (66,7)	-	-
		>3	4 (6,9)	59 (93,7)	7,37 (2,14-29,95) p=0,002	5,89 (1,37-30,63) p=0,022

Tabla 31: Modelos de regresión logística para predecir ingreso hospitalario en función de la edad, score clínico del HSJD y scores ecográficos 8Z, OR: odds ratio.

2. Tabla 32: Necesidad de oxigenoterapia

Necesidad de oxígeno		Punto de corte	No (%)	Sí (%)	OR univariante	OR multivariante
Variables del Modelo 8Z 1A	Edad meses	<4,07	20 (42,6)	27 (57,4)	-	-
		>4,07	27 (62,8)	16 (37,2)	0,44 (0,19-1,01) p=0,057	0,22 (0,06-0,73) p=0,019
	Score HSJD	<6	35 (79,5)	9 (20,5)	-	-
		>6	12 (26,1)	34 (73,9)	11,02 (4,28-31,04) p<0,001	22,94 (6,54-106,95) p<0,001
	Score 1A	<4	30 (78,9)	8 (21,1)	-	-
		>4	17 (32,7)	35 (67,3)	7,72 (3,04-21,51) p<0,001	12,62 (3,69-54,85) p<0,001
Variables del Modelo 8Z 1B	Edad meses	<4,07	20 (42,6)	27 (57,4)	-	-
		>4,07	27 (62,8)	16 (37,2)	0,44 (0,19-1,01) p=0,057	0,22 (0,06-0,73) p=0,019
	Score HSJD	<6	35 (79,5)	9 (20,5)	-	-
		>6	12 (26,1)	34 (73,9)	11,02 (4,28-31,04) p<0,001	22,94 (6,54-106,95) p<0,001
	Score 1B	<4	30 (78,9)	8 (21,1)	-	-
		>4	17 (32,7)	35 (67,3)	7,72 (3,04-21,51) p<0,001	12,62 (3,69-54,85) p<0,001
Variables del Modelo 8Z 2	Edad meses	<4,07	20 (42,6)	27 (57,4)	-	-
		>4,07	27 (62,8)	16 (37,2)	0,44 (0,19-1,01) p=0,057	0,24 (0,07-0,76) p=0,021
	Score HSJD	<6	35 (79,5)	9 (20,5)	-	-
		>6	12 (26,1)	34 (73,9)	11,02 (4,28-31,04) p<0,001	18,33 (5,71-74,00) p<0,001
	Score 2	<5	33 (71,7)	13 (28,3)	-	-
		>5	14 (31,8)	30 (68,2)	5,44 (2,26-13,8) p<0,001	6,90 (2,28-24,39) p=0,001
Variables del Modelo 8Z 3A	Edad meses	<4,07	20 (42,6)	27 (57,4)	-	-
		>4,07	27 (62,8)	16 (37,2)	0,44 (0,19-1,01) p=0,057	0,24 (0,06-0,77) p=0,022
	Score HSJD	<6	35 (79,5)	9 (20,5)	-	-
		>6	12 (26,1)	34 (73,9)	11,02 (4,28-31,04) p<0,001	17,93 (5,47-74,02) p<0,001
	Score 3A	<4	30 (78,9)	8 (21,1)	-	-
		>4	17 (32,7)	35 (67,3)	7,72 (3,04-21,51) p<0,001	9,53 (2,98-36,45) p<0,001
Variables del Modelo 8Z 3B	Edad meses	<4,07	20 (42,6)	27 (57,4)	-	-
		>4,07	27 (62,8)	16 (37,2)	0,44 (0,19-1,01) p=0,057	0,24 (0,06-0,77) p=0,022
	Score HSJD	<6	35 (79,5)	9 (20,5)	-	-
		>6	12 (26,1)	34 (73,9)	11,02 (4,28-31,04) p<0,001	17,93 (5,47-74,02) p<0,001
	Score 3B	<4	30 (78,9)	8 (21,1)	-	-
		>4	17 (32,7)	35 (67,3)	7,72 (3,04-21,51) p<0,001	9,53 (2,98-36,45) p<0,001
Variables del Modelo 8Z 4A	Edad meses	<4,07	20 (42,6)	27 (57,4)	-	-
		>4,07	27 (62,8)	16 (37,2)	0,44 (0,19-1,01) p=0,057	0,23 (0,06-0,73) p=0,018
	Score HSJD	<6	35 (79,5)	9 (20,5)	-	-
		>6	12 (26,1)	34 (73,9)	11,02 (4,28-31,04) p<0,001	15,77 (5,01-60,80) p<0,001
	Score 4A	<6	31 (75,6)	10 (24,4)	-	-
		>6	16 (32,7)	33 (67,3)	6,39 (2,60-16,86) p<0,001	6,88 (2,28-23,61) p=0,001
Variables del Modelo 8Z 4B	Edad meses	<4,07	20 (42,6)	27 (57,4)	-	-
		>4,07	27 (62,8)	16 (37,2)	0,44 (0,19-1,01) p=0,057	0,21 (0,06-0,68) p=0,014
	Score HSJD	<6	35 (79,5)	9 (20,5)	-	-
		>6	12 (26,1)	34 (73,9)	11,02 (4,28-31,04) p<0,001	18,32 (5,55-76,14), p<0,001
	Score 4B	<6	31 (77,5)	9 (22,5)	-	-
		>6	16 (32,0)	34 (68,0)	7,32 (2,93-19,82) p<0,001	9,75 (3,06-37,07) p<0,001

Tabla 32: Modelos de regresión logística para predecir necesidad de oxigenoterapia en función de la edad, score clínico del HSJD y scores ecográficos 8Z. OR: odds ratio.

3. Tabla 33: Necesidad de ingreso en UCIP

Necesidad de ingreso en UCIP		Punto de corte	No (%)	Sí (%)	OR univariante	OR multivariante
Variables del Modelo 8Z 1A	Edad meses	<3,37	30 (69,8)	13 (30,2)	-	-
		>3,37	45 (95,7)	2 (4,3)	0,10 (0,02-0,41) p=0,004	0,03 (0,00-0,22) p=0,005
	Score HSJD	<8	68 (95,8)	3 (4,2)	-	-
		>8	7 (36,8)	12 (63,2)	38,86 (9,83-205,02) p<0,001	95,39(13,31-2093,22) p<0,001
	Score 1A	<6	50 (92,6)	4 (7,4)	-	-
		>6	25 (69,4)	11 (30,6)	5,50 (1,69-21,47) p=0,007	3,22 (0,52-26,57) p=0,221
Variables del Modelo 8Z 1B	Edad meses	<3,37	30 (69,8)	13 (30,2)	-	-
		>3,37	45 (95,7)	2 (4,3)	0,10 (0,02-0,41) p=0,004	0,04 (0,00-0,32) p=0,010
	Score HSJD	<8	68 (95,8)	3 (4,2)	-	-
		>8	7 (36,8)	12 (63,2)	38,86 (9,83-205,02) p<0,001	90,94(12,96-1954,91) p<0,001
	Score 1B	<10	65 (90,3)	7 (9,7)	-	-
		>10	10 (55,6)	8 (44,4)	7,43 (2,23-25,98) p=0,001	2,41 (0,27-17,54) p=0,386
Variables del Modelo 8Z 2	Edad meses	<3,37	30 (69,8)	13 (30,2)	-	-
		>3,37	45 (95,7)	2 (4,3)	0,10 (0,02-0,41) p=0,004	0,05 (0,00-0,44) p=0,020
	Score HSJD	<8	68 (95,8)	3 (4,2)	-	-
		>8	7 (36,8)	12 (63,2)	38,86 (9,83-205,02) p<0,001	94,27 (13,07-2102,21) p<0,001
	Score 2	<8	62 (92,5)	5 (7,5)	-	-
		>8	13 (56,5)	10 (43,5)	9,54 (2,91-35,26) p<0,001	4,77 (0,69-40,73) p=0,114
Variables del Modelo 8Z 3A	Edad meses	<3,37	30 (69,8)	13 (30,2)	-	-
		>3,37	45 (95,7)	2 (4,3)	0,10 (0,02-0,41) p=0,004	0,03 (0,00-0,22) p=0,005
	Score HSJD	<8	68 (95,8)	3 (4,2)	-	-
		>8	7 (36,8)	12 (63,2)	38,86 (9,83-205,02) p<0,001	87,05 (12,08-1892,01) p<0,001
	Score 3A	<5	48 (94,1)	3 (5,9)	-	-
		>5	27 (69,2)	12 (30,8)	7,11 (2,05-33,26) p=0,004	2,86 (0,42-25,54) p=0,293
Variables del Modelo 8Z 3B	Edad meses	<3,37	30 (69,8)	13 (30,2)	-	-
		>3,37	45 (95,7)	2 (4,3)	0,10 (0,02-0,41) p=0,004	0,03 (0,00-0,28) p=0,008
	Score HSJD	<8	68 (95,8)	3 (4,2)	-	-
		>8	7 (36,8)	12 (63,2)	38,86 (9,83-205,02) p<0,001	97,11 (13,30-2185,05) p<0,001
	Score 3B	<9	61 (91,0)	6 (9,0)	-	-
		>9	14 (60,9)	9 (39,1)	6,54 (2,04-22,53) p=0,002	1,54 (0,18-9,76) p=0,654
Variables del Modelo 8Z 4A	Edad meses	<3,37	30 (69,8)	13 (30,2)	-	-
		>3,37	45 (95,7)	2 (4,3)	0,10 (0,02-0,41) p=0,004	0,03 (0,00-0,22) p=0,005
	Score HSJD	<8	68 (95,8)	3 (4,2)	-	-
		>8	7 (36,8)	12 (63,2)	38,86 (9,83-205,02) p<0,001	94,99 (13,22-2086,29) p<0,001
	Score 4A	<8	51 (92,7)	4 (7,3)	-	-
		>8	24 (68,6)	11 (31,4)	5,84 (1,80-22,86) p=0,005	3,23 (0,52-26,56) p=0,220
Variables del Modelo 8Z 4B	Edad meses	<3,37	30 (69,8)	13 (30,2)	-	-
		>3,37	45 (95,7)	2 (4,3)	0,10 (0,02-0,41) p=0,004	0,03 (0,00-0,29) p=0,009
	Score HSJD	<8	68 (95,8)	3 (4,2)	-	-
		>8	7 (36,8)	12 (63,2)	38,86 (9,83-205,02) p<0,001	92,50 (12,58-2083,75) p<0,001
	Score 4B	<13	63 (91,3)	6 (8,7)	-	-
		>13	12 (57,1)	9 (42,9)	7,87 (2,42-27,69) p=0,001	1,72 (0,20-10,99) p=0,578

Tabla 33: Modelos de regresión logística para predecir ingreso en UCIP en función de la edad, *score* clínico del HSJD y *scores* ecográficos 8Z. HSJD: hospital San Juan de Dios; OR: odds ratio; UCIP: unidad de cuidados intensivos pediátricos.

4. Tabla 34: Pruebas de bondad de ajuste para los modelos de regresión logística 8Z

Modelo	Ingreso hospitalario			Oxigenoterapia			Ingreso en UCIP		
	R ² (%)	AUC	AIC	R ² (%)	AUC	AIC	R ² (%)	AUC	AIC
8Z 1A	49,45	0,906	53,02	58,88	0,899	80,2	68,3	0,95	42,28
8Z 1B	49,45	0,906	53,02	58,88	0,899	80,2	67,34	0,938	43,14
8Z 2	46,54	0,899	55,03	53,59	0,877	86,36	69,37	0,953	41,31
8Z 3A	48,97	0,904	53,34	56,52	0,891	83	67,83	0,947	42,7
8Z 3B	48,97	0,904	53,35	56,52	0,891	83	66,76	0,935	43,65
8Z 4A	47,87	0,899	54,12	53,6	0,881	86,35	68,31	0,95	42,27
8Z 4B	48,52	0,902	53,67	56,93	0,89	82,52	66,87	0,936	43,55

Tabla 34: Pruebas de bondad de ajuste para los distintos modelos 8Z para las variables ingreso hospitalario, necesidad de oxígeno e ingreso en UCIP. R²: R² de Nagelkerke; AIC: Criterio de información de Akaike; AUC: área bajo la curva. Aparece sombreado el mejor modelo según las diferentes pruebas aplicadas.

e. Ejemplo de aplicación de modelo de regresión logística

Supongamos que tenemos los coeficientes del modelo que usa el *score* 8Z 1A para el ingreso hospitalario:

	Estimate	Std. Error	Wald Z	Pr(> Z)
Intercept	2,0634	1,0950	1,884	0,05951
Edad meses ≥3,47	-2,9624	1,1372	-2,605	0,00919
Score HSJD ≥6	2,3715	0,9014	2,631	0,00851
Score 8Z 1A > 2	1,7709	0,7775	2,278	0,02274

Tabla 35: Coeficientes del modelo de regresión logística 8Z 1A. HSJD: hospital San Juan de Dios

En nuestro caso, la variable a predecir o variable dependiente, sería el Ingreso hospitalario, y en base a los coeficientes del modelo multivariante obtenido, tendríamos la siguiente fórmula:

$$P(\text{IngresoHosp}) = \frac{\exp(2,06 - 2,96 * \text{edad} > 3,47 + 2,37 * \text{scoreHSJD} > 6 + 1,77 * \text{score1A} > 2)}{1 + \exp(2,06 - 2,96 * \text{edad} > 3,47 + 2,37 * \text{scoreHSJD} > 6 + 1,77 * \text{score1A} > 2)}$$

Sin más que dar valores a las variables de la ecuación obtendríamos la estimación de la probabilidad con nuestro modelo. Nótese que las variables “Edad >3,47”, “score HSJD >6” y “score1A>2” son variables binarias 1/0.

Ejemplo 1: probabilidad de que precise ingreso hospitalario un lactante de 5 meses y con un *score* clínico del HSJD de 7 puntos y *score* ecográfico 8Z 1A de 3 puntos:

$$P(\text{IngresoHosp}) = \frac{\exp(2,06 - 2,96 * 1 + 2,37 * 1 + 1,77 * 1)}{1 + \exp(2,06 - 2,96 * 1 + 2,37 * 1 + 1,77 * 1)} = 0,9624$$

Ejemplo 2: probabilidad de ingreso hospitalario de lactante de 2 meses, con puntuación en la escala del HSJD de 7 puntos y en el *score* ecográfico 8Z 1A de 3:

$$P(\text{IngresoHosp}) = \frac{\exp(2,06 - 2,96 * 0 + 2,37 * 1 + 1,77 * 1)}{1 + \exp(2,06 - 2,96 * 0 + 2,37 * 1 + 1,77 * 1)} = 0,9980$$

De esta forma podría usarse cualquiera de los modelos obtenidos con el fin de estimar la probabilidad.

7.4.1.5 Modelos lineales 8Z

Se construyeron modelos lineales para predecir la duración de la estancia hospitalaria, de los días de oxigenoterapia y de la estancia en UCIP.

Al igual que con los modelos de regresión logística, se emplearon como predictoras la edad, la escala del HSJD, y los *scores* ecográficos a valorar (Tablas 36 a 38). Las medidas de bondad del ajuste se muestran en la Tabla 39.

a. Tiempo de estancia hospitalaria

En el caso de la estancia hospitalaria las variables clínicas y todos los *scores* ecográficos resultaron en la ecuación final con un *p* valor significativo, sin embargo, el modelo más adecuado fue el 8Z 4B (Tabla 36), según el cual, con más de 3 puntos en la escala ecográfica la estancia hospitalaria se incrementaría en 2 días, con un poder explicativo (R^2 ajustado) de casi 48%. El hecho de obtener más de 6 puntos en la escala del HSJD incrementaría en 3 los días de ingreso. Los resultados pueden observarse en las Tablas 36 y 39.

b. Tiempo de oxigenoterapia

Respecto al tiempo de oxigenoterapia todos los *scores* obtuvieron también *p* valor significativo en la ecuación final de los distintos modelos, siendo el modelo elegido el 8Z 2, con un R^2 ajustado del 40% (Tabla 37), aumentando en casi 2 días el tiempo de conexión a

oxígeno con puntuaciones superiores a 5 en la escala ecográfica homónima. Por el contrario, el hecho de tener más de 4 meses de edad disminuiría en 1 los días de precisarlo (Tabla 39).

c. Tiempo de estancia en UCIP

En el caso de la UCIP, se elegirían los modelos 8Z 1A y 4A a pesar de la falta de significación estadística de todos los *scores*. Ver Tablas 38 y 39.

d. Tablas modelos lineales 8Z

1. Tabla 36: Tiempo de estancia hospitalaria

Tiempo estancia hospitalaria		Punto de corte	Media (DS)	Coefficiente univariante	Coefficiente multivariante
Variables del Modelo 8Z 1A	Edad meses	<3,47	4,5 (2,9)	-	-
		>3,47	2,9 (3,0)	-1,56 (-2,84 a -0,27) p=0,019	-1,46 (-2,48 a -0,44) p=0,005
	Score HSJD	<6	2,0 (1,9)	-	-
		>6	5,4 (3,2)	3,31 (2,19 a 4,43) p<0,001	3,20 (2,20 a 4,20) p<0,001
	Score 1A	<2	1,6 (2,0)	-	-
		>2	4,5 (3,0)	2,92 (1,59 a 4,26) p<0,001	2,01 (0,87 a 3,14) p=0,001
Variables del Modelo 8Z 1B	Edad meses	<3,47	4,5 (2,9)	-	-
		>3,47	2,9 (3,0)	-1,56 (-2,84 a -0,27) p=0,019	-1,46 (-2,48 a -0,44) p=0,005
	Score HSJD	<6	2,0 (1,9)	-	-
		>6	5,4 (3,2)	3,31 (2,19 a 4,43) p<0,001	3,20 (2,20 a 4,20) p<0,001
	Score 1B	<2	1,6 (2,0)	-	-
		>2	4,5 (3,0)	2,92 (1,59 a 4,26) p<0,001	2,01 (0,87 a 3,14) p=0,001
Variables del Modelo 8Z 2	Edad meses	<3,47	4,5 (2,9)	-	-
		>3,47	2,9 (3,0)	-1,56 (-2,84 a -0,27) p=0,019	-1,45 (-2,45 a -0,44) p=0,005
	Score HSJD	<6	2,0 (1,9)	-	-
		>6	5,4 (3,2)	3,31 (2,19 a 4,43) p<0,001	3,28 (2,30 a 4,26) p<0,001
	Score 2	<2	1,6 (2,0)	-	-
		>2	4,5 (3,0)	2,87 (1,53 a 4,21) p<0,001	2,13 (1,01 a 3,24) p<0,001
Variables del Modelo 8Z 3A	Edad meses	<3,47	4,5 (2,9)	-	-
		>3,47	2,9 (3,0)	-1,56 (-2,84 a -0,27) p=0,019	-1,38 (-2,39 a -0,37) p=0,008
	Score HSJD	<6	2,0 (1,9)	-	-
		>6	5,4 (3,2)	3,31 (2,19 a 4,43) p<0,001	3,22 (2,24 a 4,20) p<0,001
	Score 3A	<2	1,6 (1,9)	-	-
		>2	4,6 (3,0)	3,01 (1,70 a 4,31) p<0,001	2,18 (1,08 a 3,29) p<0,001
Variables del Modelo 8Z 3B	Edad meses	<3,47	4,5 (2,9)	-	-
		>3,47	2,9 (3,0)	-1,56 (-2,84 a -0,27) p=0,019	-1,38 (-2,39 a -0,37) p=0,008
	Score HSJD	<6	2,0 (1,9)	-	-
		>6	5,4 (3,2)	3,31 (2,19 a 4,43) p<0,001	3,22 (2,24 a 4,20) p<0,001
	Score 3B	<2	1,6 (1,9)	-	-
		>2	4,6 (3,0)	3,01 (1,70 a 4,31) p<0,001	2,18 (1,08 a 3,29) p<0,001
Variables del Modelo 8Z 4A	Edad meses	<3,47	4,5 (2,9)	-	-
		>3,47	2,9 (3,0)	-1,56 (-2,84 a -0,27) p=0,019	-1,48 (-2,51 a -0,46) p=0,005
	Score HSJD	<6	2,0 (1,9)	-	-
		>6	5,4 (3,2)	3,31 (2,19 a 4,43) p<0,001	3,35 (2,36 a 4,35) p<0,001
	Score 4A	<3	2,1 (2,3)	-	-
		>3	4,5 (3,1)	2,45 (1,15 a 3,75) p<0,001	1,83 (0,75 a 2,90) p=0,001
Variables del Modelo 8Z 4B	Edad meses	<3,47	4,5 (2,9)	-	-
		>3,47	2,9 (3,0)	-1,56 (-2,84 a -0,27) p=0,019	-1,40 (-2,40 a -0,40) p=0,007
	Score HSJD	<6	2,0 (1,9)	-	-
		>6	5,4 (3,2)	3,31 (2,19 a 4,43) p<0,001	3,32 (2,35 a 4,29) p<0,001
	Score 4B	<3	1,8 (2,0)	-	-
		>3	4,6 (3,1)	2,79 (1,50 a 4,08) p<0,001	2,17 (1,10 a 3,24) p<0,001

Tabla 36: Modelos lineales para predicción de estancia hospitalaria. HSJD: hospital San Juan de Dios; DS: desviación estándar

2. Tabla 37: Tiempo de oxigenoterapia

Tiempo de oxigenoterapia		Punto de corte	Media (DS)	Coefficiente univariante	Coefficiente multivariante
Variables del Modelo 8Z 1A	Edad meses	<4,07	2,3 (2,8)	-	-
		>4,07	1,3 (2,4)	-1,03 (-2,14 a 0,09) p=0,071	-0,99 (-1,88 a -0,11) p=0,028
	Score HSJD	<6	0,5 (1,1)	-	-
		>6	3,2 (3,1)	2,71 (1,73 a 3,69) p<0,001	2,49 (1,61 a 3,38) p<0,001
	Score 1A	<4	0,5 (1,2)	-	-
		>4	2,8 (3,0)	2,27 (1,23 a 3,32) p<0,001	1,79 (0,89 a 2,69) p<0,001
Variables del Modelo 8Z 1B	Edad meses	<4,07	2,3 (2,8)	-	-
		>4,07	1,3 (2,4)	-1,03 (-2,14 a 0,09) p=0,071	-0,99 (-1,88 a -0,11) p=0,028
	Score HSJD	<6	0,5 (1,1)	-	-
		>6	3,2 (3,1)	2,71 (1,73 a 3,69) p<0,001	2,49 (1,61 a 3,38) p<0,001
	Score 1B	<4	0,5 (1,2)	-	-
		>4	2,8 (3,0)	2,27 (1,23 a 3,32) p<0,001	1,79 (0,89 a 2,69) p<0,001
Variables del Modelo 8Z 2	Edad meses	<4,07	2,3 (2,8)	-	-
		>4,07	1,3 (2,4)	-1,03 (-2,14 a 0,09) p=0,071	-1,02 (-1,90 a -0,14) p=0,023
	Score HSJD	<6	0,5 (1,1)	-	-
		>6	3,2 (3,1)	2,71 (1,73 a 3,69) p<0,001	2,46 (1,57 a 3,35) p<0,001
	Score 2	<5	0,7 (1,4)	-	-
		>5	3,0 (3,1)	2,29 (1,27 a 3,32) p<0,001	1,79 (0,90 a 2,68) p<0,001
Variables del Modelo 8Z 3A	Edad meses	<4,07	2,3 (2,8)	-	-
		>4,07	1,3 (2,4)	-1,03 (-2,14 a 0,09) p=0,071	-1,00 (-1,90 a -0,11) p=0,029
	Score HSJD	<6	0,5 (1,1)	-	-
		>6	3,2 (3,1)	2,71 (1,73 a 3,69) p<0,001	2,43 (1,53 a 3,34) p<0,001
	Score 3A	<4	0,5 (1,2)	-	-
		>4	2,8 (3,0)	2,27 (1,23 a 3,32) p<0,001	1,68 (0,76 a 2,60) p<0,001
Variables del Modelo 8Z 3B	Edad meses	<4,07	2,3 (2,8)	-	-
		>4,07	1,3 (2,4)	-1,03 (-2,14 a 0,09) p=0,071	-1,00 (-1,90 a -0,11) p=0,029
	Score HSJD	<6	0,5 (1,1)	-	-
		>6	3,2 (3,1)	2,71 (1,73 a 3,69) p<0,001	2,43 (1,53 a 3,34) p<0,001
	Score 3B	<4	0,5 (1,2)	-	-
		>4	2,8 (3,0)	2,27 (1,23 a 3,32) p<0,001	1,68 (0,76 a 2,60) p<0,001
Variables del Modelo 8Z 4A	Edad meses	<4,07	2,3 (2,8)	-	-
		>4,07	1,3 (2,4)	-1,03 (-2,14 a 0,09) p=0,071	-1,03 (-1,92 a -0,14) p=0,024
	Score HSJD	<6	0,5 (1,1)	-	-
		>6	3,2 (3,1)	2,71 (1,73 a 3,69) p<0,001	2,39 (1,48 a 3,29) p<0,001
	Score 4A	<6	0,5 (1,2)	-	-
		>6	2,9 (3,1)	2,35 (1,32 a 3,37) p<0,001	1,74 (0,83 a 2,65) p<0,001
Variables del Modelo 8Z 4B	Edad meses	<4,07	2,3 (2,8)	-	-
		>4,07	1,3 (2,4)	-1,03 (-2,14 a 0,09) p=0,071	-1,07 (-1,95 a -0,19) p=0,018
	Score HSJD	<6	0,5 (1,1)	-	-
		>6	3,2 (3,1)	2,71 (1,73 a 3,69) p<0,001	2,42 (1,52 a 3,32) p<0,001
	Score 4B	<6	0,5 (1,2)	-	-
		>6	2,8 (3,0)	2,32 (1,29 a 3,35) p<0,001	1,78 (0,88 a 2,68) p<0,001

Tabla 37: Modelos lineales para predicción de la duración de oxigenoterapia. HSJD: hospital San Juan de Dios; DS: desviación estándar.

3. Tabla 38: Tiempo de estancia en UCIP

Tiempo de estancia en UCIP		Punto de corte	Media (DS)	Coefficiente univariante	Coefficiente multivariante
Variables del Modelo 8Z 1A	Edad meses	<3,37	4,3 (1,4)	-	-
		>3,37	4,5 (0,7)	0,23 (-2,09 a 2,55) p=0,833	-0,33 (-2,51 a 1,84) p=0,737
	Score HSJD	<8	2,5 (0,7)	-	-
		>8	4,6 (1,1)	2,14 (0,29 a 3,98) p=0,027	2,33 (0,16 a 4,51) p=0,038
	Score 1A	<6	4,3 (1,5)	-	-
		>6	4,3 (1,3)	-0,03 (-2,02 a 1,96) p=0,971	0,50 (-1,39 a 2,39) p=0,563
Variables del Modelo 8Z 1B	Edad meses	<3,37	4,3 (1,4)	-	-
		>3,37	4,5 (0,7)	0,23 (-2,09 a 2,55) p=0,833	-0,16 (-2,27 a 1,96) p=0,872
	Score HSJD	<8	2,5 (0,7)	-	-
		>8	4,6 (1,1)	2,14 (0,29 a 3,98) p=0,027	2,16 (0,04 a 4,27) p=0,047
	Score 1B	<10	4,2 (1,2)	-	-
		>10	4,4 (1,5)	0,26 (-1,41 a 1,94) p=0,737	0,21 (-1,30 a 1,71) p=0,763
Variables del Modelo 8Z 2	Edad meses	<3,37	4,3 (1,4)	-	-
		>3,37	4,5 (0,7)	0,23 (-2,09 a 2,55) p=0,833	-0,13 (-2,27 a 2,00) p=0,891
	Score HSJD	<8	2,5 (0,7)	-	-
		>8	4,6 (1,1)	2,14 (0,29 a 3,98) p=0,027	2,23 (0,04 a 4,43) p=0,047
	Score 2	<8	4,5 (1,3)	-	-
		>8	4,2 (1,4)	-0,28 (-2,09 a 1,53) p=0,742	0,20 (-1,51 a 1,91) p=0,798
Variables del Modelo 8Z 3A	Edad meses	<3,37	4,3 (1,4)	-	-
		>3,37	4,5 (0,7)	0,23 (-2,09 a 2,55) p=0,833	-0,21 (-2,39 a 1,96) p=0,829
	Score HSJD	<8	2,5 (0,7)	-	-
		>8	4,6 (1,1)	2,14 (0,29 a 3,98) p=0,027	2,21 (0,04 a 4,39) p=0,047
	Score 3A	<5	4,5 (2,1)	-	-
		>5	4,3 (1,3)	-0,23 (-2,55 a 2,09) p=0,833	0,21 (-1,96 a 2,39) p=0,829
Variables del Modelo 8Z 3B	Edad meses	<3,37	4,3 (1,4)	-	-
		>3,37	4,5 (0,7)	0,23 (-2,09 a 2,55) p=0,833	-0,17 (-2,31 a 1,97) p=0,864
	Score HSJD	<8	2,5 (0,7)	-	-
		>8	4,6 (1,1)	2,14 (0,29 a 3,98) p=0,027	2,17 (0,03 a 4,31) p=0,048
	Score 3B	<9	4,2 (1,3)	-	-
		>9	4,4 (1,4)	0,17 (-1,55 a 1,90) p=0,827	0,00 (-1,57 a 1,57) p=1,000
Variables del Modelo 8Z 4A	Edad meses	<3,37	4,3 (1,4)	-	-
		>3,37	4,5 (0,7)	0,23 (-2,09 a 2,55) p=0,833	-0,33 (-2,51 a 1,84) p=0,737
	Score HSJD	<8	2,5 (0,7)	-	-
		>8	4,6 (1,1)	2,14 (0,29 a 3,98) p=0,027	2,33 (0,16 a 4,51) p=0,038
	Score 4A	<8	4,3 (1,5)	-	-
		>8	4,3 (1,3)	-0,03 (-2,02 a 1,96) p=0,971	0,50 (-1,39 a 2,39) p=0,563
Variables del Modelo 8Z 4B	Edad meses	<3,37	4,3 (1,4)	-	-
		>3,37	4,5 (0,7)	0,23 (-2,09 a 2,55) p=0,833	-0,17 (-2,31 a 1,97) p=0,864
	Score HSJD	<8	2,5 (0,7)	-	-
		>8	4,6 (1,1)	2,14 (0,29 a 3,98) p=0,027	2,17 (0,03 a 4,31) p=0,048
	Score 4B	<13	4,2 (1,3)	-	-
		>13	4,4 (1,4)	0,17 (-1,55 a 1,90) p=0,827	0,00 (-1,57 a 1,57) p=1,000

Tabla 38: modelos lineales para predicción de estancia en UCIP. HSJD: hospital San Juan de Dios; DS: desviación estándar; UCIP: unidad de cuidados intensivos pediátricos.

4. Tabla 39: Pruebas de bondad de ajuste para los modelos de regresión lineal 8Z

Modelo	Tiempo de estancia hospitalaria		Duración de Oxigenoterapia		Tiempo de estancia en UCIP	
	R ² _{adj} (%)	AIC	R ² _{adj} (%)	AIC	R ² _{adj} (%)	AIC
8Z 1A	45,39	386,25	40,06	378,19	19,75	46,38
8Z 1B	45,39	386,25	40,06	378,19	17,42	46,75
8Z 2	46,60	384,34	40,28	377,86	17,18	46,79
8Z 3A	47,14	383,49	38,60	380,28	17,00	46,82
8Z 3B	47,14	383,49	38,60	380,28	16,54	46,89
8Z 4A	44,90	387,01	39,40	379,13	19,75	46,38
8Z 4B	47,63	382,68	40,01	378,25	16,54	46,89

Tabla 39: Pruebas de bondad de ajuste para los distintos modelos 8Z para las variables tiempo de estancia hospitalaria, tiempo de conexión a oxígeno y tiempo de estancia en UCIP. R²_{adj}: R² ajustado; AIC: criterio de información de Akaike. Aparece sombreado el mejor modelo según las diferentes pruebas aplicadas.

7.4.2 OPCIÓN 6Z (6 zonas pulmonares)

7.4.2.1 Descriptiva

Las puntuaciones obtenidas al aplicar los sistemas de puntuación ecográficos en los pacientes de la muestra se resumen en la Tabla 40.

Score	Media	DT
6Z 1A	2,47	2,62
6Z 1B	2,92	2,96
6Z 2	2,81	2,85
6Z 3A	2,54	2,68
6Z 3B	2,79	2,90
6Z 4A	3,57	3,88
6Z 4B	4,02	4,26

Tabla 40: Puntuaciones obtenidas en las distintas escalas ecográficas. DT: desviación típica. Los *scores* 1A y 1B se calculan a partir de la suma de los patrones ecográficos visualizados, el *score* 2 teniendo en cuenta la extensión de los patrones ecográficos considerados como patológicos y los *scores* 3A, 3B, 4A y 4B tienen en cuenta tanto los patrones visualizados como la extensión de los mismos.

7.4.2.2 Relación de los scores con las variables resultado

Con el fin de determinar si la puntuación en los *scores* ecográficos difería según la necesidad o no de ingreso hospitalario, oxigenoterapia e ingreso en UCIP se realizaron diversos contrastes que se detallan a continuación. Los resultados se resumen en la Tabla 41 y las Figuras 14 a 16.

a. Ingreso hospitalario

En la Tabla 41 aparecen de forma resumida los principales valores estudiados para cada una de las escalas ecográficas pudiendo observarse cómo las puntuaciones de los pacientes que ingresaron fueron significativamente más altas respecto a los que no. Los gráficos de puntos se pueden visualizar en la Figura 14.

b. Necesidad de oxigenoterapia

Los pacientes que precisaron oxígeno obtuvieron mayor puntuación en cada una de las escalas ecográficas según se refleja en la Tabla 41 y los gráficos de puntos (Figura 15).

c. Ingreso en UCIP

En cuanto al ingreso en esta unidad, los pacientes que recibieron cuidados críticos también adquirieron puntuaciones significativamente superiores con respecto a los que no (Tabla 41 y Figura 16).

d. Tablas y figuras

1. Tabla 41: puntuaciones obtenidas y su relación con las variables principales.

SCORE 6Z		INGRESO HOSPITALARIO			OXIGENOTERAPIA			INGRESO EN UCIP		
		n	Mediana (p25-p75)	p	n	Media (DT)	p	n	Media (DT)	p
1A	No	13	0 (0-1)	0,002	47	1,55 (1,99)	0,001	75	2,16 (2,59)	0,009
	Sí	77	2 (1-4)		43	3,51 (3,00)		15	4,13 (2,67)	
1B	No	13	0 (0-1)	0,004	47	1,96 (2,53)	0,001	75	2,52 (2,84)	0,004
	Sí	77	2 (1-5)		43	3,98 (3,17)		15	4,93 (3,15)	
2	No	13	0 (0-1)	0,004	47	2,09 (2,80)	0,011	75	2,49 (2,76)	0,017
	Sí	77	2 (1-5)		43	3,60 (2,72)		15	4,40 (2,85)	
3A	No	13	0 (0-1)	0,003	47	1,68 (2,16)	0,001	75	2,24 (2,57)	0,001
	Sí	77	2 (1-4)		43	3,49 (2,90)		15	4,07 (2,79)	
3B	No	13	0 (0-1)	0,004	47	1,96 (2,60)	0,004	75	2,47 (2,82)	0,018
	Sí	77	2 (1-4)		43	3,70 (2,97)		15	4,40 (2,87)	
4A	No	13	0 (0-1)	0,002	47	2,38 (3,29)	0,002	75	3,13 (3,83)	0,011
	Sí	77	3 (1-6)		43	4,95 (4,31)		15	6,00 (4,14)	
4B	No	13	0 (0-1)	0,004	47	2,79 (3,84)	0,004	75	3,49 (4,11)	0,007
	Sí	77	3 (1-6)		43	5,42 (4,52)		15	6,80 (4,63)	

Tabla 41: Distribución de las puntuaciones obtenidas con las diferentes escalas ecográficas 6Z en función de si los pacientes precisaban o no ingreso hospitalario, oxigenoterapia o ingreso en UCIP. p25: percentil 25; p75: percentil 75; DT: desviación típica; UCIP: unidad de cuidados intensivos pediátricos.

2. Figuras 14 a 16: Gráficos de puntos

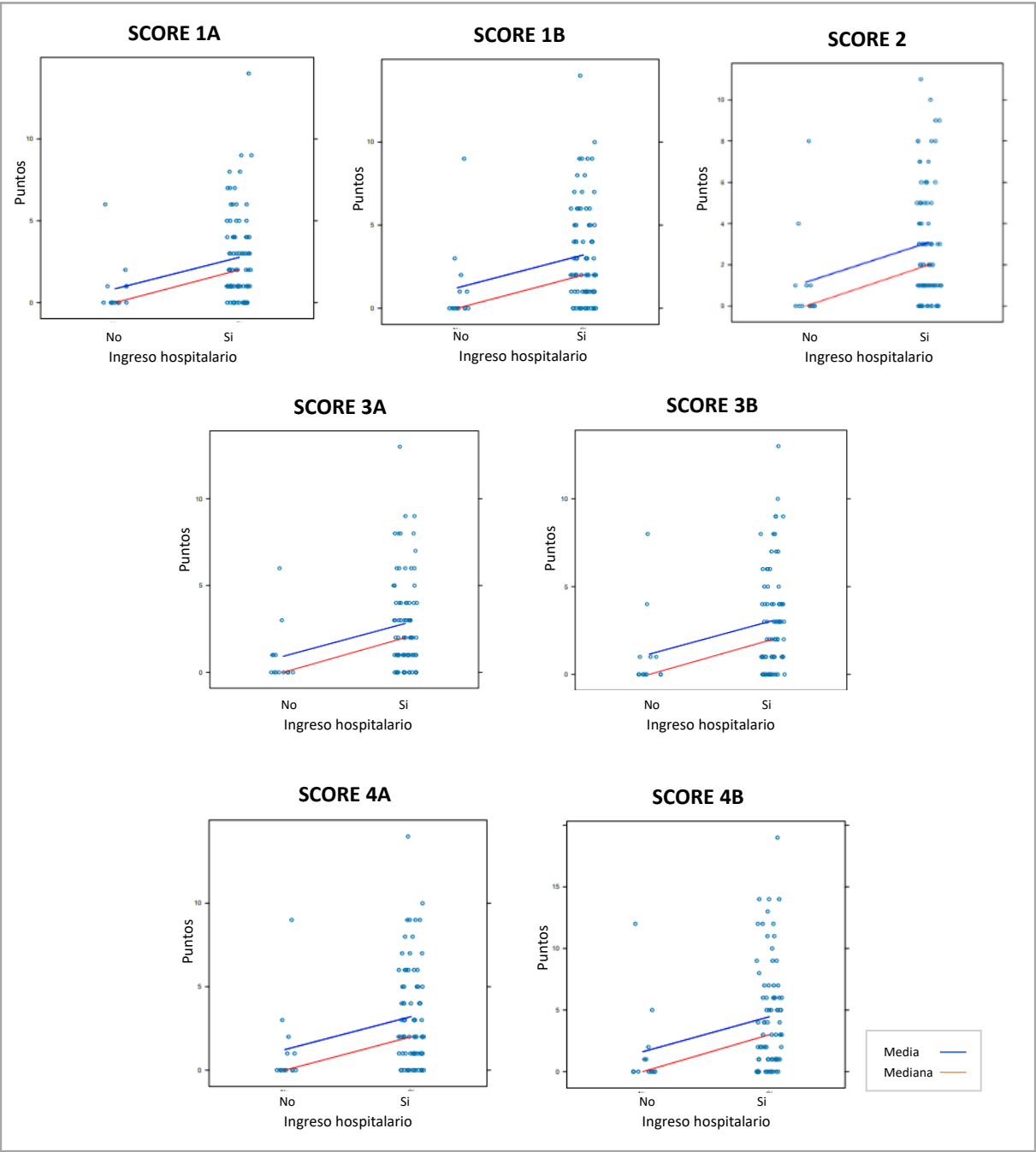


Figura 14: Gráficos de puntos de las puntuaciones obtenidas en los scores 6Z en los pacientes que precisaron ingreso hospitalario y los que no.

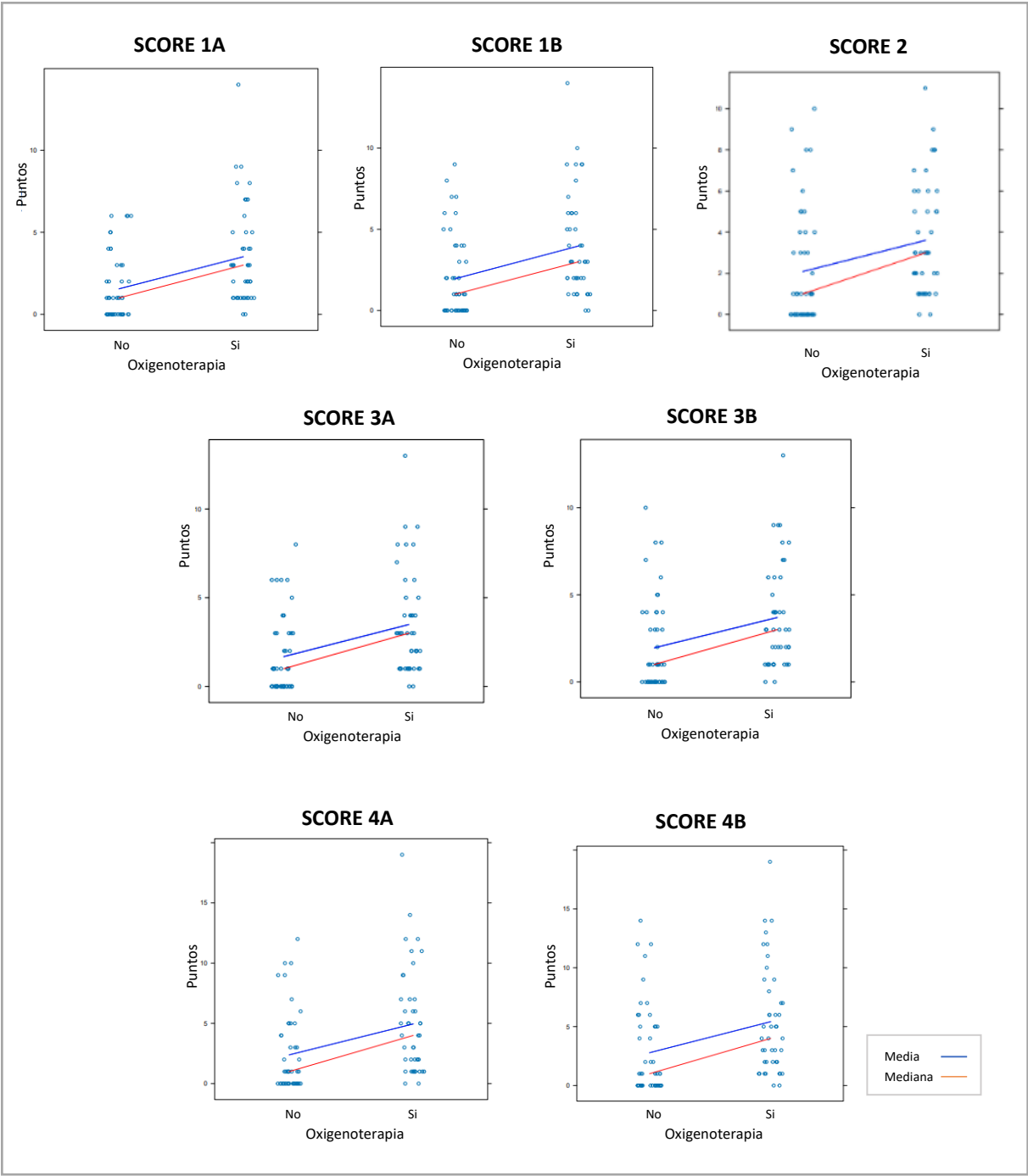


Figura 15: Gráficos de puntos de las puntuaciones obtenidas en los scores 6Z en los pacientes que precisaron oxigenoterapia y los que no.

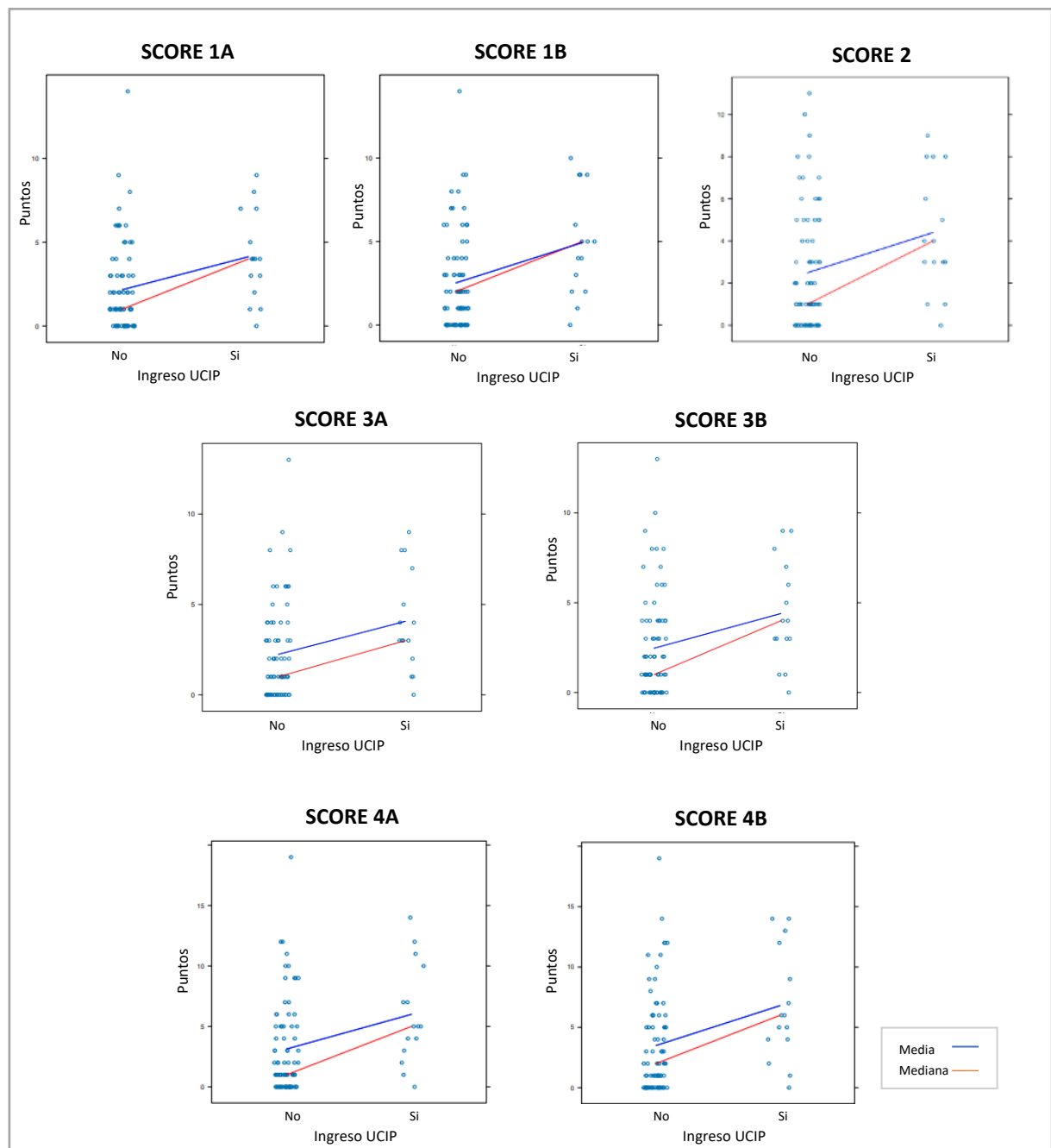


Figura 16: Gráficos de puntos de las puntuaciones obtenidas en los scores 6Z en los pacientes que precisaron ingreso en UCIP y los que no.

7.4.2.3 Puntos de corte y curvas ROC

Al estudiar la relación entre los diferentes scores y las diferentes variables resultado se obtuvieron los siguientes hallazgos (Tablas 42 a 47).

a. Ingreso hospitalario

Los resultados obtenidos fueron estadísticamente significativos en todos los casos, la sensibilidad y la especificidad de las escalas se situaron en torno al 60 o al 80%, siendo el *score* 6Z 4A el que mejor AUC obtuvo (0,764). Todos consiguieron AUC por encima de 0,745 superando al de la escala HSJD. Los datos completos pueden observarse en la Tabla 42:

	Dirección	Punto de corte	Se (%)	Sp (%)	VPP (%)	VPN (%)	CP +	CP -	AUC (IC)	p valor
Edad meses	<	3,47	55,84	92,31	97,73	26,09	7,26	0,14	0,730 (0,619-0,841)	0,008
Score HSJD	>	6	57,14	84,62	95,65	25	3,72	0,27	0,709 (0,598-0,821)	0,015
Score 6Z 1A	>	1	80,52	61,54	92,54	34,78	2,09	0,48	0,761 (0,624-0,898)	0,002
Score 6Z 1B	>	1	80,52	61,54	92,54	34,78	2,09	0,48	0,746 (0,595-0,897)	0,004
Score 6Z 2	>	2	59,74	84,62	95,83	26,19	3,88	0,26	0,748 (0,597-0,900)	0,004
Score 6Z 3A	>	2	58,44	84,62	95,74	25,58	3,80	0,26	0,756 (0,614-0,898)	0,003
Score 6Z 3B	>	2	59,74	84,62	95,83	26,19	3,88	0,26	0,750 (0,601-0,898)	0,004
Score 6Z 4A	>	2	62,34	84,62	96	27,5	4,05	0,25	0,764 (0,625-0,902)	0,002
Score 6Z 4B	>	1	80,52	61,54	92,54	34,78	2,09	0,48	0,750 (0,601-0,898)	0,004

Tabla 42: Capacidad predictiva en relación al ingreso hospitalario para la edad, *score* clínico HSJD y los distintos *scores* ecográficos 6Z. Se: sensibilidad; Sp: especificidad; VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo; CP+: cociente de probabilidad del positivo; CP-: cociente de probabilidad del negativo; AUC: área bajo la curva; IC: intervalo de confianza.

En la siguiente figura (Figura 17) se muestran las curvas ROC para cada uno de los *scores*:

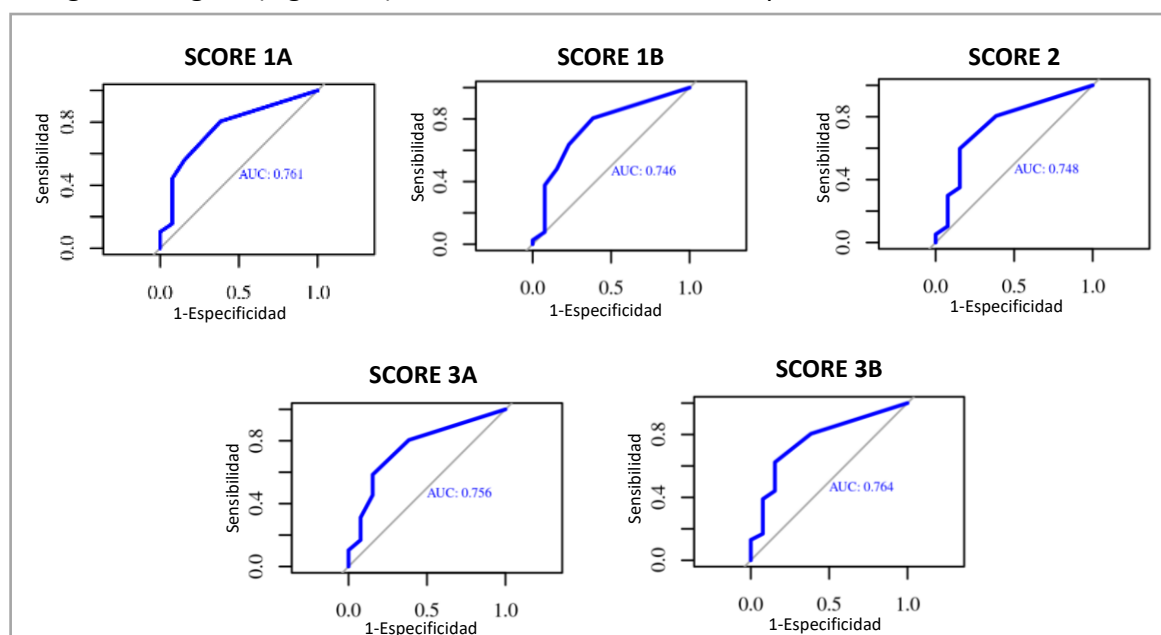


Figura 17: Curvas ROC para los *scores* 6Z para predecir ingreso hospitalario.

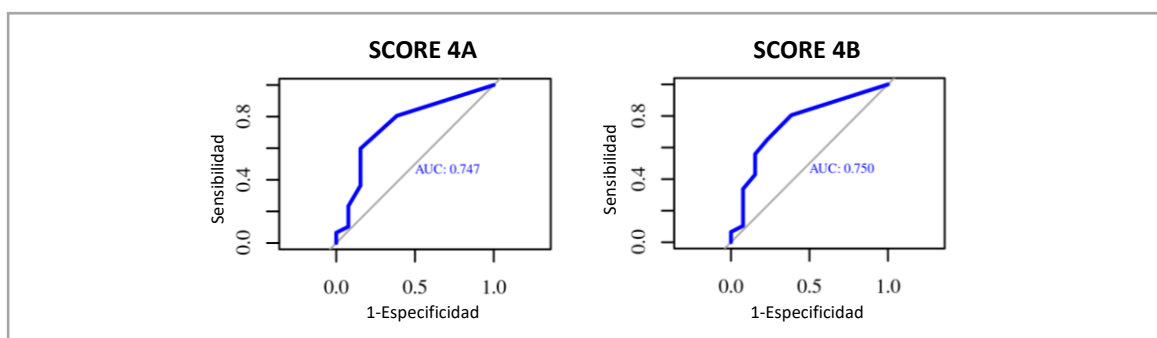


Figura 17 (continuación): curvas ROC para los scores 6Z para predecir ingreso hospitalario.

Se aplicaron los test de Fisher o Chi cuadrado de Pearson obteniéndose asociación entre las diferentes escalas ecográficas 6Z y la necesidad de ingreso hospitalario.

SCORE 6Z	Punto de corte (puntos)	NO Ingreso		Sí Ingreso		p
		n	% (columna)	n	% (columna)	
1A	< 1	8	61,5	15	19,5	0,003
	> 1	5	38,5	62	80,5	
1B	< 1	8	61,5	15	19,5	0,008
	> 1	5	38,5	62	80,5	
2	< 2	11	84,6	31	40,3	0,008
	> 2	2	15,4	46	59,7	
3A	< 2	11	84,6	32	41,6	0,01
	> 2	2	15,4	45	58,4	
3B	< 2	11	84,6	31	40,3	0,008
	> 2	2	15,4	46	59,7	
4A	< 2	11	84,6	29	37,7	0,004
	> 2	2	15,4	48	62,3	
4B	< 1	8	61,5	15	19,5	0,003
	> 1	5	38,5	62	80,5	

Tabla 43: Distribución de pacientes según los puntos de corte de los scores 6Z y su relación con la necesidad de ingreso hospitalario.

b. Necesidad de oxigenoterapia

En cuanto a la oxigenoterapia, los resultados también fueron estadísticamente significativos para todas las escalas ecográficas 6Z, con AUC en torno a 0,720 y en el caso del score 6Z 1A de 0,74. En este caso la escala clínica del HSJD obtuvo un resultado superior al de cualquier valoración ecográfica (AUC 0,81). La sensibilidad de algunos scores llegó al 95% aunque a expensas de menor especificidad, situándose esta en el 45%. Los datos se reflejan en la siguiente tabla (Tabla 44):

	Dirección	Punto de corte	Se (%)	Sp (%)	VPP (%)	VPN (%)	CP +	CP -	AUC (IC)	p valor
Edad meses	<	4,07	62,79	57,45	57,45	62,79	1,48	0,68	0,576 (0,455-0,698)	0,214
Score HSJD	>	6	79,07	74,47	73,91	79,54	3,10	0,32	0,810 (0,717-0,902)	<0,001
Score 6Z 1A	>	1	95,35	44,68	61,19	91,3	1,72	0,58	0,738 (0,637-0,839)	<0,001
Score 6Z 1B	>	1	95,35	44,68	61,19	91,3	1,72	0,58	0,726 (0,622-0,830)	<0,001
Score 6Z 2	>	1	95,35	44,68	61,19	91,3	1,72	0,58	0,706 (0,598-0,815)	<0,001
Score 6Z 3A	>	1	95,35	44,68	61,19	91,3	1,72	0,58	0,725 (0,622-0,829)	<0,001
Score 6Z 3B	>	1	95,35	44,68	61,19	91,3	1,72	0,58	0,714 (0,608-0,820)	<0,001
Score 6Z 4A	>	1	95,35	44,68	61,19	91,3	1,72	0,58	0,730 (0,626-0,833)	<0,001
Score 6Z 4B	>	1	95,35	44,68	61,19	91,3	1,72	0,58	0,721 (0,615-0,827)	<0,001

Tabla 44: Capacidad predictiva en relación con la necesidad de oxígeno para la edad, score clínico HSJD y los distintos scores ecográficos 6Z. Se: sensibilidad; Sp: especificidad; VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo; CP+: cociente de probabilidad del positivo; CP-: cociente de probabilidad del negativo; AUC: área bajo la curva; IC: intervalo de confianza.

En la Figura 18 se muestran las curvas ROC para cada uno de los scores aplicados.

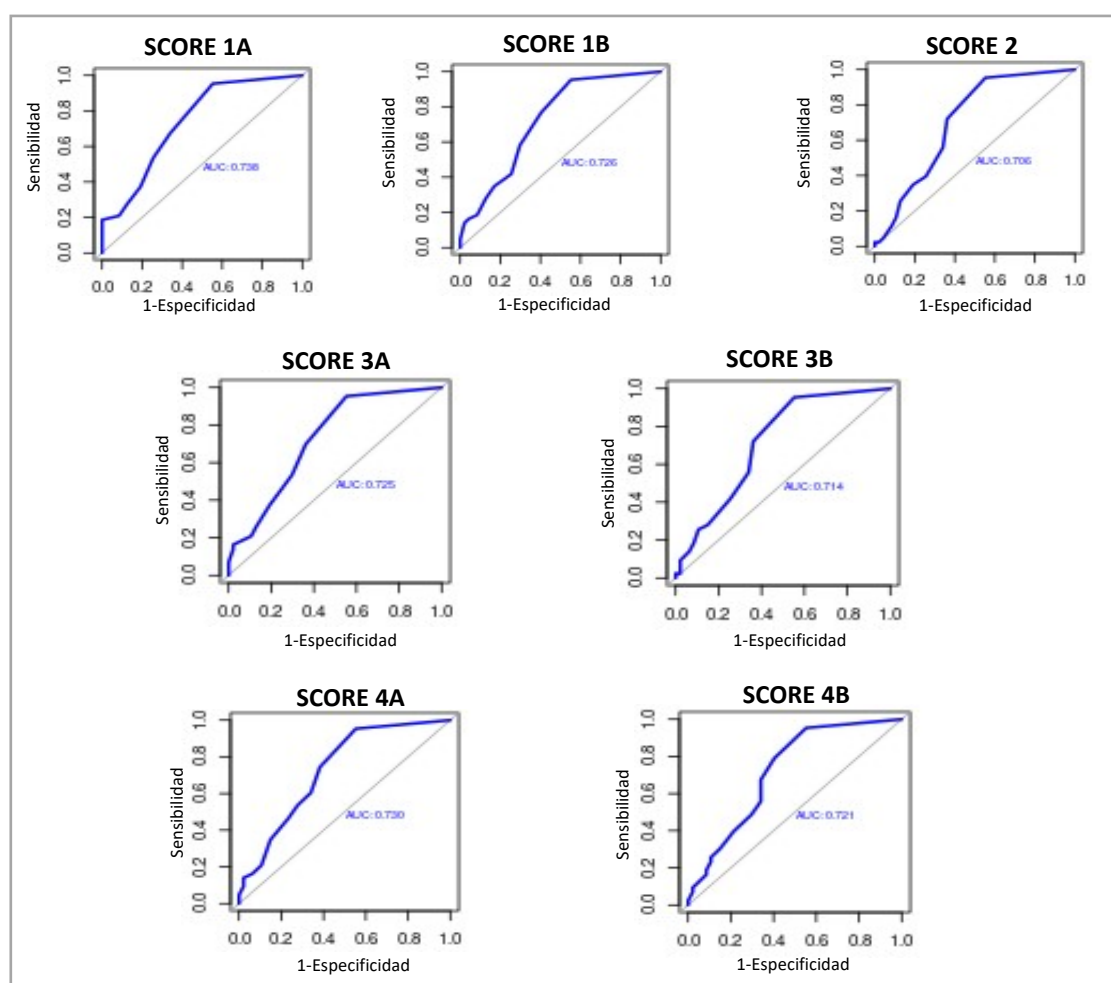


Figura 18: Curvas ROC para los scores 6Z para predecir necesidad de oxigenoterapia.

El test de Chi cuadrado evidenció la existencia de una asociación entre los diferentes *scores* 6Z y la necesidad de oxigenoterapia, según puede verse en la siguiente tabla (Tabla 45).

SCORE 6Z	Punto de corte (puntos)	NO oxígeno		Sí oxígeno		p
		n	% (columna)	n	% (columna)	
1A	< 1	21	44,7	2	4,7	<0,001
	> 1	26	55,3	41	95,4	
1B	< 1	21	44,7	2	4,7	<0,001
	> 1	26	55,3	41	95,4	
2	< 1	21	44,7	2	4,7	<0,001
	> 1	26	55,3	41	95,4	
3A	< 1	21	44,7	2	4,7	<0,001
	> 1	26	55,3	41	95,4	
3B	< 1	21	44,7	2	4,7	<0,001
	> 1	26	55,3	41	95,4	
4A	< 1	21	44,7	2	4,7	<0,001
	> 1	26	55,3	41	95,4	
4B	< 1	21	44,7	2	4,7	<0,001
	> 1	26	55,3	41	95,4	

Tabla 45: Distribución de pacientes según los puntos de corte de los *scores* 6Z y su relación con la necesidad de oxigenoterapia.

c. Ingreso en UCIP

En el caso de ingreso en UCIP todos los *scores* de forma aislada obtuvieron capacidad predictiva significativa con valores de AUC alrededor de 0,72 y muy inferiores a los obtenidos por la escala del HSJD (0,849). Los *scores* ecográficos con mejor AUC fueron el 6Z 1B y el 6Z 3A como puede observarse en la siguiente tabla (Tabla 46):

	Dirección	Punto de corte	Se (%)	Sp (%)	VPP (%)	VPN (%)	CP +	CP -	AUC (IC)	p valor
Edad meses	<	3,37	84,62	58,44	25,58	95,74	2,04	0,49	0,722 (0,56-0,885)	0,011
Score HSJD	>	8	84,62	89,61	57,89	97,18	8,14	0,12	0,849 (0,68-1)	<0,001
Score 6Z 1A	>	3	75	66,67	26,47	94,34	2,25	0,44	0,731 (0,608-0,853)	0,009
Score 6Z 1B	>	4	66,67	72	27,59	93,1	2,38	0,42	0,733 (0,610-0,856)	0,009
Score 6Z 2	>	3	84,62	62,34	25,5	96	2,25	0,45	0,724 (0,605-0,844)	0,009
Score 6Z 3A	>	3	76,92	64,93	27,03	94,34	2,19	0,46	0,733 (0,612-0,853)	0,007
Score 6Z 3B	>	3	84,61	62,34	27,5	96	2,25	0,45	0,728 (0,609-0,848)	0,008
Score 6Z 4A	>	3	83,33	58,67	24,39	95,65	2,02	0,50	0,719 (0,601-0,838)	0,014
Score 6Z 4B	>	4	83,33	61,33	25,64	95,83	2,15	0,46	0,720 (0,597-0,843)	0,014

Tabla 46: Capacidad predictiva en relación con el ingreso en UCIP para la edad, *score* clínico HSJD y los distintos *scores* ecográficos 6Z. Se: sensibilidad; Sp: especificidad; VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo; CP+: cociente de probabilidad del positivo; CP-: cociente de probabilidad del negativo; AUC: área bajo la curva; IC: intervalo de confianza.

En la siguiente figura (Figura 19) se muestran las curvas ROC para cada uno de los scores:

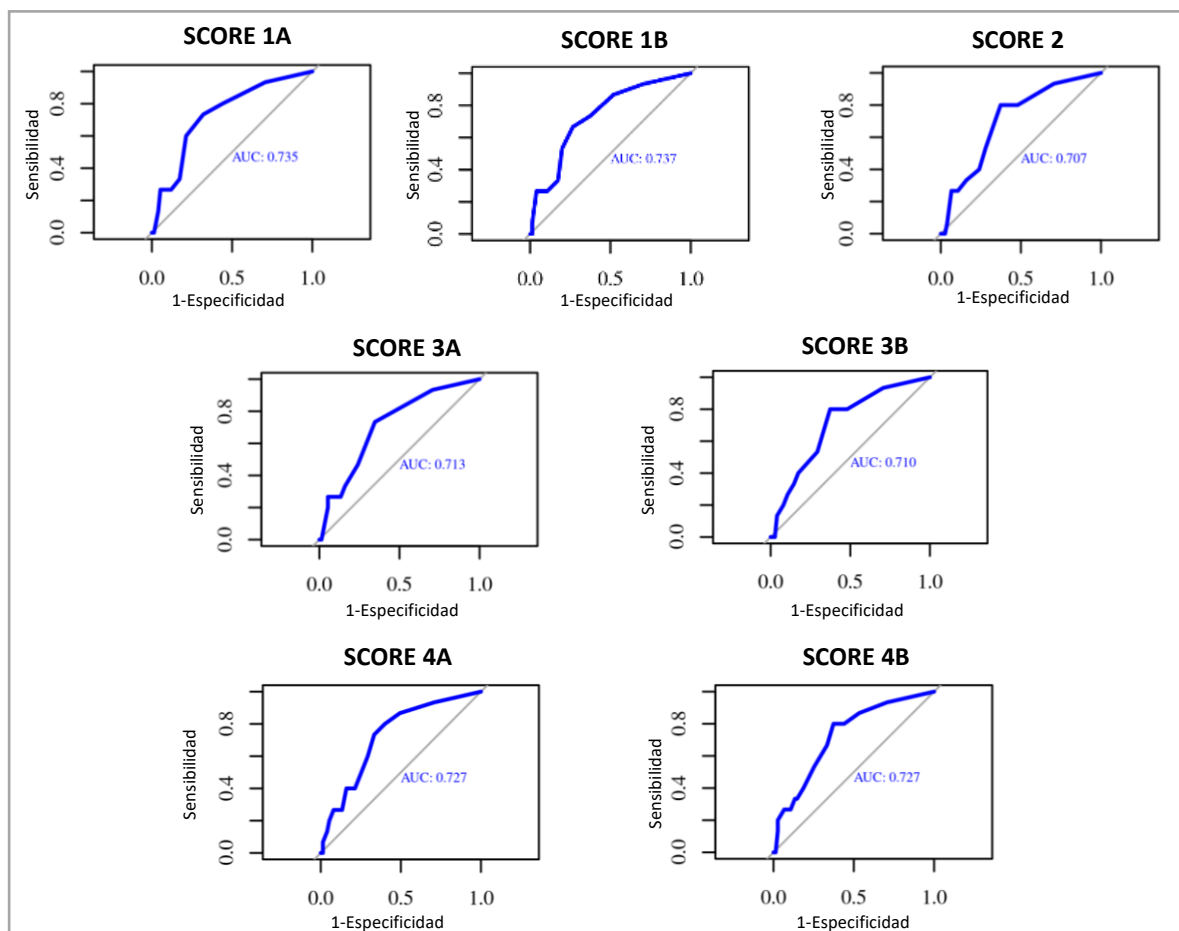


Figura 19: Curvas ROC para los scores 6Z para predecir ingreso en UCIP

Tras aplicar el test correspondiente (de Fisher o Chi cuadrado de Pearson) se observó asociación entre los diferentes scores 6Z y la necesidad de ingreso en UCIP (Tabla 47).

SCORE 6Z	Punto de corte (puntos)	NO Ingreso		Sí Ingreso		p
		n	% (columna)	n	% (columna)	
1A	< 3	51	68,0	4	26,7	0,007
	> 3	24	32,0	11	73,3	
1B	< 4	55	73,3	5	33,3	0,005
	> 4	20	26,7	10	66,7	
2	< 3	47	62,7	3	20,0	0,006
	> 3	28	37,3	12	80,0	
3A	< 3	49	65,3	4	26,7	0,013
	> 3	26	34,7	11	73,3	
3B	< 3	47	62,7	3	20,0	0,006
	> 3	28	37,3	12	80,0	
4A	< 3	45	60,0	3	20,0	0,011
	> 3	30	40,0	12	80,0	
4B	< 4	63	84,0	6	40,0	0,001
	> 4	12	16,0	9	60,0	

Tabla 47: Distribución de pacientes según los puntos de corte de los scores 6Z y su relación con la necesidad de ingreso en UCIP.

7.4.2.4 Modelos de regresión logística 6Z

Al igual que con la opción 8Z, se construyeron modelos de regresión logística binaria para las 3 variables principales (necesidad de ingreso hospitalario/en UCIP y necesidad de oxígeno), y como variable independiente la escala ecográfica a valorar, junto con las variables clínicas (escala de gravedad del HSJD y edad). Como medidas de bondad del ajuste se emplearon también el R² de Nagelkerke, el AUC y el valor AIC.

Los resultados pueden observarse en las Tablas 48 a 51.

a. Ingreso hospitalario

Los *scores* ecográficos 6Z 2, 3A, 3B y 4A alcanzaron significación estadística en los modelos propuestos, el más adecuado según las pruebas de bondad practicadas fue el que empleó el modelo 6Z 4A, obteniendo una capacidad predictiva elevada con un AUC de 0,889 (aunque el resto de modelos obtuvieron también cifras de AUC muy cercanas a 0,9). Según este modelo, el hecho de tener más de 2 puntos en sus escalas ecográficas correspondientes aumentaría en casi 6 veces el riesgo de ingreso hospitalario, y si la puntuación en la escala clínica del HSJD fuese superior a 6 el riesgo se vería incrementado en más de 10. Los resultados pueden verse en las Tablas 48 y 51.

b. Necesidad de oxigenoterapia

Para esta variable todos los *scores* también obtuvieron significación estadística, y todos fueron igualmente buenos en las pruebas de bondad aplicadas. La capacidad explicativa de los modelos alcanzaría casi el 56% y el AUC se situaría muy próximo a 0,9 (Tabla 51). El hecho de obtener más de 1 punto en cualquiera de las escalas ecográficas o de 6 en la escala clínica del HSJD implicaría que la probabilidad de precisar oxígeno se multiplicase por 17 (ver Tabla 49).

c. Ingreso en UCIP

En el caso de ingreso en la UCIP, todos los *scores* fueron significativos en el análisis univariante, pero dejaban de serlo al ajustarlo por el resto de variables. No obstante, los mejores modelos según las pruebas de bondad serían el 6Z 1B y 6Z 2. (Tablas 50 y 51).

d. Tablas modelos regresión logística 6Z**1. Tabla 48: Necesidad de ingreso hospitalario**

Ingreso hospitalario		Punto de corte	No (%)	Sí (%)	OR univariante	OR multivariante
Variables del Modelo 6Z 1A	Edad meses	<3,47	1 (2,3)	43 (97,7)	-	-
		>3,47	12 (26,1)	34 (73,9)	0,07 (0,00-0,36) p=0,011	0,05 (0,00-0,34) p=0,010
	Score HSJD	<6	11 (25,0)	33 (75,0)	-	-
		>6	2 (4,3)	44 (95,7)	7,33 (1,81-49,50) p=0,013	9,35 (1,98-69,46) p=0,010
	Score 1A	<1	8 (34,8)	15 (65,2)	-	-
		>1	5 (7,5)	62 (92,5)	6,61 (1,94-24,75) p=0,003	3,90 (0,93-17,73) p=0,065
Variables del Modelo 6Z 1B	Edad meses	<3,47	1 (2,3)	43 (97,7)	-	-
		>3,47	12 (26,1)	34 (73,9)	0,07 (0,00-0,36) p=0,011	0,05 (0,00-0,34) p=0,010
	Score HSJD	<6	11 (25,0)	33 (75,0)	-	-
		>6	2 (4,3)	44 (95,7)	7,33 (1,81-49,50) p=0,013	9,35 (1,98-69,46) p=0,010
	Score 1B	<1	8 (34,8)	15 (65,2)	-	-
		>1	5 (7,5)	62 (92,5)	6,61 (1,94-24,75) p=0,003	3,90 (0,93-17,73) p=0,065
Variables del Modelo 6Z 2	Edad meses	<3,47	1 (2,3)	43 (97,7)	-	-
		>3,47	12 (26,1)	34 (73,9)	0,07 (0,00-0,36) p=0,011	0,06 (0,00-0,36) p=0,010
	Score HSJD	<6	11 (25,0)	33 (75,0)	-	-
		>6	2 (4,3)	44 (95,7)	7,33 (1,81-49,50) p=0,013	11,48 (2,42-87,14) p=0,006
	Score 2	<2	11 (26,2)	31 (73,8)	-	-
		>2	2 (4,2)	46 (95,8)	8,16 (2,02-55,14) p=0,009	5,71 (1,16-43,79) p=0,050
Variables del Modelo 6Z 3A	Edad meses	<3,47	1 (2,3)	43 (97,7)	-	-
		>3,47	12 (26,1)	34 (73,9)	0,07 (0,00-0,36) p=0,011	0,06 (0,00-0,35) p=0,010
	Score HSJD	<6	11 (25,0)	33 (75,0)	-	-
		>6	2 (4,3)	44 (95,7)	7,33 (1,81-49,50) p=0,013	11,53 (2,43-87,43) p=0,005
	Score 3A	<2	11 (25,6)	32 (74,4)	-	-
		>2	2 (4,3)	45 (95,7)	7,73 (1,91-52,23) p=0,011	5,70 (1,15-43,75) p=0,050
Variables del Modelo 6Z 3B	Edad meses	<3,47	1 (2,3)	43 (97,7)	-	-
		>3,47	12 (26,1)	34 (73,9)	0,07 (0,00-0,36) p=0,011	0,06 (0,00-0,36) p=0,010
	Score HSJD	<6	11 (25,0)	33 (75,0)	-	-
		>6	2 (4,3)	44 (95,7)	7,33 (1,81-49,50) p=0,013	11,48 (2,42-87,14) p=0,006
	Score 3B	<2	11 (26,2)	31 (73,8)	-	-
		>2	2 (4,2)	46 (95,8)	8,16 (2,02-55,14) p=0,009	5,71 (1,16-43,79) p=0,050
Variables del Modelo 6Z 4A	Edad meses	<3,47	1 (2,3)	43 (97,7)	-	-
		>3,47	12 (26,1)	34 (73,9)	0,07 (0,00-0,36) p=0,011	0,06 (0,00-0,36) p=0,011
	Score HSJD	<6	11 (25,0)	33 (75,0)	-	-
		>6	2 (4,3)	44 (95,7)	7,33 (1,81-49,50) p=0,013	10,85 (2,27-82,31) p=0,007
	Score 4A	<2	11 (27,5)	29 (72,5)	-	-
		>2	2 (4,0)	48 (96,0)	9,10 (2,24-61,57) p=0,006	5,90 (1,20-45,00) p=0,045
Variables del Modelo 6Z 4B	Edad meses	<3,47	1 (2,3)	43 (97,7)	-	-
		>3,47	12 (26,1)	34 (73,9)	0,07 (0,00-0,36) p=0,011	0,05 (0,00-0,34) p=0,009
	Score HSJD	<6	11 (25,0)	33 (75,0)	-	-
		>6	2 (4,3)	44 (95,7)	7,33 (1,81-49,50) p=0,013	9,35 (1,98-69,46) p=0,010
	Score 4B	<1	8 (34,8)	15 (65,2)	-	-
		>1	5 (7,5)	62 (92,5)	6,61 (1,94-24,75) p=0,003	3,90 (0,93-17,73) p=0,065

Tabla 48: Modelos de regresión logística para predecir ingreso hospitalario en función de la edad, score clínico del HSJD y scores ecográficos 6Z. HSJD: hospital San Juan de Dios; OR: odds ratio.

2. Tabla 49: Necesidad de oxigenoterapia

Necesidad de oxígeno		Punto de corte	No (%)	Sí (%)	OR univariante	OR multivariante
Variables del Modelo 6Z 1A	Edad meses	<4,07	20 (42,6)	27 (57,4)	-	-
		>4,07	27 (62,8)	16 (37,2)	0,44 (0,19-1,01) p=0,057	0,35 (0,09-1,14) p=0,093
	Score HSJD	<6	35 (79,5)	9 (20,5)	-	-
		>6	12 (26,1)	34 (73,9)	11,02 (4,28-31,04) p<0,001	16,98 (5,29-67,49) p<0,001
	Score 1A	<1	21 (91,3)	2 (8,7)	-	-
		>1	26 (38,8)	41 (61,2)	16,56 (4,37-109,05) p<0,001	17,45 (3,67-134,55) p=0,001
Variables del Modelo 6Z 1B	Edad meses	<4,07	20 (42,6)	27 (57,4)	-	-
		>4,07	27 (62,8)	16 (37,2)	0,44 (0,19-1,01) p=0,057	0,35 (0,09-1,14) p=0,093
	Score HSJD	<6	35 (79,5)	9 (20,5)	-	-
		>6	12 (26,1)	34 (73,9)	11,02 (4,28-31,04) p<0,001	16,98 (5,29-67,49) p<0,001
	Score 1B	<1	21 (91,3)	2 (8,7)	-	-
		>1	26 (38,8)	41 (61,2)	16,56 (4,37-109,05) p<0,001	17,45 (3,67-134,55) p=0,001
Variables del Modelo 6Z 2	Edad meses	<4,07	20 (42,6)	27 (57,4)	-	-
		>4,07	27 (62,8)	16 (37,2)	0,44 (0,19-1,01) p=0,057	0,35 (0,09-1,14) p=0,093
	Score HSJD	<6	35 (79,5)	9 (20,5)	-	-
		>6	12 (26,1)	34 (73,9)	11,02 (4,28-31,04) p<0,001	16,98 (5,29-67,49) p<0,001
	Score 2	<1	21 (91,3)	2 (8,7)	-	-
		>1	26 (38,8)	41 (61,2)	16,56 (4,37-109,05) p<0,001	17,45 (3,67-134,55) p=0,001
Variables del Modelo 6Z 3A	Edad meses	<4,07	20 (42,6)	27 (57,4)	-	-
		>4,07	27 (62,8)	16 (37,2)	0,44 (0,19-1,01) p=0,057	0,35 (0,09-1,14) p=0,093
	Score HSJD	<6	35 (79,5)	9 (20,5)	-	-
		>6	12 (26,1)	34 (73,9)	11,02 (4,28-31,04) p<0,001	16,98 (5,29-67,49) p<0,001
	Score 3A	<1	21 (91,3)	2 (8,7)	-	-
		>1	26 (38,8)	41 (61,2)	16,56 (4,37-109,05) p<0,001	17,45 (3,67-134,55) p=0,001
Variables del Modelo 6Z 3B	Edad meses	<4,07	20 (42,6)	27 (57,4)	-	-
		>4,07	27 (62,8)	16 (37,2)	0,44 (0,19-1,01) p=0,057	0,35 (0,09-1,14) p=0,093
	Score HSJD	<6	35 (79,5)	9 (20,5)	-	-
		>6	12 (26,1)	34 (73,9)	11,02 (4,28-31,04) p<0,001	16,98 (5,29-67,49) p<0,001
	Score 3B	<1	21 (91,3)	2 (8,7)	-	-
		>1	26 (38,8)	41 (61,2)	16,56 (4,37-109,05) p<0,001	17,45 (3,67-134,55) p=0,001
Variables del Modelo 6Z 4A	Edad meses	<4,07	20 (42,6)	27 (57,4)	-	-
		>4,07	27 (62,8)	16 (37,2)	0,44 (0,19-1,01) p=0,057	0,35 (0,09-1,14) p=0,093
	Score HSJD	<6	35 (79,5)	9 (20,5)	-	-
		>6	12 (26,1)	34 (73,9)	11,02 (4,28-31,04) p<0,001	16,98 (5,29-67,49) p<0,001
	Score 4A	<1	21 (91,3)	2 (8,7)	-	-
		>1	26 (38,8)	41 (61,2)	16,56 (4,37-109,05) p<0,001	17,45 (3,67-134,55) p=0,001
Variables del Modelo 6Z 4B	Edad meses	<4,07	20 (42,6)	27 (57,4)	-	-
		>4,07	27 (62,8)	16 (37,2)	0,44 (0,19-1,01) p=0,057	0,35 (0,09-1,14) p=0,093
	Score HSJD	<6	35 (79,5)	9 (20,5)	-	-
		>6	12 (26,1)	34 (73,9)	11,02 (4,28-31,04) p<0,001	16,98 (5,29-67,49) p<0,001
	Score 4B	<1	21 (91,3)	2 (8,7)	-	-
		>1	26 (38,8)	41 (61,2)	16,56 (4,37-109,05) p<0,001	17,45 (3,67-134,55) p=0,001

Tabla 49: Modelos de regresión logística para predecir necesidad de oxigenoterapia en función de la edad, score clínico del HSJD y scores ecográficos 6Z. HSJD: hospital San Juan de Dios; OR: odds ratio.

3. Tabla 50: Necesidad de ingreso en UCIP

Ingreso en UCIP		Punto de corte	No (%)	Sí (%)	OR univariante	OR multivariante
Variables del Modelo 6Z 1A	Edad meses	<3,37	30 (69,8)	13 (30,2)	-	-
		>3,37	45 (95,7)	2 (4,3)	0,10 (0,02-0,41) p=0,004	0,03 (0,00-0,26) p=0,007
	Score HSJD	<8	68 (95,8)	3 (4,2)	-	-
		>8	7 (36,8)	12 (63,2)	38,86 (9,83-205,02) p<0,001	106,62 (14,90-2360,59) p<0,001
	Score 1A	<3	51 (92,7)	4 (7,3)	-	-
		>3	24 (68,6)	11 (31,4)	5,84 (1,80-22,86) p=0,005	2,86 (0,47-23,56) p=0,271
Variables del Modelo 6Z 1B	Edad meses	<3,37	30 (69,8)	13 (30,2)	-	-
		>3,37	45 (95,7)	2 (4,3)	0,10 (0,02-0,41) p=0,004	0,04 (0,00-0,32) p=0,010
	Score HSJD	<8	68 (95,8)	3 (4,2)	-	-
		>8	7 (36,8)	12 (63,2)	38,86 (9,83-205,02) p<0,001	100,75 (14,48-2162,11) p<0,001
	Score 1B	<4	55 (91,7)	5 (8,3)	-	-
		>4	20 (66,7)	10 (33,3)	5,50 (1,74-19,55) p=0,005	2,36 (0,36-16,13) p=0,356
Variables del Modelo 6Z 2	Edad meses	<3,37	30 (69,8)	13 (30,2)	-	-
		>3,37	45 (95,7)	2 (4,3)	0,10 (0,02-0,41) p=0,004	0,04 (0,00-0,34) p=0,012
	Score HSJD	<8	68 (95,8)	3 (4,2)	-	-
		>8	7 (36,8)	12 (63,2)	38,86 (9,83-205,02) p<0,001	105,26 (14,73-2338,33) p<0,001
	Score 2	<3	47 (94,0)	3 (6,0)	-	-
		>3	28 (70,0)	12 (30,0)	6,71 (1,94-31,37) p=0,006	3,73 (0,57-34,49) p=0,190
Variables del Modelo 6Z 3A	Edad meses	<3,37	30 (69,8)	13 (30,2)	-	-
		>3,37	45 (95,7)	2 (4,3)	0,10 (0,02-0,41) p=0,004	0,03 (0,00-0,26) p=0,007
	Score HSJD	<8	68 (95,8)	3 (4,2)	-	-
		>8	7 (36,8)	12 (63,2)	38,86 (9,83-205,02) p<0,001	107,41 (15,06-2375,05) p<0,001
	Score 3A	<3	49 (92,5)	4 (7,5)	-	-
		>3	26 (70,3)	11 (29,7)	5,18 (1,60-20,20) p=0,009	2,84 (0,46-23,56) p=0,274
Variables del Modelo 6Z 3B	Edad meses	<3,37	30 (69,8)	13 (30,2)	-	-
		>3,37	45 (95,7)	2 (4,3)	0,10 (0,02-0,41) p=0,004	0,03 (0,00-0,28) p=0,008
	Score HSJD	<8	68 (95,8)	3 (4,2)	-	-
		>8	7 (36,8)	12 (63,2)	38,86 (9,83-205,02) p<0,001	98,22 (13,86-2140,50) p<0,001
	Score 3B	<3	47 (94,0)	3 (6,0)	-	-
		>3	28 (70,0)	12 (30,0)	6,71 (1,94-31,37) p=0,006	3,17 (0,50-27,95) p=0,240
Variables del Modelo 6Z 4A	Edad meses	<3,37	30 (69,8)	13 (30,2)	-	-
		>3,37	45 (95,7)	2 (4,3)	0,10 (0,02-0,41) p=0,004	0,03 (0,00-0,28) p=0,008
	Score HSJD	<8	68 (95,8)	3 (4,2)	-	-
		>8	7 (36,8)	12 (63,2)	38,86 (9,83-205,02) p<0,001	101,08 (14,33-2197,85) p<0,001
	Score 4A	<3	45 (93,8)	3 (6,2)	-	-
		>3	30 (71,4)	12 (28,6)	6,00 (1,73-27,98) p=0,009	2,95 (0,46-26,36) p=0,273
Variables del Modelo 6Z 4B	Edad meses	<3,37	30 (69,8)	13 (30,2)	-	-
		>3,37	45 (95,7)	2 (4,3)	0,10 (0,02-0,41) p=0,004	0,03 (0,00-0,28) p=0,008
	Score HSJD	<8	68 (95,8)	3 (4,2)	-	-
		>8	7 (36,8)	12 (63,2)	38,86 (9,83-205,02) p<0,001	98,22 (13,86-2140,50) p<0,001
	Score 4B	<4	47 (94,0)	3 (6,0)	-	-
		>4	28 (70,0)	12 (30,0)	7,87 (2,42-27,69) p=0,001	3,17 (0,50-27,95) p=0,240

Tabla 50: Modelos de regresión logística para predecir ingreso en UCIP en función de la edad, score clínico del HSJD y scores ecográficos 6Z. HSJD: hospital San Juan de Dios; OR: odds ratio; UCIP: unidad de cuidados intensivos pediátricos.

4. Tabla 51: Pruebas de bondad de ajuste para los modelos de regresión logística 6Z

Modelo	Ingreso hospitalario			Oxigenoterapia			Ingreso en UCIP		
	R ² (%)	AUC	AIC	R ² (%)	AUC	AIC	R ² (%)	AUC	AIC
6Z 1A	45,22	0,898	55,94	55,87	0,885	83,75	67,98	0,94	42,57
6Z 1B	45,22	0,898	55,94	55,87	0,885	83,75	67,5	0,943	42,99
6Z 2	46,92	0,887	54,77	55,87	0,885	83,75	68,63	0,94	41,98
6Z 3A	46,9	0,887	54,78	55,87	0,885	83,75	67,96	0,94	42,58
6Z 3B	46,92	0,887	54,77	55,87	0,885	83,75	68,2	0,941	42,37
6Z 4A	47,25	0,889	54,54	55,87	0,885	83,75	67,99	0,94	42,56
6Z 4B	45,21	0,898	55,94	55,87	0,885	83,75	68,2	0,941	42,37

Tabla 51: Pruebas de bondad de ajuste para los distintos modelos 6Z para las variables ingreso hospitalario, necesidad de oxígeno e ingreso en UCIP. R²: R² de Nagelkerke; AIC: criterio de información de Akaike; AUC: área bajo la curva. Aparece sombreado el mejor modelo según las diferentes pruebas aplicadas.

7.4.2.5 Modelos lineales 6Z

Se construyeron modelos lineales para predecir la duración de las tres variables principales y calculándose también la bondad del ajuste (Tablas 52 a 55).

a. Tiempo de estancia hospitalaria

En el caso de la estancia hospitalaria, todos los *scores* alcanzaron significación estadística dentro de los modelos. Los resultados de las pruebas de bondad señalaron a los modelos 6Z 2, 3A y 3B como los mejores, con una razón explicativa (R²_{adj}) de casi el 48% (Tabla 55). En todos estos modelos el hecho de obtener una puntuación mayor a 2 en la escala ecográfica, implicaría un aumento del tiempo de estancia hospitalaria en 2 días y más de 6 puntos en la escala clínica lo aumentaría en 3. La edad mayor a 3,47 meses supondría un factor protector disminuyendo en 1,5 los días de ingreso (Tabla 52).

b. Tiempo de oxigenoterapia

Para la oxigenoterapia todos los *scores* obtuvieron los mismos valores en las pruebas de bondad y con bajo poder explicativo (R²_{adj} = 31%) (Tabla 55), no logrando ninguno significación estadística, aunque se aproximarían mucho (Tabla 53).

c. Tiempo de estancia en UCIP

Se elegirían a pesar de la falta de significación los modelos 6Z 1A y 6Z 3A. Tablas 54 y 55.

d. Tablas modelos lineales 6Z**1. Tabla 52: Tiempo de estancia hospitalaria**

Tiempo estancia hospitalaria		Punto de corte	Media (DS)	Coefficiente univariante	Coefficiente multivariante
Variables del Modelo 6Z 1A	Edad meses	<3,47	4,5 (2,9)	-	-
		>3,47	2,9 (3,0)	-1,56 (-2,84 a -0,27) p=0,019	-1,54 (-2,57 a -0,51) p=0,004
	Score HSJD	<6	2 (1,9)	-	-
		>6	5,4 (3,2)	3,31 (2,19 a 4,43) p<0,001	3,19 (2,16 a 4,21) p<0,001
	Score 1A	<1	1,6 (1,9)	-	-
		>1	4,5 (3,1)	2,84 (1,48 a 4,21) p<0,001	1,83 (0,66 a 3,00) p=0,003
Variables del Modelo 6Z 1B	Edad meses	<3,47	4,5 (2,9)	-	-
		>3,47	2,9 (3,0)	-1,56 (-2,84 a -0,27) p=0,019	-1,54 (-2,57 a -0,51) p=0,004
	Score HSJD	<6	2 (1,9)	-	-
		>6	5,4 (3,2)	3,31 (2,19 a 4,43) p<0,001	3,19 (2,16 a 4,21) p<0,001
	Score 1B	<1	1,6 (1,9)	-	-
		>1	4,5 (3,1)	2,84 (1,48 a 4,21) p<0,001	1,83 (0,66 a 3,00) p=0,003
Variables del Modelo 6Z 2	Edad meses	<3,47	4,5 (2,9)	-	-
		>3,47	2,9 (3,0)	-1,56 (-2,84 a -0,27) p=0,019	-1,30 (-2,31 a -0,29) p=0,013
	Score HSJD	<6	2 (1,9)	-	-
		>6	5,4 (3,2)	3,31 (2,19 a 4,43) p<0,001	3,28 (2,31 a 4,25) p<0,001
	Score 2	<2	2,3 (2,4)	-	-
		>2	5,0 (3,1)	2,71 (1,52 a 3,91) p<0,001	2,06 (1,05 a 3,07) p<0,001
Variables del Modelo 6Z 3A	Edad meses	<3,47	4,5 (2,9)	-	-
		>3,47	2,9 (3,0)	-1,56 (-2,84 a -0,27) p=0,019	-1,30 (-2,31 a -0,29) p=0,013
	Score HSJD	<6	2 (1,9)	-	-
		>6	5,4 (3,2)	3,31 (2,19 a 4,43) p<0,001	3,28 (2,31 a 4,25) p<0,001
	Score 3A	<2	2,3 (2,4)	-	-
		>2	5,0 (3,1)	2,71 (1,52 a 3,91) p<0,001	2,06 (1,05 a 3,07) p<0,001
Variables del Modelo 6Z 3B	Edad meses	<3,47	4,5 (2,9)	-	-
		>3,47	2,9 (3,0)	-1,56 (-2,84 a -0,27) p=0,019	-1,30 (-2,31 a -0,29) p=0,013
	Score HSJD	<6	2 (1,9)	-	-
		>6	5,4 (3,2)	3,31 (2,19 a 4,43) p<0,001	3,28 (2,31 a 4,25) p<0,001
	Score 3B	<2	2,3 (2,4)	-	-
		>2	5,0 (3,1)	2,71 (1,52 a 3,91) p<0,001	2,06 (1,05 a 3,07) p<0,001
Variables del Modelo 6Z 4A	Edad meses	<3,47	4,5 (2,9)	-	-
		>3,47	2,9 (3,0)	-1,56 (-2,84 a -0,27) p=0,019	-1,35 (-2,39 a -0,32) p=0,011
	Score HSJD	<6	2 (1,9)	-	-
		>6	5,4 (3,2)	3,31 (2,19 a 4,43) p<0,001	3,22 (2,22 a 4,21) p<0,001
	Score 4A	<2	2,3 (2,4)	-	-
		>2	4,9 (3,1)	2,66 (1,46 a 3,86) p<0,001	1,84 (0,79 a 2,88) p=0,001
Variables del Modelo 6Z 4B	Edad meses	<3,47	4,5 (2,9)	-	-
		>3,47	2,9 (3,0)	-1,56 (-2,84 a -0,27) p=0,019	-1,54 (-2,57 a -0,51) p=0,004
	Score HSJD	<6	2 (1,9)	-	-
		>6	5,4 (3,2)	3,31 (2,19 a 4,43) p<0,001	3,19 (2,16 a 4,21) p<0,001
	Score 4B	<1	1,6 (1,9)	-	-
		>1	4,5 (3,1)	2,84 (1,48 a 4,21) p<0,001	1,83 (0,66 a 3,00) p=0,003

Tabla 52: Modelos lineales para predicción de la duración de la estancia hospitalaria. HSJD: hospital San Juan de Dios; DS: desviación estándar

2. Tabla 53: Tiempo de oxigenoterapia

Tiempo de oxigenoterapia		Punto de corte	Media (DS)	Coefficiente univariante	Coefficiente multivariante
Variables del Modelo 6Z 1A	Edad meses	<4,07	2,3 (2,8)	-	-
		>4,07	2,3 (2,8)	-1,12 (-2,25 a 0) p=0,050	-1,01 (-2,00 a -0,03) p=0,044
	Score HSJD	<6	0,4 (1,1)	-	-
		>6	3,1 (3,1)	2,66 (1,66 a 3,66) p<0,001	2,54 (1,57 a 3,51) p<0,001
	Score 1A	<1	0,3 (1,0)	-	-
		>1	2,2 (2,9)	1,93 (0,69 a 3,17) p=0,003	1,13 (-0,00 a 2,26) p=0,051
Variables del Modelo 6Z 1B	Edad meses	<4,07	2,3 (2,8)	-	-
		>4,07	2,3 (2,8)	-1,12 (-2,25 a 0) p=0,050	-1,01 (-2,00 a -0,03) p=0,044
	Score HSJD	<6	0,4 (1,1)	-	-
		>6	3,1 (3,1)	2,66 (1,66 a 3,66) p<0,001	2,54 (1,57 a 3,51) p<0,001
	Score 1B	<1	0,3 (1,0)	-	-
		>1	2,2 (2,9)	1,93 (0,69 a 3,17) p=0,003	1,13 (-0,00 a 2,26) p=0,051
Variables del Modelo 6Z 2	Edad meses	<4,07	2,3 (2,8)	-	-
		>4,07	2,3 (2,8)	-1,12 (-2,25 a 0) p=0,050	-1,01 (-2,00 a -0,03) p=0,044
	Score HSJD	<6	0,4 (1,1)	-	-
		>6	3,1 (3,1)	2,66 (1,66 a 3,66) p<0,001	2,54 (1,57 a 3,51) p<0,001
	Score 2	<1	0,3 (1,0)	-	-
		>1	2,2 (2,9)	1,93 (0,69 a 3,17) p=0,003	1,13 (-0,00 a 2,26) p=0,051
Variables del Modelo 6Z 3A	Edad meses	<4,07	2,3 (2,8)	-	-
		>4,07	2,3 (2,8)	-1,12 (-2,25 a 0) p=0,050	-1,01 (-2,00 a -0,03) p=0,044
	Score HSJD	<6	0,4 (1,1)	-	-
		>6	3,1 (3,1)	2,66 (1,66 a 3,66) p<0,001	2,54 (1,57 a 3,51) p<0,001
	Score 3A	<1	0,3 (1,0)	-	-
		>1	2,2 (2,9)	1,93 (0,69 a 3,17) p=0,003	1,13 (-0,00 a 2,26) p=0,051
Variables del Modelo 6Z 3B	Edad meses	<4,07	2,3 (2,8)	-	-
		>4,07	2,3 (2,8)	-1,12 (-2,25 a 0) p=0,050	-1,01 (-2,00 a -0,03) p=0,044
	Score HSJD	<6	0,4 (1,1)	-	-
		>6	3,1 (3,1)	2,66 (1,66 a 3,66) p<0,001	2,54 (1,57 a 3,51) p<0,001
	Score 3B	<1	0,3 (1,0)	-	-
		>1	2,2 (2,9)	1,93 (0,69 a 3,17) p=0,003	1,13 (-0,00 a 2,26) p=0,051
Variables del Modelo 6Z 4A	Edad meses	<4,07	2,3 (2,8)	-	-
		>4,07	2,3 (2,8)	-1,12 (-2,25 a 0) p=0,050	-1,01 (-2,00 a -0,03) p=0,044
	Score HSJD	<6	0,4 (1,1)	-	-
		>6	3,1 (3,1)	2,66 (1,66 a 3,66) p<0,001	2,54 (1,57 a 3,51) p<0,001
	Score 4A	<1	0,3 (1,0)	-	-
		>1	2,2 (2,9)	1,93 (0,69 a 3,17) p=0,003	1,13 (-0,00 a 2,26) p=0,051
Variables del Modelo 6Z 4B	Edad meses	<4,07	2,3 (2,8)	-	-
		>4,07	2,3 (2,8)	-1,12 (-2,25 a 0) p=0,050	-1,01 (-2,00 a -0,03) p=0,044
	Score HSJD	<6	0,4 (1,1)	-	-
		>6	3,1 (3,1)	2,66 (1,66 a 3,66) p<0,001	2,54 (1,57 a 3,51) p<0,001
	Score 4B	<1	0,3 (1,0)	-	-
		>1	2,2 (2,9)	1,93 (0,69 a 3,17) p=0,003	1,13 (-0,00 a 2,26) p=0,051

Tabla 53: Modelos lineales para predicción de la duración de oxigenoterapia. HSJD: hospital San Juan de Dios; DS: desviación estándar

3. Tabla 54: Tiempo de estancia en UCIP

Tiempo de estancia en UCIP		Punto de corte	Media (DS)	Coefficiente univariante	Coefficiente multivariante
Variables del Modelo 6Z 1A	Edad meses	<3,37	4,3 (1,4)	-	-
		>3,37	4,5 (0,7)	0,23 (-2,09 a 2,55) p=0,833	-0,33 (-2,51 a 1,84) p=0,737
	Score HSJD	<8	2,5 (0,7)	-	-
		>8	4,6 (1,1)	2,14 (0,29 a 3,98) p=0,027	2,33 (0,16 a 4,51) p=0,038
	Score 1A	<3	4,3 (1,5)	-	-
		>3	4,3 (1,3)	-0,03 (-2,02 a 1,96) p=0,971	0,50 (-1,39 a 2,39) p=0,563
Variables del Modelo 6Z 1B	Edad meses	<3,37	4,3 (1,4)	-	-
		>3,37	4,5 (0,7)	0,23 (-2,09 a 2,55) p=0,833	-0,13 (-2,27 a 2,00) p=0,891
	Score HSJD	<8	2,5 (0,7)	-	-
		>8	4,6 (1,1)	2,14 (0,29 a 3,98) p=0,027	2,23 (0,04 a 4,43) p=0,047
	Score 1B	<4	4,5 (1,3)	-	-
		>4	4,2 (1,4)	-0,28 (-2,09 a 1,53) p=0,742	0,20 (-1,51 a 1,91) p=0,798
Variables del Modelo 6Z 2	Edad meses	<3,37	4,3 (1,4)	-	-
		>3,37	4,5 (0,7)	0,23 (-2,09 a 2,55) p=0,833	-0,21 (-2,39 a 1,96) p=0,829
	Score HSJD	<8	2,5 (0,7)	-	-
		>8	4,6 (1,1)	2,14 (0,29 a 3,98) p=0,027	2,21 (0,04 a 4,39) p=0,047
	Score 2	<3	4,5 (2,1)	-	-
		>3	4,3 (1,3)	-0,23 (-2,55 a 2,09) p=0,833	0,21 (-1,96 a 2,39) p=0,829
Variables del Modelo 6Z 3A	Edad meses	<3,37	4,3 (1,4)	-	-
		>3,37	4,5 (0,7)	0,23 (-2,09 a 2,55) p=0,833	-0,33 (-2,51 a 1,84) p=0,737
	Score HSJD	<8	2,5 (0,7)	-	-
		>8	4,6 (1,1)	2,14 (0,29 a 3,98) p=0,027	2,33 (0,16 a 4,51) p=0,038
	Score 3A	<3	4,3 (1,5)	-	-
		>3	4,3 (1,3)	-0,03 (-2,02 a 1,96) p=0,971	0,50 (-1,39 a 2,39) p=0,563
Variables del Modelo 6Z 3B	Edad meses	<3,37	4,3 (1,4)	-	-
		>3,37	4,5 (0,7)	0,23 (-2,09 a 2,55) p=0,833	-0,21 (-2,39 a 1,96) p=0,829
	Score HSJD	<8	2,5 (0,7)	-	-
		>8	4,6 (1,1)	2,14 (0,29 a 3,98) p=0,027	2,21 (0,04 a 4,39) p=0,047
	Score 3B	<3	4,5 (2,1)	-	-
		>3	4,3 (1,3)	-0,23 (-2,55 a 2,09) p=0,833	0,21 (-1,96 a 2,39) p=0,829
Variables del Modelo 6Z 4A	Edad meses	<3,37	4,3 (1,4)	-	-
		>3,37	4,5 (0,7)	0,23 (-2,09 a 2,55) p=0,833	-0,21 (-2,39 a 1,96) p=0,829
	Score HSJD	<8	2,5 (0,7)	-	-
		>8	4,6 (1,1)	2,14 (0,29 a 3,98) p=0,027	2,21 (0,04 a 4,39) p=0,047
	Score 4A	<3	4,5 (2,1)	-	-
		>3	4,3 (1,3)	-0,23 (-2,55 a 2,09) p=0,833	0,21 (-1,96 a 2,39) p=0,829
Variables del Modelo 6Z 4B	Edad meses	<3,37	4,3 (1,4)	-	-
		>3,37	4,5 (0,7)	0,23 (-2,09 a 2,55) p=0,833	-0,21 (-2,39 a 1,96) p=0,829
	Score HSJD	<8	2,5 (0,7)	-	-
		>8	4,6 (1,1)	2,14 (0,29 a 3,98) p=0,027	2,21 (0,04 a 4,39) p=0,047
	Score 4B	<4	4,5 (2,1)	-	-
		>4	4,3 (1,3)	-0,23 (-2,55 a 2,09) p=0,833	0,21 (-1,96 a 2,39) p=0,829

Tabla 54: Modelos lineales para predicción de la duración del ingreso en UCIP. HSJD: hospital San Juan de Dios; DS: desviación estándar; UCIP: unidad de cuidados intensivos pediátricos

4. Tabla 55: Pruebas de bondad de ajuste para los modelos de regresión lineal 6Z

Modelo	Tiempo de estancia hospitalaria		Duración de Oxigenoterapia		Tiempo de estancia en UCIP	
	R ² _{adj} (%)	AIC	R ² _{adj} (%)	AIC	R ² _{adj} (%)	AIC
6Z 1A	43,81	388,67	31,32	391,88	19,75	46,38
6Z 1B	43,81	388,67	31,32	391,88	17,19	46,79
6Z 2	47,76	382,47	31,32	391,88	17,00	46,82
6Z 3A	47,76	382,47	31,32	391,88	19,75	46,38
6Z 3B	47,76	382,47	31,32	391,88	17,00	46,82
6Z 4A	45,40	386,24	31,32	391,88	17,00	46,82
6Z 4B	43,81	388,67	31,32	391,88	17,00	46,82

Tabla 55: Pruebas de bondad de ajuste para los distintos modelos 6Z para las variables tiempo de estancia hospitalaria, tiempo de conexión a oxígeno y tiempo de estancia en UCIP. R²_{adj}: R² ajustado; AIC: criterio de información de Akaike. Aparece sombreado el mejor modelo según las diferentes pruebas aplicadas.

7.4.3 OPCIÓN 4Z (4 zonas pulmonares)

7.4.3.1 Descriptiva

Las puntuaciones obtenidas al aplicar los sistemas de puntuación ecográficos en los pacientes de la muestra se resumen en la Tabla 56.

Score	Media	DT
4Z 1A	1,54	1,77
4Z 1B	1,78	2,05
4Z 2	1,73	2,04
4Z 3A	1,57	1,87
4Z 3B	1,68	2,05
4Z 4A	2,06	2,61
4Z 4B	2,30	2,90

Tabla 56: Puntuaciones obtenidas en las distintas escalas ecográficas. DT: desviación típica. Los *scores* 1A y 1B se calculan a partir de la suma de los patrones ecográficos visualizados, el *score* 2 teniendo en cuenta la extensión de los patrones ecográficos considerados como patológicos y los *scores* 3A, 3B, 4A y 4B tienen en cuenta tana los patrones visualizados como la extensión de los mismos.

7.4.3.2 Relación de los scores con las variables resultado

Con el propósito de determinar si las puntuaciones en las escalas ecográficas variaban en función de la necesidad de ingreso hospitalario, oxigenoterapia o admisión en UCIP, se llevaron a cabo diversos análisis, detallados a continuación. Los resultados se resumen en la Tabla 57 y las Figuras 20 a 22.

a. Ingreso hospitalario

En todos los casos la puntuación obtenida fue significativamente mayor en los pacientes que ingresaron respecto a los que fueron dados de alta a domicilio. Los principales valores estudiados pueden observarse en la Tabla 57 y los gráficos de puntos se recogen en la Figura 20.

b. Necesidad de oxigenoterapia

Con todos los *scores* 4Z, las puntuaciones fueron significativamente mayores en los pacientes que recibieron oxigenoterapia según se recoge en la Tabla 57 y en la Figura 21.

c. Ingreso en UCIP

Los pacientes que ingresaron en UCIP obtuvieron puntuaciones superiores respecto a los que no, sin embargo, estas no fueron estadísticamente significativas. En la Tabla 57 aparecen de forma resumida los principales valores estudiados para cada uno de los *scores* ecográficos pudiendo observarse su representación gráfica en la Figura 22.

d. Tablas y figuras**1. Tabla 57: puntuaciones obtenidas y su relación con las variables principales.**

SCORE 4Z		INGRESO HOSPITALARIO			OXIGENOTERAPIA			INGRESO EN UCIP		
		n	Mediana (p25-p75)	p	n	Media (DT)	p	n	Media (DT)	p
1A	No	13	0 (0-1)	0,021	47	1,04 (1,40)	0,005	75	1,45 (1,80)	0,235
	Sí	77	1 (0-3)		43	2,12 (2,06)		15	2,07 (1,87)	
1B	No	13	0 (0-1)	0,029	47	1,23 (1,81)	0,007	75	1,63 (2,01)	0,109
	Sí	77	1 (0-3)		43	2,40 (2,21)		15	2,60 (2,29)	
2	No	13	0 (0-1)	0,024	47	1,32 (2,09)	0,044	75	1,65 (2,08)	0,233
	Sí	77	1 (0-3)		43	2,19 (1,92)		15	2,13 (1,88)	
3A	No	13	0 (0-1)	0,022	47	1,09 (1,60)	0,01	75	1,48 (1,87)	0,329
	Sí	77	1 (0-2)		43	2,09 (2,02)		15	2,00 (1,89)	
3B	No	13	0 (0-1)	0,022	47	1,21 (1,98)	0,024	75	1,59 (2,07)	0,348
	Sí	77	1 (0-3)		43	2,19 (2,03)		15	2,13 (1,92)	
4A	No	13	0 (0-1)	0,019	47	1,45 (2,39)	0,017	75	1,97 (2,70)	0,365
	Sí	77	1 (0-3)		43	2,79 (2,84)		15	2,67 (2,64)	
4B	No	13	0 (0-1)	0,028	47	1,64 (2,81)	0,021	75	2,15 (2,93)	0,21
	Sí	77	1 (0-4)		43	3,07 (2,97)		15	3,20 (3,05)	

Tabla 57: Distribución de las puntuaciones obtenidas con los diferentes *scores* ecográficos 4Z en función de si los pacientes precisaron o no ingreso hospitalario, oxigenoterapia o ingreso en UCIP. p25: percentil 25; p75: percentil 75; DT: desviación típica; UCIP: unidad de cuidados intensivos pediátricos.

2. Figuras 20 a 22: Gráficos de puntos

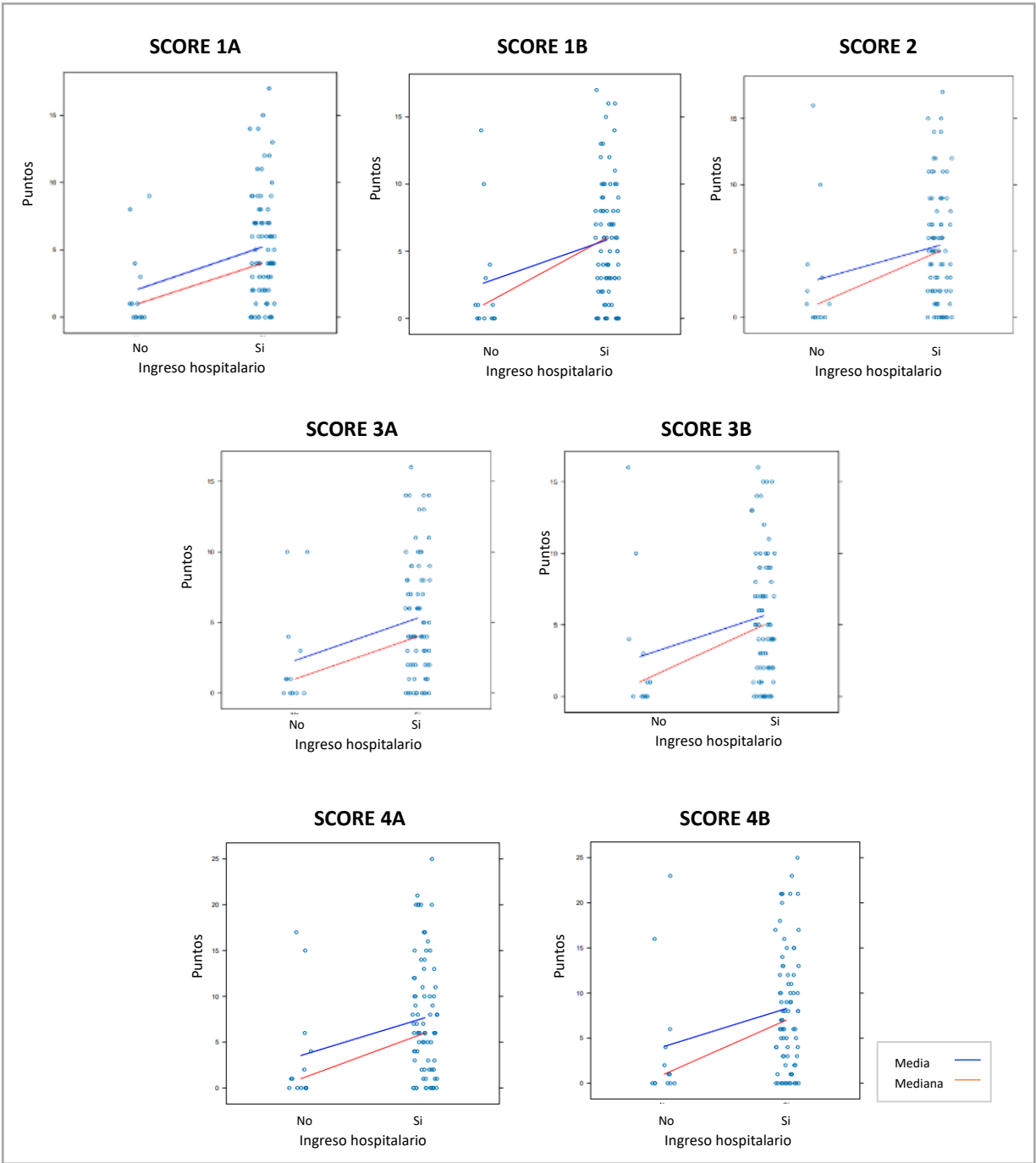


Figura 20: Gráficos de puntos de las puntuaciones obtenidas en los scores 4Z en los pacientes que precisaron ingreso hospitalario y los que no.

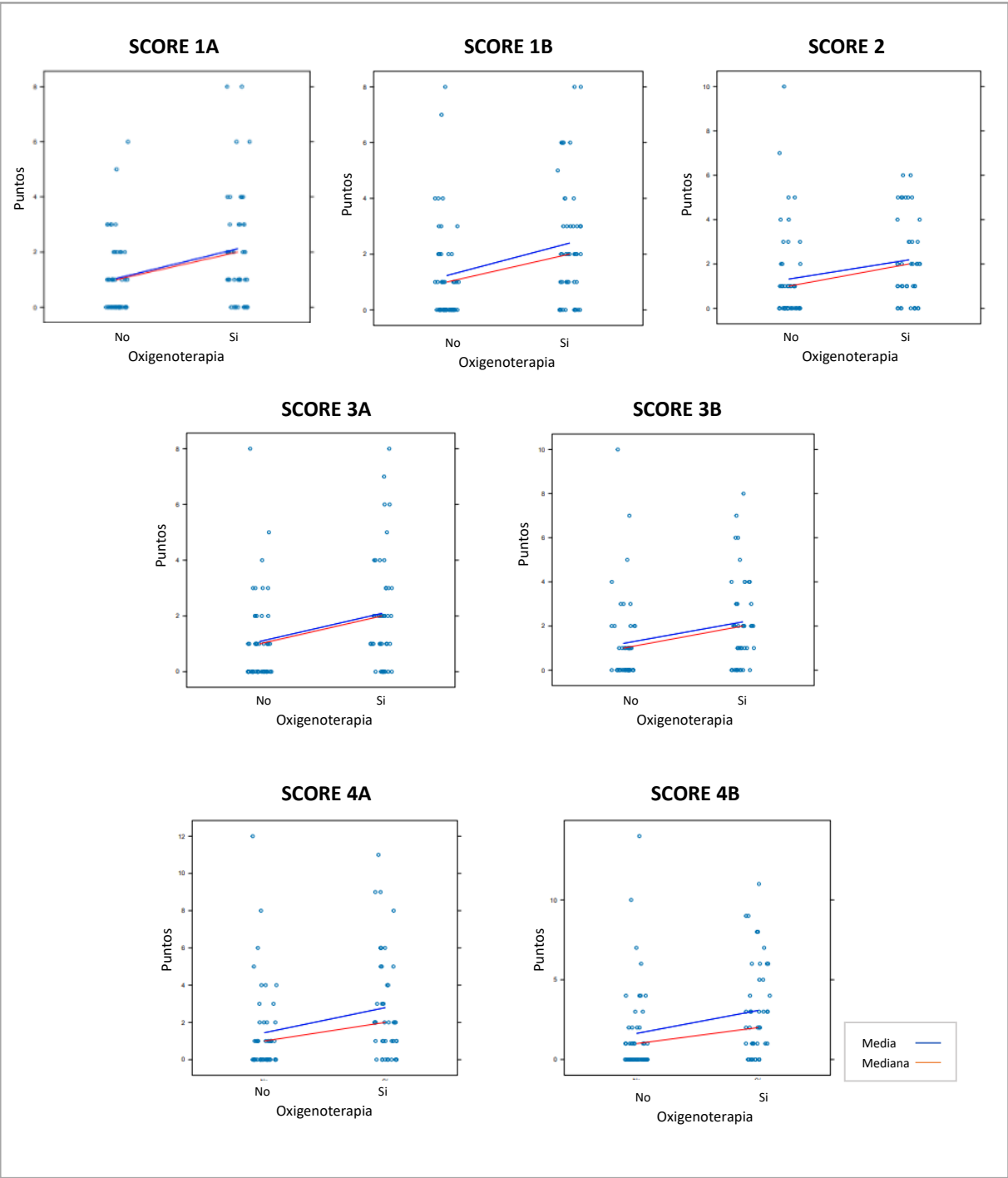


Figura 21: Gráficos de puntos de las puntuaciones obtenidas en los *scores* 4Z en los pacientes que precisaron oxigenoterapia y los que no.

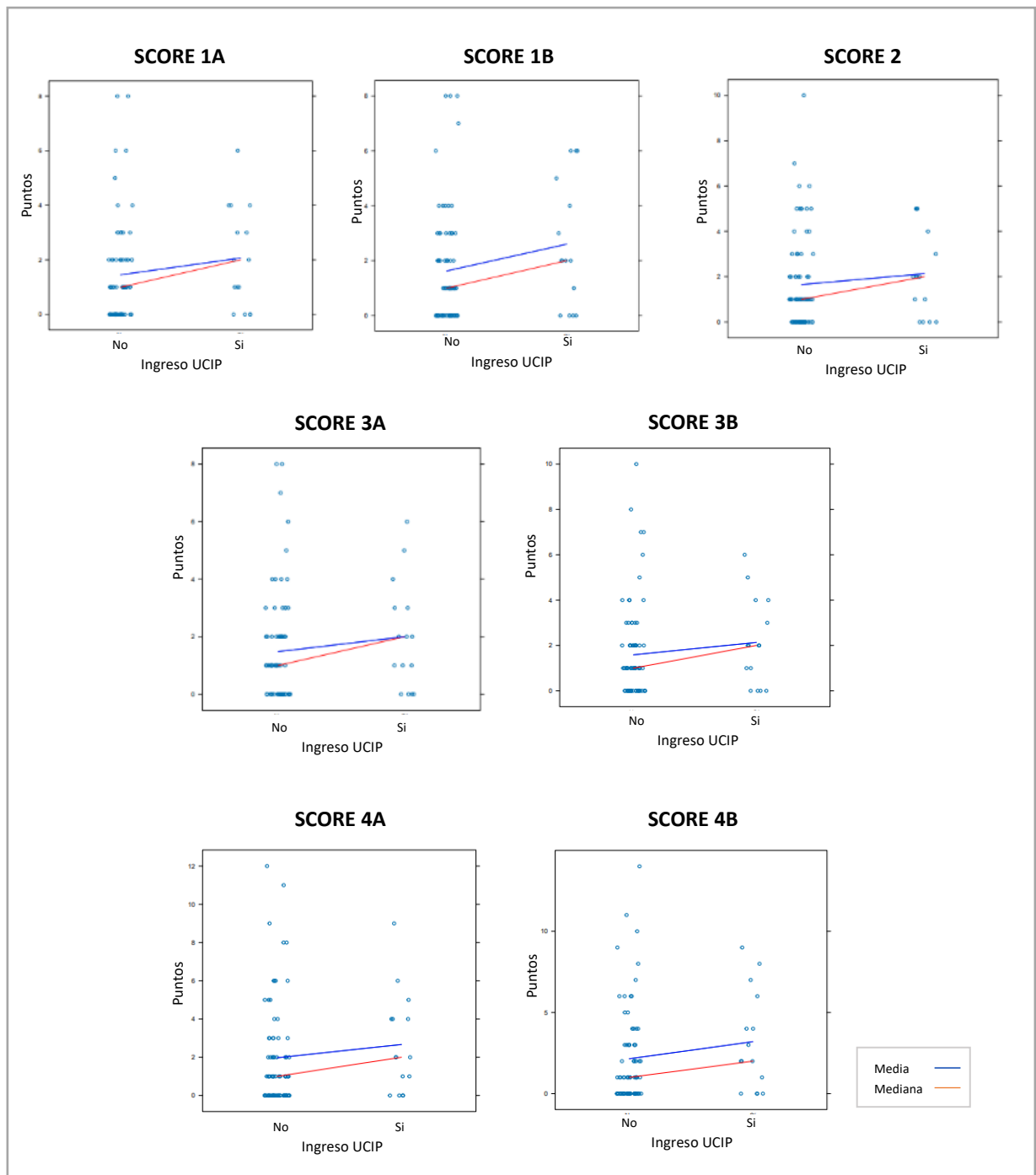


Figura 22: Gráficos de puntos de las puntuaciones obtenidas en los scores 4Z en los pacientes que precisaron ingreso en UCIP y los que no.

7.4.3.3 Puntos de corte y curvas ROC

Se estudió la relación entre los diferentes scores y las diferentes variables resultado (Tablas 58 a 63).

a. Ingreso hospitalario

Los resultados obtenidos por todos los *scores* ecográficos fueron significativos, con una especificidad elevada (la mayoría en torno a 92%) a expensas de una baja sensibilidad (entre el 45-50%). Por otra parte, el AUC se situó muy próxima a 0,7 y al valor que obtuvo la escala clínica del HSJD. Tabla 58.

	Dirección	Punto de corte	Se (%)	Sp (%)	VPP (%)	VPN (%)	CP +	CP -	AUC (IC)	p valor
Edad meses	<	3,47	55,84	92,31	97,73	26,09	7,26	0,14	0,730 (0,619-0,841)	0,008
Score HSJD	>	6	57,14	84,62	95,65	25	3,72	0,27	0,709 (0,598-0,821)	0,015
Score 4Z 1A	>	2	45,45	92,31	97,22	22,22	5,91	0,17	0,694 (0,555-0,833)	0,021
Score 4Z 1B	>	2	49,35	84,62	95	22	3,21	0,31	0,684 (0,538-0,830)	0,006
Score 4Z 2	>	2	45,45	92,31	97,22	22,22	5,91	0,17	0,690 (0,546-0,835)	0,024
Score 4Z 3A	>	2	44,16	92,31	97,14	21,82	5,74	0,17	0,693 (0,554-0,832)	0,022
Score 4Z 3B	>	2	46,75	92,31	97,3	22,64	6,08	0,16	0,694 (0,552-0,836)	0,021
Score 4Z 4A	>	2	48,05	92,31	97,37	23,08	6,25	0,16	0,698 (0,559-0,836)	0,019
Score 4Z 4B	>	2	49,35	84,61	95	22	3,21	0,31	0,686 (0,541-0,832)	0,028

Tabla 58: capacidad predictiva en relación al ingreso hospitalario para la edad, escala de gravedad clínica del HSJD y los distintos *scores* ecográficos 4Z. Se: sensibilidad; Sp: especificidad; VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo; CP+: cociente de probabilidad del positivo; CP-: cociente de probabilidad del negativo; AUC: área bajo la curva; IC: intervalo de confianza.

En la siguiente figura (Figura 23) se muestran las curvas ROC para cada uno de los *scores* aplicados.

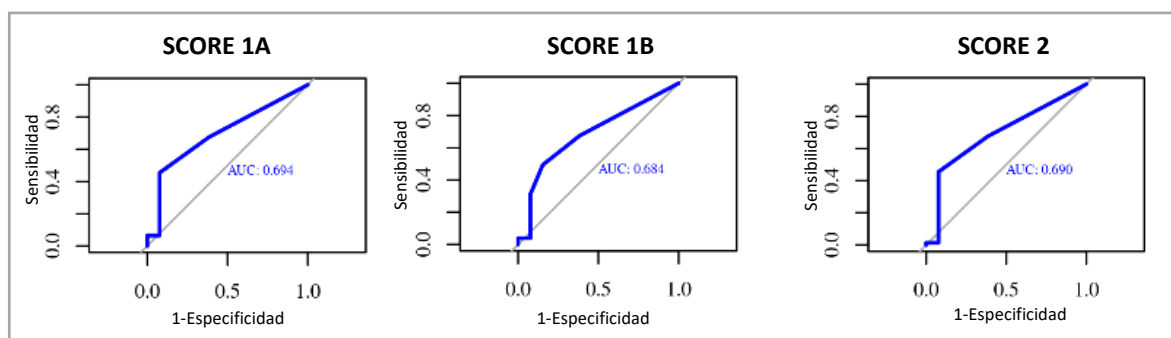


Figura 23: curvas ROC para los *scores* 4Z para predecir ingreso hospitalario.

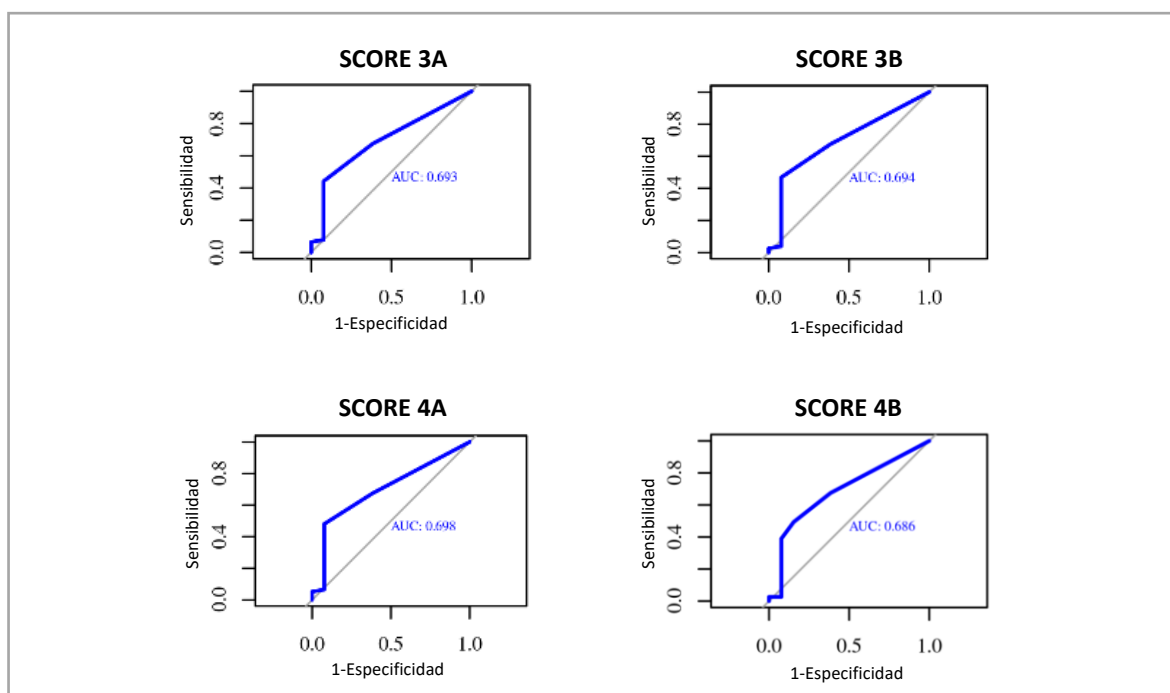


Figura 23 (continuación): curvas ROC para los scores 4Z para predecir ingreso hospitalario.

Al aplicar el test Chi cuadrado de Pearson según los puntos de corte mencionados anteriormente, se observó que existía una asociación entre los diferentes scores 4Z y la necesidad de ingreso hospitalario (Tabla 59).

SCORE 4Z	Punto de corte (puntos)	NO Ingreso		Sí Ingreso		p
		n	% (columna)	n	% (columna)	
1A	< 2	12	92,3	42	54,6	0,024
	> 2	1	7,7	35	45,5	
1B	< 2	11	92,3	39	50,7	0,048
	> 2	2	7,7	38	49,4	
2	< 2	12	92,3	42	54,6	0,024
	> 2	1	7,7	35	45,5	
3A	< 2	12	92,3	43	55,8	0,029
	> 2	1	7,7	34	44,2	
3B	< 2	12	69,2	41	53,3	0,019
	> 2	1	30,8	36	46,8	
4A	< 2	12	76,9	26	26,0	0,015
	> 2	1	23,1	51	74,0	
4B	< 2	11	92,3	39	50,7	0,048
	> 2	2	7,7	38	49,4	

Tabla 59: Distribución de pacientes según los puntos de corte de los scores 4Z y su relación con la necesidad de ingreso hospitalario.

b. Necesidad de oxigenoterapia

Las escalas ecográficas también obtuvieron valores significativos con cifras de sensibilidad de casi el 60% y con especificidad del 70-75%. El AUC se situó en torno al 0,67 (muy por debajo del valor obtenido por la escala del HSJD con AUC de 0,81) (Tabla 60)

	Dirección	Punto de corte	Se (%)	Sp (%)	VPP (%)	VPN (%)	CP +	CP -	AUC (IC)	p valor
Edad meses	<	4,07	62,79	57,45	57,45	62,79	1,48	0,68	0,576 (0,455-0,698)	0,214
Score HSJD	>	6	79,07	74,47	73,91	79,54	3,10	0,32	0,810 (0,717-0,902)	<0,001
Score 4Z 1A	>	2	53,49	72,34	63,89	62,96	1,93	0,52	0,672 (0,563-0,780)	0,004
Score 4Z 1B	>	2	60,47	70,21	65	66	2,03	0,49	0,676 (0,568-0,785)	0,003
Score 4Z 2	>	2	55,81	74,47	66,67	64,81	2,19	0,46	0,665 (0,555-0,775)	0,005
Score 4Z 3A	>	2	53,49	74,47	65,71	63,64	2,10	0,48	0,671 (0,562-0,780)	<0,001
Score 4Z 3B	>	2	58,14	74,47	67,57	66,04	2,28	0,44	0,677 (0,568-0,786)	0,003
Score 4Z 4A	>	2	58,14	72,34	65,79	65,38	2,10	0,48	0,674 (0,565-0,783)	0,003
Score 4Z 4B	>	2	60,47	70,21	65	66	2,03	0,49	0,675 (0,566-0,785)	<0,001

Tabla 60: capacidad predictiva en relación a la necesidad de oxígeno para la edad, escala de gravedad clínica del HSJD y los distintos scores ecográficos 4Z. Se: sensibilidad; Sp: especificidad; VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo; CP+: cociente de probabilidad del positivo; CP-: cociente de probabilidad del negativo; AUC: área bajo la curva; IC: intervalo de confianza.

En la siguiente figura (Figura 24) se muestran las curvas ROC para cada uno de los scores:

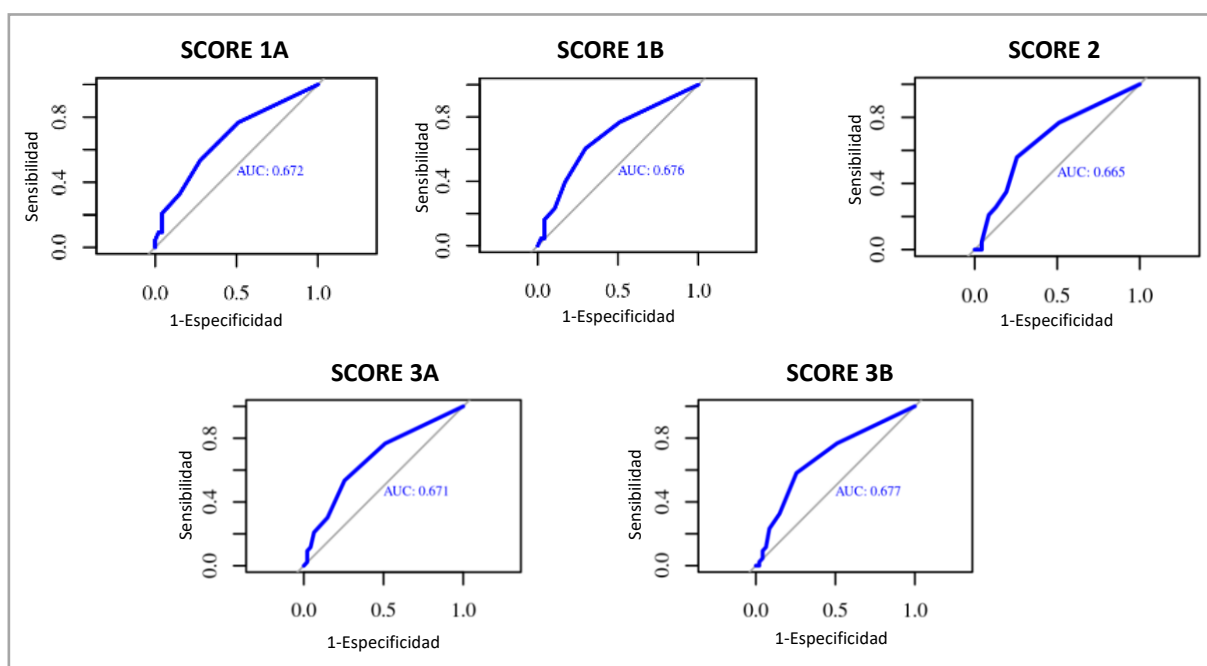


Figura 24: curvas ROC para los scores 4Z para predecir necesidad de oxigenoterapia.

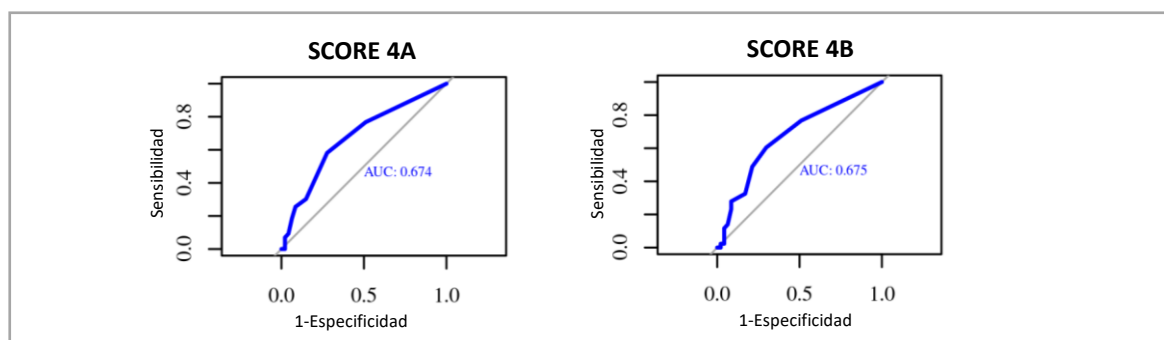


Figura 24 (continuación): curvas ROC para los scores 4Z para predecir necesidad de oxigenoterapia.

Se aplicó el test Chi cuadrado de Pearson según los puntos de corte previamente establecidos, obteniéndose que sí existía asociación entre los diferentes scores 4Z y la necesidad de oxigenoterapia (Tabla 61).

SCORE 4Z	Punto de corte (puntos)	NO oxígeno		Sí oxígeno		p
		n	% (columna)	n	% (columna)	
1A	< 2	34	72,3	20	46,5	0,022
	> 2	13	27,7	23	53,5	
1B	< 2	33	70,2	17	39,5	0,007
	> 2	14	29,8	26	60,5	
2	< 2	35	74,5	19	44,2	0,007
	> 2	12	35,5	24	55,8	
3A	< 2	35	74,5	20	46,5	0,012
	> 2	12	35,5	23	53,5	
3B	< 2	35	74,5	18	41,9	0,003
	> 2	12	35,5	25	58,1	
4A	< 2	34	72,3	18	41,9	0,007
	> 2	13	27,7	25	58,1	
4B	< 2	33	70,2	17	39,5	0,007
	> 2	14	29,8	26	60,5	

Tabla 61: Distribución de pacientes según los puntos de corte de los scores 4Z y su relación con la necesidad de oxigenoterapia.

c. Ingreso en UCIP

A diferencia de los resultados obtenidos con las variables anteriores, ninguno de los scores ecográficos aplicados alcanzó una capacidad predictiva significativa. Así mismo, se observó un descenso del AUC a valores de 0,6 aproximadamente, muy inferiores a los alcanzados por la escala clínica del HSJD (Tabla 62).

	Dirección	Punto de corte	Se (%)	Sp (%)	VPP (%)	VPN (%)	CP +	CP -	AUC (IC)	p valor
Edad meses	<	3,37	86,67	60	30,23	95,74	2,17	0,46	0,766 (0,619-0,914)	0,001
Score HSJD	>	8	80	90,67	63,16	95,77	8,57	0,12	0,849 (0,699-0,999)	<0,001
Score 4Z 1A	>	3	40	80	28,57	86,96	2,00	0,50	0,610 (0,446-0,773)	0,168
Score 4Z 1B	>	2	66,67	60	25	90	1,67	0,60	0,628 (0,465-0,791)	0,109
Score 4Z 2	>	2	60	64	25	88,89	1,67	0,60	0,595 (0,440-0,751)	0,233
Score 4Z 3A	>	2	53,33	64	22,86	87,27	1,48	0,68	0,597 (0,438-0,756)	0,223
Score 4Z 3B	>	2	60	61,33	23,68	88,46	1,55	0,64	0,601 (0,442-0,759)	0,207
Score 4Z 4A	>	2	60	62,67	24,32	88,68	1,61	0,62	0,606 (0,447-0,765)	0,182
Score 4Z 4B	>	2	66,67	60	25	90	1,67	0,60	0,618 (0,457-0,780)	0,139

Tabla 62: capacidad predictiva en relación con el ingreso en UCIP para la edad, score clínico HSJD y los distintos scores ecográficos 4Z. Se: sensibilidad; Sp: especificidad; VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo; CP+: cociente de probabilidad del positivo; CP-: cociente de probabilidad del negativo; AUC: área bajo la curva; IC: intervalo de confianza.

En la siguiente figura (Figura 25) se muestran las curvas ROC para cada uno de los scores:

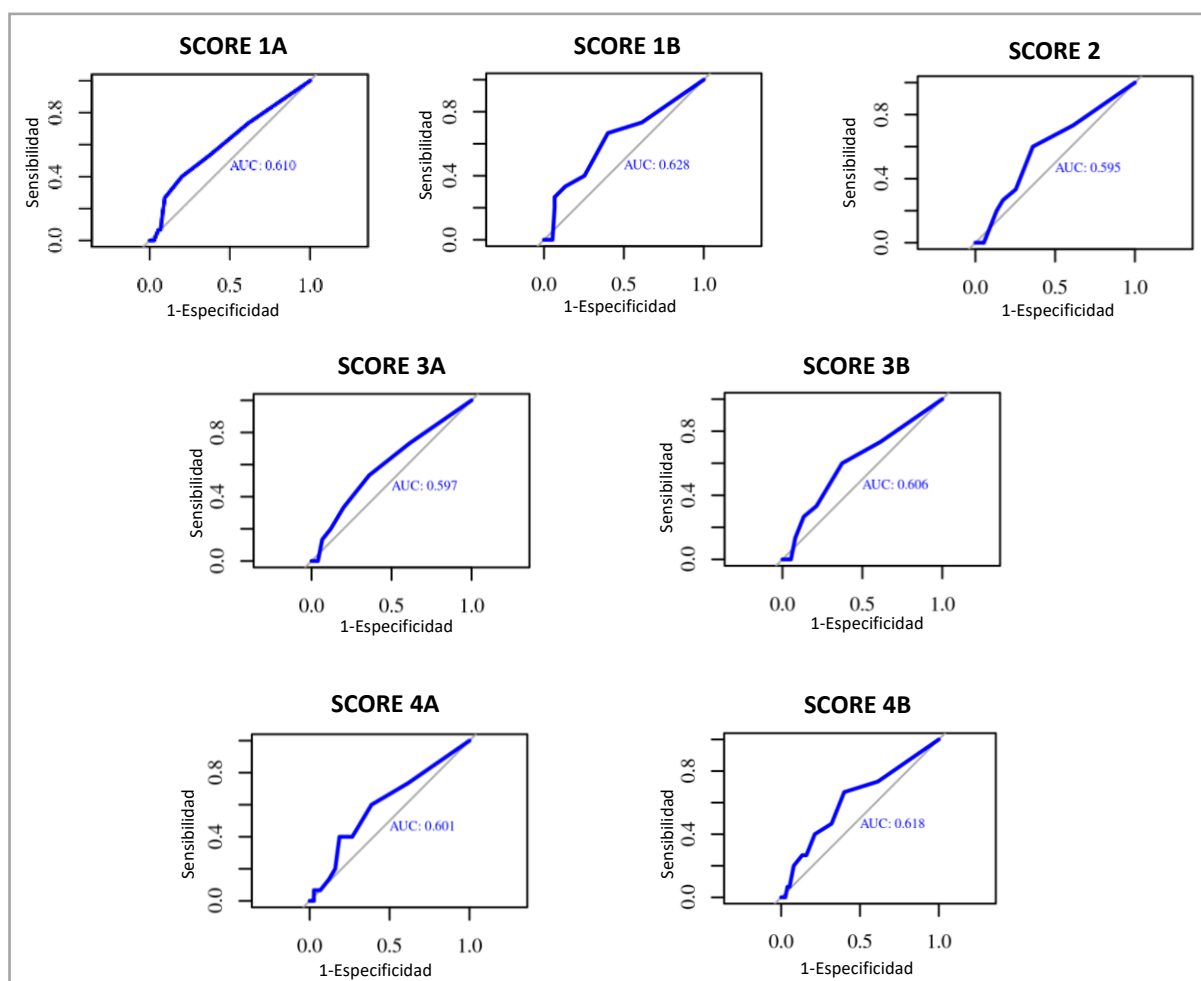


Figura 25: curvas ROC para los scores 4Z para predecir ingreso en UCIP

Tras aplicar los test correspondientes (Fisher o Chi cuadrado de Pearson) con los puntos de corte establecidos con anterioridad, no se obtuvo asociación significativa entre los diferentes *scores* 4Z y la necesidad de ingreso en UCIP como muestra la Tabla 63.

SCORE 4Z	Punto de corte (puntos)	NO Ingreso		Sí Ingreso		p
		n	% (columna)	n	% (columna)	
1A	< 3	60	80,0	9	60,0	0,106
	> 3	15	20,0	6	40,0	
1B	< 2	45	60,0	5	33,3	0,107
	> 2	30	40,0	10	66,7	
2	< 2	48	64,0	6	40,0	0,149
	> 2	27	36,0	9	60,0	
3A	< 2	48	64,0	7	46,7	0,334
	> 2	27	36,0	8	53,3	
3B	< 2	47	62,7	6	40,0	0,18
	> 2	28	37,3	9	60,0	
4A	< 2	46	61,3	6	40,0	0,215
	> 2	29	38,7	9	60,0	
4B	< 2	45	60,0	5	33,3	0,107
	> 2	30	40,0	10	66,7	

Tabla 63: Distribución de pacientes según los puntos de corte de los *scores* 4Z y su relación con la necesidad de ingreso en UCIP.

7.4.3.4 Modelos de regresión logística 4Z

De forma análoga a lo realizado con los modelos que exploraban 8 y 6 zonas pulmonares, se elaboraron modelos de regresión logística binaria para predecir la necesidad de ingreso hospitalario, oxigenoterapia e ingreso en UCIP. Tablas 64 a 67.

a. Ingreso hospitalario

Respecto la necesidad de ingreso, todos los *scores* resultaron significativos en el análisis univariante, sin embargo, esta significación se perdió en el multivariante (Tabla 64). Los modelos más adecuados según los análisis de bondad fueron el 4Z 3B y 4A (Tabla 67).

b. Necesidad de oxigenoterapia

En caso de la oxigenoterapia, todas las escalas ecográficas lograron significación estadística dentro de los modelos (excepto el 4Z 1A), siendo el más adecuado el que incluía el *score* 4Z 3B con un AUC de 0,86 y una razón explicativa de casi el 50%. Puntuaciones > 2 en este

score aumentarían más de 5 veces el riesgo de precisar oxígeno y más de 6 puntos en la escala HSJD lo incrementaría casi 20 veces. Tablas 65 y 67.

c. Ingreso en UCIP

En el caso del ingreso en UCIP, ningún *score* alcanzó significación dentro de los modelos planteados, aunque de elegir uno de ellos, el mejor modelo según las pruebas de bondad sería el 4Z 3A. Los resultados obtenidos se muestran en las Tablas 66 y 67.

d. Tablas modelos regresión logística 4Z

1. Tabla 64: Necesidad de ingreso hospitalario

Ingreso hospitalario		Punto de corte	No (%)	Sí (%)	OR univariante	OR multivariante
Variables del Modelo 4Z 1A	Edad meses	<3,47	1 (2,3)	43 (97,7)	-	-
		>3,47	12 (26,1)	34 (73,9)	0,07 (0,00-0,36) p=0,011	0,06 (0,00-0,39) p=0,013
	Score HSJD	<6	11 (25,0)	33 (75,0)	-	-
		>6	2 (4,3)	44 (95,7)	7,33 (1,81-49,50) p=0,013	11,06 (2,40-81,68) p=0,005
	Score 1A	<2	12 (22,2)	42 (77,8)	-	-
		>2	1 (2,8)	35 (97,2)	10,00 (1,83-186,66) p=0,031	5,81 (0,85-117,45) p=0,124
Variables del Modelo 4Z 1B	Edad meses	<3,47	1 (2,3)	43 (97,7)	-	-
		>3,47	12 (26,1)	34 (73,9)	0,07 (0,00-0,36) p=0,011	0,05 (0,00-0,35) p=0,010
	Score HSJD	<6	11 (25,0)	33 (75,0)	-	-
		>6	2 (4,3)	44 (95,7)	7,33 (1,81-49,50) p=0,013	11,29 (2,49-82,60) p=0,005
	Score 1B	<2	11 (22,0)	39 (78,0)	-	-
		>2	2 (5,0)	38 (95,0)	5,36 (1,33-36,13) p=0,036	2,92 (0,56-22,54) p=0,235
Variables del Modelo 4Z 2	Edad meses	<3,47	1 (2,3)	43 (97,7)	-	-
		>3,47	12 (26,1)	34 (73,9)	0,07 (0,00-0,36) p=0,011	0,07 (0,00-0,42) p=0,016
	Score HSJD	<6	11 (25,0)	33 (75,0)	-	-
		>6	2 (4,3)	44 (95,7)	7,33 (1,81-49,50) p=0,013	12,01 (2,61-88,85) p=0,006
	Score 2	<2	12 (22,2)	42 (77,8)	-	-
		>2	1 (2,8)	35 (97,2)	10,00 (1,83-186,66) p=0,031	5,66 (0,80-115,47) p=0,133
Variables del Modelo 4Z 3A	Edad meses	<3,47	1 (2,3)	43 (97,7)	-	-
		>3,47	12 (26,1)	34 (73,9)	0,07 (0,00-0,36) p=0,011	0,06 (0,00-0,39) p=0,013
	Score HSJD	<6	11 (25,0)	33 (75,0)	-	-
		>6	2 (4,3)	44 (95,7)	7,33 (1,81-49,50) p=0,013	11,53 (2,50-85,18) p=0,005
	Score 3A	<2	12 (21,8)	43 (78,2)	-	-
		>2	1 (2,9)	34 (97,1)	9,49 (1,74-177,13) p=0,035	5,62 (0,81-114,32) p=0,133
Variables del Modelo 4Z 3B	Edad meses	<3,47	1 (2,3)	43 (97,7)	-	-
		>3,47	12 (26,1)	34 (73,9)	0,07 (0,00-0,36) p=0,011	0,07 (0,00-0,42) p=0,016
	Score HSJD	<6	11 (25,0)	33 (75,0)	-	-
		>6	2 (4,3)	44 (95,7)	7,33 (1,81-49,50) p=0,013	11,55 (2,50-85,35) p=0,005
	Score 3B	<2	12 (22,6)	41 (77,4)	-	-
		>2	1 (2,7)	36 (97,3)	10,54 (1,93-196,66) p=0,027	5,83 (0,84-118,33) p=0,124
Variables del Modelo 4Z 4A	Edad meses	<3,47	1 (2,3)	43 (97,7)	-	-
		>3,47	12 (26,1)	34 (73,9)	0,07 (0,00-0,36) p=0,011	0,07 (0,00-0,42) p=0,016
	Score HSJD	<6	11 (25,0)	33 (75,0)	-	-
		>6	2 (4,3)	44 (95,7)	7,33 (1,81-49,50) p=0,013	11,07 (2,40-81,80) p=0,005
	Score 4A	<2	12 (23,1)	40 (76,9)	-	-
		>2	1 (2,6)	37 (97,4)	11,10 (2,04-207,16) p=0,024	6,01 (0,88-121,47) p=0,116
Variables del Modelo 4Z 4B	Edad meses	<3,47	1 (2,3)	43 (97,7)	-	-
		>3,47	12 (26,1)	34 (73,9)	0,07 (0,00-0,36) p=0,011	0,06 (0,00-0,36) p=0,011
	Score HSJD	<6	11 (25,0)	33 (75,0)	-	-
		>6	2 (4,3)	44 (95,7)	7,33 (1,81-49,50) p=0,013	11,29 (2,49-82,60) p=0,005
	Score 4B	<2	11 (22,0)	39 (78,0)	-	-
		>2	2 (5,0)	38 (95,0)	5,36 (1,33-36,13) p=0,036	2,92 (0,56-22,54) p=0,235

Tabla 64: Modelos de regresión logística para predecir ingreso hospitalario en función de la edad, score clínico del HSJD y scores ecográficos 4Z. HSJD= hospital San Juan de Dios. OR= odds ratio.

2. Tabla 65: Necesidad de oxigenoterapia

Necesidad de oxígeno		Punto de corte	No (%)	Sí (%)	OR univariante	OR multivariante
Variables del Modelo 4Z 1A	Edad meses	<4,07	20 (42,6)	27 (57,4)	-	-
		>4,07	27 (62,8)	16 (37,2)	0,44 (0,19-1,01) p=0,057	0,32 (0,09-0,97) p=0,053
	Score HSJD	<6	35 (79,5)	9 (20,5)	-	-
		>6	12 (26,1)	34 (73,9)	11,02 (4,28-31,04) p<0,001	16,10 (5,44-57,87) p<0,001
	Score 1A	<2	34 (63,0)	20 (37,0)	-	-
		>2	13 (36,1)	23 (63,9)	3,01 (1,27-7,39) p=0,014	2,95 (0,99-9,62) p=0,059
Variables del Modelo 4Z 1B	Edad meses	<4,07	20 (42,6)	27 (57,4)	-	-
		>4,07	27 (62,8)	16 (37,2)	0,44 (0,19-1,01) p=0,057	0,36 (0,10-1,11) p=0,086
	Score HSJD	<6	35 (79,5)	9 (20,5)	-	-
		>6	12 (26,1)	34 (73,9)	11,02 (4,28-31,04) p<0,001	17,23 (5,67-64,94) p<0,001
	Score 1B	<2	33 (66,0)	17 (34,0)	-	-
		>2	14 (35,0)	26 (65,0)	3,61 (1,53-8,85) p=0,004	3,98 (1,30-13,87) p=0,020
Variables del Modelo 4Z 2	Edad meses	<4,07	20 (42,6)	27 (57,4)	-	-
		>4,07	27 (62,8)	16 (37,2)	0,44 (0,19-1,01) p=0,057	0,40 (0,11-1,28) p=0,134
	Score HSJD	<6	35 (79,5)	9 (20,5)	-	-
		>6	12 (26,1)	34 (73,9)	11,02 (4,28-31,04) p<0,001	19,45 (6,16-79,23) p<0,001
	Score 2	<2	35 (64,8)	19 (35,2)	-	-
		>2	12 (33,3)	24 (66,7)	3,68 (1,54-9,22) p=0,004	4,97 (1,50-19,88) p=0,013
Variables del Modelo 4Z 3A	Edad meses	<4,07	20 (42,6)	27 (57,4)	-	-
		>4,07	27 (62,8)	16 (37,2)	0,44 (0,19-1,01) p=0,057	0,34 (0,10-1,06) p=0,073
	Score HSJD	<6	35 (79,5)	9 (20,5)	-	-
		>6	12 (26,1)	34 (73,9)	11,02 (4,28-31,04) p<0,001	17,48 (5,75-65,91) p<0,001
	Score 3A	<2	35 (63,6)	20 (36,4)	-	-
		>2	12 (34,3)	23 (65,7)	3,35 (1,40-8,37) p=0,008	3,82 (1,23-13,54) p=0,026
Variables del Modelo 4Z 3B	Edad meses	<4,07	20 (42,6)	27 (57,4)	-	-
		>4,07	27 (62,8)	16 (37,2)	0,44 (0,19-1,01) p=0,057	0,39 (0,11-1,25) p=0,125
	Score HSJD	<6	35 (79,5)	9 (20,5)	-	-
		>6	12 (26,1)	34 (73,9)	11,02 (4,28-31,04) p<0,001	19,45 (6,12-79,85) p<0,001
	Score 3B	<2	35 (66,0)	18 (34,0)	-	-
		>2	12 (32,4)	25 (67,6)	4,05 (1,69-10,17) p=0,002	5,36 (1,64-21,19) p=0,009
Variables del Modelo 4Z 4A	Edad meses	<4,07	20 (42,6)	27 (57,4)	-	-
		>4,07	27 (62,8)	16 (37,2)	0,44 (0,19-1,01) p=0,057	0,36 (0,10-1,11) p=0,086
	Score HSJD	<6	35 (79,5)	9 (20,5)	-	-
		>6	12 (26,1)	34 (73,9)	11,02 (4,28-31,04) p<0,001	17,22 (5,66-64,96) p<0,001
	Score 4A	<2	34 (65,4)	18 (34,6)	-	-
		>2	13 (34,2)	25 (65,8)	3,63 (1,53-8,98) p=0,004	3,97 (1,29-13,91) p=0,021
Variables del Modelo 4Z 4B	Edad meses	<4,07	20 (42,6)	27 (57,4)	-	-
		>4,07	27 (62,8)	16 (37,2)	0,44 (0,19-1,01) p=0,057	0,36 (0,10-1,11) p=0,086
	Score HSJD	<6	35 (79,5)	9 (20,5)	-	-
		>6	12 (26,1)	34 (73,9)	11,02 (4,28-31,04) p<0,001	17,23 (5,67-64,94) p<0,001
	Score 4B	<2	33 (66,0)	17 (34,0)	-	-
		>2	14 (35,0)	26 (65,0)	3,61 (1,53-8,85) p=0,004	3,98 (1,30-13,87) p=0,020

Tabla 65: Modelos de regresión logística para predecir necesidad de oxigenoterapia en función de la edad, score clínico del HSJD y scores ecográficos 4Z. HSJD: hospital San Juan de Dios; OR: odds ratio.

3. Tabla 66: Necesidad de ingreso en UCIP

Ingreso en UCIP		Punto de corte	No (%)	Sí (%)	OR univariante	OR multivariante
Variables del Modelo 4Z 1A	Edad meses	<3,37	30 (69,8)	13 (30,2)	-	-
		>3,37	45 (95,7)	2 (4,3)	0,10 (0,02-0,41) p=0,004	0,02 (0,00-0,22) p=0,008
	Score HSJD	<8	68 (95,8)	3 (4,2)	-	-
		>8	7 (36,8)	12 (63,2)	38,86 (9,83-205,02) p<0,001	134,67 (17,50-3862,82) p<0,001
	Score 1A	<3	60 (87,0)	9 (13,0)	-	-
		>3	15 (71,4)	6 (28,6)	2,67 (0,79-8,63) p=0,103	0,55 (0,03-5,07) p=0,632
Variables del Modelo 4Z 1B	Edad meses	<3,37	30 (69,8)	13 (30,2)	-	-
		>3,37	45 (95,7)	2 (4,3)	0,10 (0,02-0,41) p=0,004	0,03 (0,00-0,29) p=0,009
	Score HSJD	<8	68 (95,8)	3 (4,2)	-	-
		>8	7 (36,8)	12 (63,2)	38,86 (9,83-205,02) p<0,001	112,42 (16,38-2399,84), p<0,001
	Score 1B	<2	45 (90,0)	5 (10,0)	-	-
		>2	30 (75,0)	10 (25,0)	3,00 (0,97-10,45) p=0,065	1,38 (0,20-10,29) p=0,743
Variables del Modelo 4Z 2	Edad meses	<3,37	30 (69,8)	13 (30,2)	-	-
		>3,37	45 (95,7)	2 (4,3)	0,10 (0,02-0,41) p=0,004	0,03 (0,00-0,27) p=0,007
	Score HSJD	<8	68 (95,8)	3 (4,2)	-	-
		>8	7 (36,8)	12 (63,2)	38,86 (9,83-205,02) p<0,001	114,34 (16,61-2450,52) p<0,001
	Score 2	<2	48 (88,9)	6 (11,1)	-	-
		>2	27 (75,0)	9 (25,0)	2,67 (0,87-8,73) p=0,090	1,28 (0,19-9,34) p=0,798
Variables del Modelo 4Z 3A	Edad meses	<3,37	30 (69,8)	13 (30,2)	-	-
		>3,37	45 (95,7)	2 (4,3)	0,10 (0,02-0,41) p=0,004	0,02 (0,00-0,21) p=0,005
	Score HSJD	<8	68 (95,8)	3 (4,2)	-	-
		>8	7 (36,8)	12 (63,2)	38,86 (9,83-205,02) p<0,001	123,06 (17,28-2750,64) p<0,001
	Score 3A	<2	48 (87,3)	7 (12,7)	-	-
		>2	27 (77,1)	8 (22,9)	2,03 (0,66-6,40) p=0,214	0,60 (0,07-3,91) p=0,604
Variables del Modelo 4Z 3B	Edad meses	<3,37	30 (69,8)	13 (30,2)	-	-
		>3,37	45 (95,7)	2 (4,3)	0,10 (0,02-0,41) p=0,004	0,03 (0,00-0,27) p=0,007
	Score HSJD	<8	68 (95,8)	3 (4,2)	-	-
		>8	7 (36,8)	12 (63,2)	38,86 (9,83-205,02) p<0,001	114,42 (16,62-2452,24) p<0,001
	Score 3B	<2	47 (88,7)	6 (11,3)	-	-
		>2	28 (75,7)	9 (24,3)	2,52 (0,82-8,23) p=0,110	1,27 (0,19-9,31) p=0,800
Variables del Modelo 4Z 4A	Edad meses	<3,37	30 (69,8)	13 (30,2)	-	-
		>3,37	45 (95,7)	2 (4,3)	0,10 (0,02-0,41) p=0,004	0,03 (0,00-0,26) p=0,007
	Score HSJD	<8	68 (95,8)	3 (4,2)	-	-
		>8	7 (36,8)	12 (63,2)	38,86 (9,83-205,02) p<0,001	114,50 (16,64-2453,94) p<0,001
	Score 4A	<2	46 (88,5)	6 (11,5)	-	-
		>2	29 (76,3)	9 (23,7)	2,38 (0,78-7,77) p=0,134	1,27 (0,19-9,29) p=0,803
Variables del Modelo 4Z 4B	Edad meses	<3,37	30 (69,8)	13 (30,2)	-	-
		>3,37	45 (95,7)	2 (4,3)	0,10 (0,02-0,41) p=0,004	0,03 (0,00-0,29) p=0,009
	Score HSJD	<8	68 (95,8)	3 (4,2)	-	-
		>8	7 (36,8)	12 (63,2)	38,86 (9,83-205,02) p<0,001	112,42 (16,38-2399,84) p<0,001
	Score 4B	<2	45 (90,0)	5 (10,0)	-	-
		>2	30 (75,0)	10 (25,0)	3,00 (0,97-10,45) p=0,065	1,38 (0,20-10,29) p=0,743

Tabla 66: Modelos de regresión logística para predecir ingreso en UCIP en función de la edad, *score* clínico del HSJD y *scores* ecográficos 4Z. HSJD: hospital San Juan de Dios; OR: odds ratio; UCIP: unidad de cuidados intensivos pediátricos.

4. Tabla 67: Pruebas de bondad de ajuste para los modelos de regresión logística 4Z

Modelo	Ingreso hospitalario			Oxigenoterapia			Ingreso en UCIP		
	R ² (%)	AUC	AIC	R ² (%)	AUC	AIC	R ² (%)	AUC	AIC
4Z 1A	34,54	0,841	62,9	45,72	0,844	94,83	66,82	0,932	43,6
4Z 1B	39,52	0,871	61,72	47,81	0,853	92,66	66,61	0,933	43,74
4Z 2	42,27	0,892	59,91	48,88	0,857	91,52	66,61	0,933	43,78
4Z 3A	41,92	0,892	60,14	47,3	0,854	93,19	66,85	0,941	43,57
4Z 3B	42,54	0,894	59,73	49,75	0,86	90,59	66,61	0,933	43,78
4Z 4A	42,87	0,894	59,51	47,74	0,853	92,72	66,61	0,933	43,79
4Z 4B	39,52	0,871	61,72	47,81	0,853	92,66	66,66	0,933	43,74

Tabla 67: Pruebas de bondad de ajuste para los distintos modelos 4Z para las variables ingreso hospitalario, necesidad de oxígeno e ingreso en UCIP. R²: R² de Nagelkerke. AIC: Criterio de información de Akaike. AUC: área bajo la curva. Aparece sombreado el mejor modelo según las diferentes pruebas aplicadas.

7.4.3.5 Modelos lineales 4Z

Al igual que con las opciones 8Z y 6Z, se desarrollaron modelos lineales para predecir la duración de la estancia hospitalaria, del tiempo de oxigenoterapia y del tiempo en UCIP (Tablas 68 a 71).

a. Tiempo de estancia hospitalaria

En cuanto a la duración de la estancia hospitalaria, todas las escalas ecográficas alcanzaron significación estadística dentro de los modelos. Los mejores modelos según las pruebas de bondad fueron el 4Z 2 y el 4Z 3B; según estos, puntuaciones superiores a 2 en cualquiera de las escalas ecográficas incrementarían en más de 1 los días de ingreso hospitalario. Así mismo, una puntuación superior a 6 en el *score* del HSJD supondría un aumento de más de 3 días. Su razón explicativa es del 40% (Tablas 68 y 71).

b. Tiempo de oxigenoterapia

Respecto al tiempo de conexión a oxígeno, sólo el *score* 4Z 3A resultó significativo, con un R² ajustado bajo (31%) y según el cual una puntuación superior a 2 en la escala ecográfica aumentaría en 1 los días de precisar oxigenoterapia como puede observarse en las Tablas 69 y 71.

c. Tiempo de estancia en UCIP

En el caso de la UCIP, los mejores modelos serían aquellos que incluyesen los *scores* 4Z 1A, 2, 3B y 4A a pesar de la falta de significación (Tablas 70 y 71).

d. Tablas modelos lineales 4Z

1. Tabla 68: Tiempo de estancia hospitalaria

Tiempo estancia hospitalaria		Punto de corte	Media (DS)	Coefficiente univariante	Coefficiente multivariante
Variables del Modelo 4Z 1A	Edad meses	<3,47	4,5 (2,9)	-	-
		>3,47	2,9 (3,0)	-1,56 (-2,84 a -0,27) p=0,019	-1,56 (-2,68 a -0,44) p=0,007
	Score HSJD	<6	2,0 (1,9)	-	-
		>6	5,4 (3,2)	3,31 (2,19 a 4,43) p<0,001	3,42 (2,38 a 4,46) p<0,001
	Score 1A	<2	3,0 (3,1)	-	-
		>2	4,8 (2,7)	1,81 (0,50 a 3,13) p=0,008	1,02 (-0,13 a 2,17) p=0,082
Variables del Modelo 4Z 1B	Edad meses	<3,47	4,5 (2,9)	-	-
		>3,47	2,9 (3,0)	-1,56 (-2,84 a -0,27) p=0,019	-1,44 (-2,55 a -0,32) p=0,012
	Score HSJD	<6	2,0 (1,9)	-	-
		>6	5,4 (3,2)	3,31 (2,19 a 4,43) p<0,001	3,42 (2,39 a 4,45) p<0,001
	Score 1B	<2	2,9 (2,9)	-	-
		>2	4,8 (2,9)	1,95 (0,66 a 3,23) p=0,003	1,26 (0,14 a 2,39) p=0,028
Variables del Modelo 4Z 2	Edad meses	<3,47	4,5 (2,9)	-	-
		>3,47	2,9 (3,0)	-1,56 (-2,84 a -0,27) p=0,019	-1,38 (-2,51 a -0,26) p=0,017
	Score HSJD	<6	2,0 (1,9)	-	-
		>6	5,4 (3,2)	3,31 (2,19 a 4,43) p<0,001	3,45 (2,42 a 4,47) p<0,001
	Score 2	<2	2,9 (3,1)	-	-
		>2	4,9 (2,6)	1,96 (0,66 a 3,27) p=0,004	1,34 (0,18 a 2,49) p=0,024
Variables del Modelo 4Z 3A	Edad meses	<3,47	4,5 (2,9)	-	-
		>3,47	2,9 (3,0)	-1,56 (-2,84 a -0,27) p=0,019	-1,44 (-2,56 a -0,32) p=0,012
	Score HSJD	<6	2,0 (1,9)	-	-
		>6	5,4 (3,2)	3,31 (2,19 a 4,43) p<0,001	3,42 (2,39 a 4,45) p<0,001
	Score 3A	<2	3,0 (3,1)	-	-
		>2	4,9 (2,7)	1,97 (0,66 a 3,29) p=0,004	1,27 (0,11 a 2,49) p=0,033
Variables del Modelo 4Z 3B	Edad meses	<3,47	4,5 (2,9)	-	-
		>3,47	2,9 (3,0)	-1,56 (-2,84 a -0,27) p=0,019	-1,38 (-2,51 a -0,26) p=0,017
	Score HSJD	<6	2,0 (1,9)	-	-
		>6	5,4 (3,2)	3,31 (2,19 a 4,43) p<0,001	3,45 (2,42 a 4,47) p<0,001
	Score 3B	<2	2,9 (3,1)	-	-
		>2	4,9 (2,6)	1,96 (0,66 a 3,27) p=0,004	1,34 (0,18 a 2,49) p=0,024
Variables del Modelo 4Z 4A	Edad meses	<3,47	4,5 (2,9)	-	-
		>3,47	2,9 (3,0)	-1,56 (-2,84 a -0,27) p=0,019	-1,56 (-2,68 a -0,44) p=0,007
	Score HSJD	<6	2,0 (1,9)	-	-
		>6	5,4 (3,2)	3,31 (2,19 a 4,43) p<0,001	3,42 (2,38 a 4,46) p<0,001
	Score 4A	<2	3,0 (3,1)	-	-
		>2	4,8 (2,7)	1,81 (0,50 a 3,13) p=0,008	1,02 (-0,13 a 2,17) p=0,082
Variables del Modelo 4Z 4B	Edad meses	<3,47	4,5 (2,9)	-	-
		>3,47	2,9 (3,0)	-1,56 (-2,84 a -0,27) p=0,019	-1,44 (-2,55 a -0,32) p=0,012
	Score HSJD	<6	2,0 (1,9)	-	-
		>6	5,4 (3,2)	3,31 (2,19 a 4,43) p<0,001	3,42 (2,39 a 4,45) p<0,001
	Score 4B	<2	2,9 (2,9)	-	-
		>2	4,8 (2,9)	1,95 (0,66 a 3,23) p=0,003	1,26 (0,14 a 2,39) p=0,028

Tabla 68: modelos lineales para predicción de la duración de la estancia hospitalaria. HSJD: hospital San Juan de Dios; DS: desviación estándar

2. Tabla 69: Tiempo de oxigenoterapia

Tiempo de oxigenoterapia		Punto de corte	Media (DS)	Coefficiente univariante	Coefficiente multivariante
Variables del Modelo 4Z 1A	Edad meses	<4,07	2,3 (2,8)	-	-
		>4,07	1,1 (2,4)	-1,12 (-2,25 a 0,00) p=0,050	-1,01 (-2,01 a -0,01) p=0,049
	Score HSJD	<6	0,4 (1,1)	-	-
		>6	3,1 (3,1)	2,66 (1,66 a 3,66) p<0,001	2,67 (1,71 a 3,63) p<0,001
	Score 1A	<2	1,2 (2,3)	-	-
		>2	2,6 (3,0)	1,37 (0,23 a 2,51) p=0,019	0,90 (-0,12 a 1,93) p=0,084
Variables del Modelo 4Z 1B	Edad meses	<4,07	2,3 (2,8)	-	-
		>4,07	1,1 (2,4)	-1,12 (-2,25 a 0,00) p=0,050	-1,04 (-2,05 a -0,02) p=0,045
	Score HSJD	<6	0,4 (1,1)	-	-
		>6	3,1 (3,1)	2,66 (1,66 a 3,66) p<0,001	2,69 (1,73 a 3,66) p<0,001
	Score 1B	<2	1,2 (2,4)	-	-
		>2	2,4 (2,9)	1,19 (0,05 a 2,32) p=0,041	0,76 (-0,26 a 1,78) p=0,144
Variables del Modelo 4Z 2	Edad meses	<4,07	2,3 (2,8)	-	-
		>4,07	1,1 (2,4)	-1,12 (-2,25 a 0,00) p=0,050	-0,93 (-1,95 a 0,08) p=0,071
	Score HSJD	<6	0,4 (1,1)	-	-
		>6	3,1 (3,1)	2,66 (1,66 a 3,66) p<0,001	2,70 (1,75 a 3,66) p<0,001
	Score 2	<2	1,2 (2,3)	-	-
		>2	2,6 (3,0)	1,37 (0,23 a 2,51) p=0,019	1,01 (-0,03 a 2,05) p=0,056
Variables del Modelo 4Z 3A	Edad meses	<4,07	2,3 (2,8)	-	-
		>4,07	1,1 (2,4)	-1,12 (-2,25 a 0,00) p=0,050	-0,94 (-1,94 a 0,07) p=0,067
	Score HSJD	<6	0,4 (1,1)	-	-
		>6	3,1 (3,1)	2,66 (1,66 a 3,66) p<0,001	2,68 (1,73 a 3,63) p<0,001
	Score 3A	<2	1,2 (2,3)	-	-
		>2	2,6 (3,0)	1,47 (0,33 a 2,61) p=0,012	1,06 (0,03 a 2,10) p=0,044
Variables del Modelo 4Z 3B	Edad meses	<4,07	2,3 (2,8)	-	-
		>4,07	1,1 (2,4)	-1,12 (-2,25 a 0,00) p=0,050	-0,93 (-1,95 a 0,08) p=0,071
	Score HSJD	<6	0,4 (1,1)	-	-
		>6	3,1 (3,1)	2,66 (1,66 a 3,66) p<0,001	2,70 (1,75 a 3,66) p<0,001
	Score 3B	<2	1,2 (2,3)	-	-
		>2	2,6 (3,0)	1,37 (0,23 a 2,51) p=0,019	1,01 (-0,03 a 2,05) p=0,056
Variables del Modelo 4Z 4A	Edad meses	<4,07	2,3 (2,8)	-	-
		>4,07	1,1 (2,4)	-1,12 (-2,25 a 0,00) p=0,050	-1,01 (-2,02 a 0,01) p=0,051
	Score HSJD	<6	0,4 (1,1)	-	-
		>6	3,1 (3,1)	2,66 (1,66 a 3,66) p<0,001	2,69 (1,73 a 3,65) p<0,001
	Score 4A	<2	1,2 (2,4)	-	-
		>2	2,5 (3,0)	1,27 (0,13 a 2,42) p=0,029	0,85 (-0,18 a 1,88) p=0,104
Variables del Modelo 4Z 4B	Edad meses	<4,07	2,3 (2,8)	-	-
		>4,07	1,1 (2,4)	-1,12 (-2,25 a 0,00) p=0,050	-1,04 (-2,05 a -0,02) p=0,045
	Score HSJD	<6	0,4 (1,1)	-	-
		>6	3,1 (3,1)	2,66 (1,66 a 3,66) p<0,001	2,69 (1,73 a 3,66) p<0,001
	Score 4B	<2	1,2 (2,4)	-	-
		>2	2,4 (2,9)	1,19 (0,05 a 2,32) p=0,041	0,76 (-0,26 a 1,78) p=0,144

Tabla 69: modelos lineales para predicción de la duración de oxigenoterapia. HSJD: hospital San Juan de Dios; DS: desviación estándar

3. Tabla 70: Tiempo de estancia en UCIP

Tiempo de estancia en UCIP		Punto de corte	Media (DS)	Coefficiente univariante	Coefficiente multivariante
Variables del Modelo 4Z 1A	Edad meses	<3,37	4,3 (1,4)	-	-
		>3,37	4,5 (0,7)	0,23 (-2,09 a 2,55) p=0,833	-0,03 (-2,26 a 2,20) p=0,976
	Score HSJD	<8	2,5 (0,7)	-	-
		>8	4,6 (1,1)	2,14 (0,29 a 3,98) p=0,027	2,18 (0,08 a 4,29) p=0,044
	Score 1A	<3	4,2 (1,4)	-	-
		>3	4,4 (1,3)	0,15 (-1,57 a 1,87) p=0,851	0,31 (-1,33 a 1,94) p=0,681
Variables del Modelo 4Z 1B	Edad meses	<3,37	4,3 (1,4)	-	-
		>3,37	4,5 (0,7)	0,23 (-2,09 a 2,55) p=0,833	-0,13 (-2,27 a 2,00) p=0,891
	Score HSJD	<8	2,5 (0,7)	-	-
		>8	4,6 (1,1)	2,14 (0,29 a 3,98) p=0,027	2,23 (0,04 a 4,43) p=0,047
	Score 1B	<2	4,5 (1,3)	-	-
		>2	4,2 (1,4)	-0,28 (-2,09 a 1,53) p=0,742	0,20 (-1,51 a 1,91) p=0,798
Variables del Modelo 4Z 2	Edad meses	<3,37	4,3 (1,4)	-	-
		>3,37	4,5 (0,7)	0,23 (-2,09 a 2,55) p=0,833	-0,18 (-2,29 a 1,92) p=0,848
	Score HSJD	<8	2,5 (0,7)	-	-
		>8	4,6 (1,1)	2,14 (0,29 a 3,98) p=0,027	2,03 (-0,20 a 4,26) p=0,069
	Score 2	<2	4,8 (1,3)	-	-
		>2	4,0 (1,3)	-0,80 (-2,44 a 0,84) p=0,306	-0,31 (-1,94 a 1,33) p=0,681
Variables del Modelo 4Z 3A	Edad meses	<3,37	4,3 (1,4)	-	-
		>3,37	4,5 (0,7)	0,23 (-2,09 a 2,55) p=0,833	-0,17 (-2,30 a 1,95) p=0,858
	Score HSJD	<8	2,5 (0,7)	-	-
		>8	4,6 (1,1)	2,14 (0,29 a 3,98) p=0,027	2,17 (0,05 a 4,30) p=0,046
	Score 3A	<2	4,3 (1,6)	-	-
		>2	4,3 (1,1)	-0,05 (-1,73 a 1,63) p=0,951	-0,10 (-1,62 a 1,41) p=0,880
Variables del Modelo 4Z 3B	Edad meses	<3,37	4,3 (1,4)	-	-
		>3,37	4,5 (0,7)	0,23 (-2,09 a 2,55) p=0,833	-0,18 (-2,29 a 1,92) p=0,848
	Score HSJD	<8	2,5 (0,7)	-	-
		>8	4,6 (1,1)	2,14 (0,29 a 3,98) p=0,027	2,03 (-0,20 a 4,26) p=0,069
	Score 3B	<2	4,8 (1,3)	-	-
		>2	4,0 (1,3)	-0,80 (-2,44 a 0,84) p=0,306	-0,31 (-1,94 a 1,33) p=0,681
Variables del Modelo 4Z 4A	Edad meses	<3,37	4,3 (1,4)	-	-
		>3,37	4,5 (0,7)	0,23 (-2,09 a 2,55) p=0,833	-0,18 (-2,29 a 1,92) p=0,848
	Score HSJD	<8	2,5 (0,7)	-	-
		>8	4,6 (1,1)	2,14 (0,29 a 3,98) p=0,027	2,03 (-0,20 a 4,26) p=0,069
	Score 4A	<2	4,8 (1,3)	-	-
		>2	4,0 (1,3)	-0,80 (-2,44 a 0,84) p=0,306	-0,31 (-1,94 a 1,33) p=0,681
Variables del Modelo 4Z 4B	Edad meses	<3,37	4,3 (1,4)	-	-
		>3,37	4,5 (0,7)	0,23 (-2,09 a 2,55) p=0,833	-0,13 (-2,27 a 2,00) p=0,891
	Score HSJD	<8	2,5 (0,7)	-	-
		>8	4,6 (1,1)	2,14 (0,29 a 3,98) p=0,027	2,23 (0,04 a 4,43) p=0,047
	Score 4B	<2	4,5 (1,3)	-	-
		>2	4,2 (1,4)	-0,28 (-2,09 a 1,53) p=0,742	0,20 (-1,51 a 1,91) p=0,798

Tabla 70: modelos lineales para predicción de la duración de la estancia en UCIP. HSJD: hospital San Juan de Dios; DS: desviación estándar; UCIP: unidad de cuidados intensivos pediátricos.

4. Tabla 71: Pruebas de bondad de ajuste para los modelos de regresión lineal 4Z

Modelo	Tiempo de estancia hospitalaria		Duración de Oxigenoterapia		Tiempo de estancia en UCIP	
	R ² _{adj} (%)	AIC	R ² _{adj} (%)	AIC	R ² _{adj} (%)	AIC
4Z 1A	39,43	395,06	30,63	392,75	18,18	46,63
4Z 1B	40,75	393,18	29,92	393,64	17,16	46,79
4Z 2	40,96	392,88	31,18	392,06	18,18	46,63
4Z 3A	40,57	393,43	31,51	391,64	16,76	46,86
4Z 3B	40,96	392,88	31,18	392,06	18,18	46,63
4Z 4A	39,73	394,63	30,34	393,11	18,18	46,63
4Z 4B	40,75	393,18	29,92	393,64	17,18	46,79

Tabla 71: Pruebas de bondad de ajuste para los distintos modelos 4Z para las variables tiempo de estancia hospitalaria, tiempo de conexión a oxígeno y tiempo de estancia en UCIP. R²_{adj}: R² ajustado. AIC: Criterio de información de Akaike. Aparece sombreado el mejor modelo según las diferentes pruebas aplicadas.

7.4.4 RESUMEN ESCALAS ECOGRÁFICAS

En la siguiente tabla aparecen resumidos los diferentes análisis realizados con los *scores* ecográficos y su relación con las variables resultado.

	RELACIÓN CON VARIABLES RESULTADO	PUNTOS DE CORTE- CURVAS ROC	REGRESIÓN LOGÍSTICA Incluyendo Edad + score HSJD en el análisis multivariante	MODELOS LINEALES Incluyendo Edad + score HSJD en el análisis multivariante
SCORES 8Z	Hospitalización	Hospitalización	Hospitalización	Hospitalización
	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B
	Oxígeno	Oxígeno	Oxígeno	Oxígeno
	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B
	UCIP	UCIP	UCIP	UCIP
	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B
SCORES 6Z	Hospitalización	Hospitalización	Hospitalización	Hospitalización
	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B
	Oxígeno	Oxígeno	Oxígeno	Oxígeno
	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B
	UCIP	UCIP	UCIP	UCIP
	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B
SCORES 4Z	Hospitalización	Hospitalización	Hospitalización	Hospitalización
	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B
	Oxígeno	Oxígeno	Oxígeno	Oxígeno
	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B
	UCIP	UCIP	UCIP	UCIP
	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B	1A 1B 2 3A 3B 4A 4B

Tabla 72: resumen de los análisis estadísticos realizados con los diferentes *scores* ecográficos. Aparecen coloreados los análisis que han resultado estadísticamente significativos y en negrita los mejores modelos según las pruebas de bondad de ajuste. Los *scores* basados en el patrón aparecen en verde, los basados en extensión en naranja y los que se forman combinando patrón-extensión en tonalidad azul.

7.4.4.1 Scores 8Z

1. Relación con variables resultado

Con todas las escalas ecográficas 8Z la puntuación obtenida fue significativamente mayor en los pacientes que precisaron ingreso hospitalario, ingreso en UCIP y oxigenoterapia respecto a los que no (Tabla 24).

2. Puntos de corte – curvas ROC

Al tomar un punto de corte para cada uno de los *scores* 8Z se obtuvo una relación estadísticamente significativa entre estos y las variables ingreso hospitalario (Tabla 26), ingreso en UCIP (Tabla 30) y la necesidad de oxigenoterapia (Tabla 28).

Todas las escalas tuvieron capacidad predictiva significativa, con AUC generalmente entre 0,72 -0,75 para las tres variables a estudio (Tablas 25, 27 y 29).

3. Modelos de regresión logística

En cuanto a los modelos de regresión logística que servirían para predecir si los pacientes ingresan/no (Tabla 31) o si precisan oxigenoterapia (Tabla 32) todos los *scores* 8Z fueron significativos dentro de los modelos, siendo los más adecuados los 1A y 1B. Además, en todos los modelos las AUC rondaban valores de 0,9 (Tabla 34).

Ninguna escala alcanzó significación dentro de los modelos para la variable ingreso en UCIP (Tabla 33).

4. Modelos lineales

Respecto a los modelos lineales que servían para predecir la duración del ingreso hospitalario (Tabla 36) y de oxigenoterapia (Tabla 37), todos los modelos resultaron significativos, siendo el más adecuado el 8Z 4B en el primero de los casos y el 8Z 2 para el segundo. Los R^2 ajustados se situaron en 47 y 40% respectivamente (Tabla 39).

Ninguno de los *scores* alcanzó valores significativos dentro de los modelos que predecían estancia en UCIP (Tabla 38).

7.4.4.2 Scores 6Z

1. Relación con variables resultado.

Con todas las escalas ecográficas 6Z la puntuación obtenida fue significativamente mayor en los pacientes que precisaron ingreso hospitalario, en UCIP y que precisaron oxigenoterapia respecto a los que no (Tabla 41).

2. Puntos de corte – curvas ROC

Tomando el punto de corte correspondiente para cada uno de los *scores* 6Z se obtuvo una relación significativa entre estos y la necesidad de ingreso hospitalario (Tabla 43), en UCIP (Tabla 47) y la necesidad de oxigenoterapia (Tabla 45), también se demostró una relación estadísticamente significativa con todos ellos.

Todos los *scores* demostraron una capacidad predictiva significativa, con AUC en torno a 0,75 para la variable ingreso hospitalario y 0,72 para la necesidad de oxígeno o ingreso en cuidados intensivos (Tablas 42, 44 y 46).

3. Modelos de regresión logística

Todos los *scores* ecográficos 6Z alcanzaron significación estadística dentro de los modelos desarrollados para predecir la necesidad de oxígeno (Tabla 49). Para la predicción del ingreso hospitalario sólo resultaron significativos los que utilizaban los *scores* 6Z 2, 3A, 3B y 4A (Tabla 48), siendo el más adecuado este último con una capacidad predictiva elevada (AUC 0,889) (Tabla 51).

En cuanto al ingreso en UCIP ningún modelo alcanzó significación estadística (Tabla 50).

4. Modelos lineales

Si nos referimos a los modelos lineales, todos los modelos resultaron significativos para predecir el tiempo de estancia hospitalaria (Tabla 52), siendo los que mejor poder explicativo obtuvieron (47%) el 6Z 2, 6Z 3A y el 6Z 3B (Tabla 55).

Para la duración de la oxigenoterapia y de la estancia en UCIP ningún *score* alcanzó un resultado significativo dentro de los modelos propuestos (Tablas 53 y 54).

7.4.4.3 Scores 4Z

1. Relación con variables resultado

Todos los *scores* 4Z consiguieron puntuaciones significativamente más elevadas en los pacientes que precisaron ingreso hospitalario u oxigenoterapia respecto a los que no. En el caso del ingreso en UCIP las puntuaciones fueron también superiores, aunque sin obtener la significación estadística (Tabla 57).

2. Puntos de corte – curvas ROC

Se observó relación estadísticamente significativa entre las escalas ecográficas 4Z (estableciendo un punto de corte) y el ingreso hospitalario y la necesidad de oxígeno (Tablas 59 y 61). Los resultados no fueron significativos para el ingreso en UCIP (Tabla 63). La capacidad predictiva de los *scores* para prever el ingreso hospitalario y oxigenoterapia también fue significativa, con valores de AUC cercanos a 0,7 (Tablas 58 y 60). No alcanzándose esta significación para predecir el ingreso en cuidados intensivos (Tabla 62).

3. Modelos de regresión logística

Todos los *scores* 4Z (excepto el 1A) fueron significativos dentro de los modelos, pero sólo para predecir la necesidad de oxigenoterapia (Tabla 65), siendo el más adecuado el 4Z 3B (AUC de 0,86 y una razón explicativa de casi el 50%) (Tabla 67). Ningún modelo alcanzó significación para predecir la necesidad de ingreso hospitalario o en UCIP (Tablas 64 y 66).

4. Modelos lineales

Todos los *scores* 4Z (salvo el 1A y 4A) obtuvieron resultados significativos dentro de los modelos que predicen duración de estancia hospitalaria (Tabla 68). Para la duración de la oxigenoterapia el único modelo que resultó significativo fue el que empleaba el *score* 4Z 3A (Tabla 69). El poder explicativo de estos sería del 40% para la primera variable y el 31% para la segunda según el R^2 ajustado (Tabla 71).

Para predecir la estancia en UCIP ninguno de los modelos alcanzó la significación (Tabla 70).

7.5 CONCORDANCIA ENTRE LOS INVESTIGADORES

Como se ha mencionado previamente, los investigadores A y B revisaron y puntuaron todas las ecografías realizadas a los 90 pacientes de la muestra. El coeficiente de correlación intraclase (CCI) obtenido para los 7 *scores* desarrollados fue superior a 0,9 en todos salvo en el *score* 2 (con valor cercano a esta cifra y siendo la media de los CCI de 0,913). En la Tabla 73 se muestran los resultados obtenidos.

Score ecográfico	CCI (IC 95%)
8Z 1A	0,934 (0,901-0,956)
8Z 1B	0,911 (0,868-0,941)
8Z 2	0,879 (0,821-0,918)
8Z 3A	0,930 (0,895-0,953)
8Z 3B	0,910 (0,866-0,940)
8Z 4A	0,924 (0,886-0,949)
8Z 4B	0,906 (0,860-0,937)

Tabla 73: Grado de concordancia entre investigadores en función de las puntuaciones ecográficas obtenidas. CCI= coeficiente de correlación intraclase; IC 95%= intervalo de confianza del 95%.

A continuación, se muestran los gráficos de Bland-Altman para cada uno de los *scores* 8Z, donde se puede observar que la media de las diferencias entre las puntuaciones otorgadas por los investigadores (representada por una línea gruesa) fue de cero o muy próxima a este valor (Figura 26).

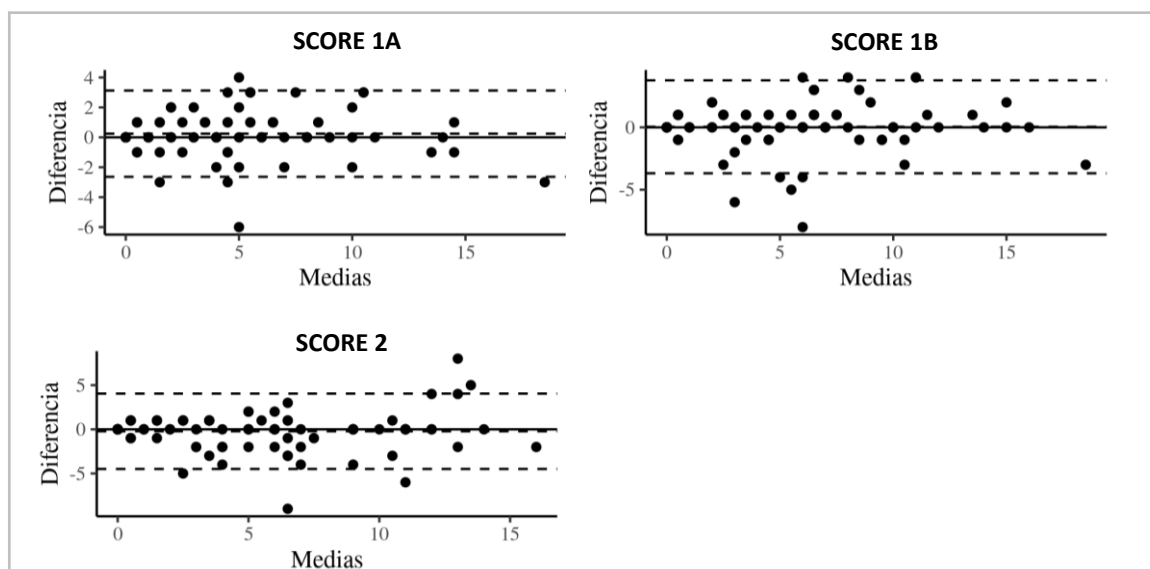


Figura 26: Gráficos de Bland-Altman para las puntuaciones obtenidas por los investigadores A y B. En el eje de abscisas, se representan la media de las puntuaciones dadas por los observadores, y en el eje de ordenadas el valor de la diferencia entre las puntuaciones de uno y otro observador. La línea horizontal gruesa señala la media de las diferencias entre las puntuaciones, y con líneas discontinuas los valores correspondientes al intervalo de confianza al 95% para esa diferencia que serían los límites de la concordancia (permiten identificar fuera de ellos los casos más discordantes).

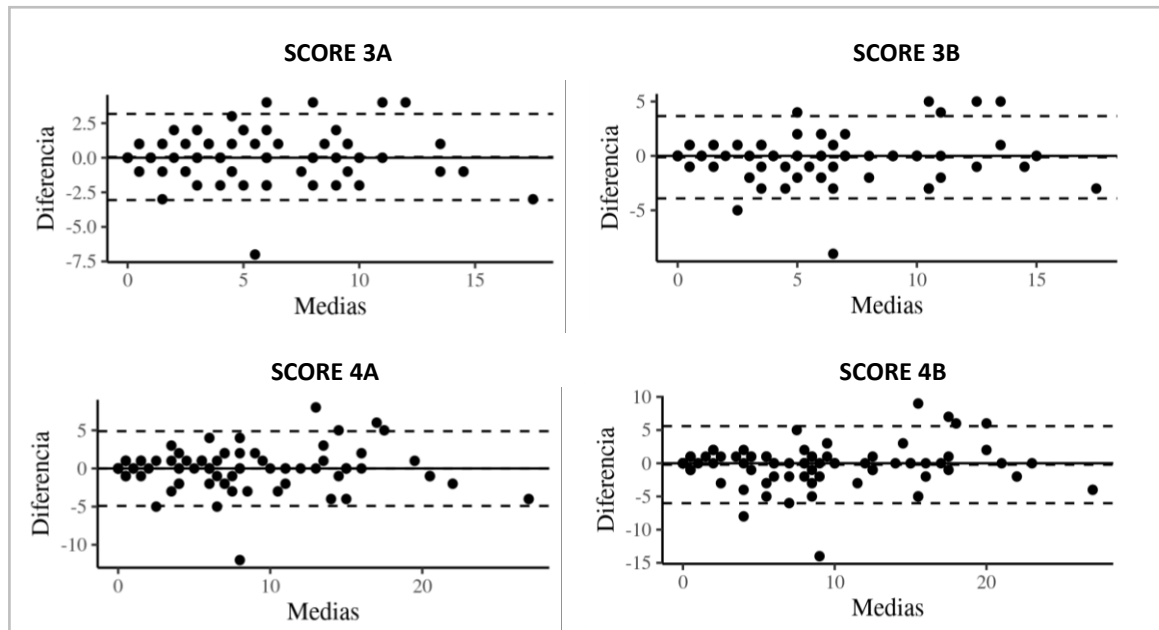


Figura 26 (continuación): Gráficos de Bland-Altman para las puntuaciones obtenidas por los investigadores A y B.

DISCUSIÓN

8 DISCUSIÓN

8.1 Características de la muestra

8.1.1 Demográficas

Nuestro estudio incluyó a lactantes menores de 12 meses, a pesar de que la definición más aceptada de BA incluye niños de hasta 24 meses (guías de la *American Academy of Pediatrics* -AAP- 2014 y del *National Institute for Health and Care Excellence* -NICE-) (1,14), si bien este cuadro es más frecuente en el primer año de vida (14). En los diversos trabajos que hacen referencia a la EcoP en BA existe una amplia variabilidad en la edad de los pacientes incluidos: los trabajos de Zoido, Supino y Gori incluyen, al igual que en nuestra investigación, individuos hasta los 12 meses de edad (42,67,60). Sin embargo, estudios como los de Bueno-Campaña y Taveira recogen sólo pacientes hasta los 6 meses (62,71), mientras que otros autores como Özkaya y San Sebastián-Ruiz extienden el punto de corte hasta los 24 (58,59). A este respecto, la mediana de edad de esta muestra fue de 3,84 meses, similar a los 3,6 meses que tienen Gori (60) y los 3 meses de Zoido y Supino (42,67), que utilizan el mismo rango de edad. También la mediana de peso de nuestro estudio (5,8 kg) se asemeja a los 6,1 kg de estos dos trabajos.

El predominio que hemos observado en varones (54,4%) se observa de forma constante en todos los trabajos, con porcentajes que rondan el 50-60% (42,58–60,62,67,71).

8.1.2 Características clínicas del proceso actual

a. Sintomatología

En cuanto a la temperatura máxima registrada, el 58,9% de los pacientes presentaron temperatura por encima de los 37°C, siendo la cifra superior a la descrita en otros trabajos (con rangos entre 27% - 53%, pudiendo deberse a que estos consideraban temperaturas superiores a 37,5-38°C). Respecto a la sintomatología, el 66,6% de los individuos llevaba 3 o más días con clínica antes de acudir al centro hospitalario, siguiendo la tendencia de otros estudios, con mediana de 3 días o media de 4, aunque no sean resultados comparables (42,58,61,62,65).

b. Gravedad clínica

En los pacientes incluidos en el estudio, la mediana obtenida en la escala de gravedad clínica HSJD cuando se realizó la primera ecografía fue de 6 puntos, que equivale a una BA moderada; Bueno-Campaña y Hernández-Villarroel presentaban en sus investigaciones pacientes con mediana en el *score* de Wood-Downes de 4 y 4,5 respectivamente, que se corresponden también con BA moderada aunque ambos estudios incluyen sólo a lactantes menores de 6 meses (62,65). En otras publicaciones referidas a la EcoP, algunos autores sólo incluyen pacientes catalogados clínicamente de BA leve o moderada (42,59) y en otros el porcentaje de formas graves de la enfermedad es pequeño: 2% en el estudio de Di Mauro que incluye a menores de 2 años (63) y 4,7% en el de Gori que, al igual que nuestro trabajo, incluye a menores de 1 año de edad (60). En nuestra muestra, el porcentaje de pacientes con BA grave según la escala de gravedad clínica del HSJD en el momento de la realización de la ecografía fue del 4,4%.

c. Estudios microbiológicos

A este respecto, en el 67,5% de los exudados nasofaríngeos realizados se detectó VRS. Este resultado se aproxima a lo descrito previamente por otros autores que estudian su epidemiología en individuos menores de 1 año como Miller con 59% de VRS (80), Baldassare con 70,5% (aunque en su estudio sólo incluye pacientes que precisan ingreso hospitalario, en nuestra muestra casi el 86% de los individuos cumplen esta característica) (81) o Smith con un 75% de individuos VRS positivos (66) y es superior al 43,4% que obtiene Supino en su muestra de lactantes entre 1 y 12 meses (67). No obstante, en la literatura existe una horquilla amplia de resultados, detectándose VRS en el 41-83% de los casos según las series (8).

Nuestra tasa de coinfecciones (12,5%) sin embargo, es inferior a lo descrito previamente en la literatura, con porcentajes que oscilan entre el 20-30% (5).

8.1.3 Evolución y manejo de los pacientes

a. Ingreso hospitalario

El tiempo de estancia hospitalaria de los pacientes del estudio (mediana 4 días) se asemejó a lo descrito previamente por otros autores como Taveira, Bueno-Campaña y Hernández-Villarroel también con 4 días de mediana (aunque estos incluyen sólo a lactantes menores de 6 meses de edad) (62,65,71) y los 3 días de Mahant (82). Aun así, fue inferior a los 5 días de mediana que obtuvieron trabajos como los de Zoido-Garrote y de Supino que abarcaban también a lactantes menores de 12 meses (42,67). En publicaciones como la de Hasegawa la mediana de estancia hospitalaria fue inferior (de 2,5 días) aunque esta recogía datos BA en menores de 24 meses (83).

Sin embargo, debemos tener en cuenta que en ocasiones el motivo de ingreso no se debe exclusivamente al compromiso respiratorio del paciente, sino que existen otro tipo de situaciones acompañantes que pueden motivar que un paciente acabe hospitalizado como por ejemplo dificultades en la alimentación (1,14). En este sentido habría sido útil la recogida del motivo específico de hospitalización.

b. Ingreso en UCIP

El 16,7% de los pacientes incluidos en el estudio precisó ingreso en UCIP, siendo en general un porcentaje superior al que incluyen otras investigaciones de EcoP en BA donde este grupo de pacientes que precisa cuidados críticos no supera el 10% de la muestra (42,59,62,67). En el estudio de Smith el porcentaje fue casi del 24% (66) y muy superior en los de Bobillo y Camporesi (del 55 y 34% respectivamente) (64,68), aunque debe tenerse en cuenta que el ingreso en cuidados críticos era la variable principal a evaluar. En cuanto al tiempo de estancia en UCIP la mediana fue de 4 días en nuestro trabajo, similar a lo recogido en Canadá por Mahant (82), y menor a los 6 días que precisaron los pacientes conectados a VNI en el estudio multicéntrico de Flores-González llevado a cabo en nuestro país (84) y a los 8 días que obtuvo San Sebastián, incluso a pesar de que su estudio incluía pacientes hasta los 2 años de edad (59). El estudio de Toledo sobre evolución de la VNI en BA pacientes que ingresaban en UCIP obtuvo una mediana de estancia en UCIP de 7 días, si bien debe tenerse en cuenta que también incluía a pacientes conectados a ventilación mecánica invasiva (85).

c. Oxigenoterapia y soporte respiratorio

En nuestra investigación, el 47,8% de los pacientes precisó oxigenoterapia a lo largo de su estancia hospitalaria (bien aplicada por medio de gafas nasales o mientras recibía VNI). Atendiendo al porcentaje de pacientes que precisó oxígeno de bajo flujo por cánulas nasales (33% del total de la muestra) esta cifra se sitúa dentro de la horquilla de los porcentajes que barajan estudios como los de Supino o Krishna, que rondan el 22% (61,67) o los de Zoido, Di Mauro y Özkaya que se sitúan alrededor del 35% (42,58,63).

Respecto al tiempo de oxigenoterapia (en nuestro caso 3 días de mediana), este también fue el que obtuvieron los estudios de Zoido y Taveira, aun así, este último incluía a población menor de 6 meses de edad (42,71). En el caso del trabajo de Supino la mediana fue de 5 días a pesar de que sólo englobaba pacientes entre 1 y 12 meses de edad (67).

En lo que concierne a los pacientes que precisaron asistencia respiratoria, el porcentaje de estos en la muestra no fue muy elevado (14,4%), al igual que en las publicaciones de Bueno-Campaña, Krishna, San Sebastián o Hernández-Villarreal cuya presencia no superaba tampoco el 16% del total (59,61,62,65). El tiempo de conexión a VNI (mediana 2,5 días), fue similar a los 2,8 días que obtuvo Taveira (71) y a los 3 días descritos por Toledo (85).

d. Tratamiento farmacológico

Si prestamos atención a los tratamientos recibidos, el 31% de los pacientes contó con algún tipo de fármaco (broncodilatadores, corticoides inhalados, SSH o antibióticos) y de hecho al 21% se les prescribieron más de una de estas terapias. Pese a que las guías clínicas no recomiendan su uso sistemático y múltiples estudios demuestran su ineficacia, el empleo injustificado de fármacos en la BA está ampliamente extendido con tasas de utilización similares a la nuestra (86) y por este motivo se han llevado a cabo numerosos proyectos con el lema “no hacer” en nuestro país, incluso en una de las comunidades autónomas a la que pertenece uno de los centros participantes de esta investigación (86–88).

8.1.4 Comparativa entre centros hospitalarios

En lo referente a las características de los pacientes recogidos por ambos centros hospitalarios, se han observado diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje

de pacientes que requirieron oxigenoterapia, pudiendo deberse esta al sesgo de selección a la hora de incluir pacientes en el estudio, puesto que el criterio para administrar oxigenoterapia fue el mismo en ambos centros participantes (Sat O₂ <92%).

Las diferencias en cuanto al tiempo de estancia hospitalaria y de los tratamientos recibidos pueden explicarse por el diferente manejo de los pacientes, inherente al hecho de que el estudio se llevó a cabo en dos centros hospitalarios en los que, como se ha señalado, no hubo modificación de los protocolos habituales a raíz de la realización de este estudio. De hecho, no se observaron diferencias significativas en el nivel de gravedad de los pacientes de ambos centros (según la escala clínica del HSJD) en el momento de realización de la primera EcoP ni tampoco en la distribución de los diferentes patrones ecográficos visualizados en ambos hospitales. No obstante, el centro que aplicó menos tratamientos sigue el protocolo “No hacer” de su Comunidad, lo que podría explicar este hallazgo (88).

8.2 Ecografía pulmonar

8.2.1 Metodología de la toma de imágenes

Si nos centramos en el número de áreas pulmonares exploradas, en nuestro estudio el total fue de 8, 4 por cada hemitórax y en sentido longitudinal (cráneo-caudal), al igual que autores como Gori o Ingelse (60,72). No obstante, lo más extendido en la literatura son los estudios que analizan un total de 6 zonas (anterior, lateral y posterior de cada pulmón) (57,59,62–65,67) basadas en la metodología empleada por Copetti y Cattarossi (74) adquiriendo en muchos casos las imágenes en sentido transversal y longitudinal. Otros autores como Taveira, Camporesi y Smith han analizado 12 zonas (66,68,71), resultantes de dividir en superior e inferior las descritas por Copetti o por Lichtenstein (74,89). Hasta la fecha, no se ha demostrado que un método sea más informativo que otro, si bien probablemente sería adecuado unificar criterios para hacer los estudios más comparables entre sí.

La obtención de imágenes se llevó a cabo a través de una sonda lineal de alta frecuencia, independientemente de la máquina de ultrasonidos empleada, al igual que la mayoría de trabajos publicados de EcoP en BA (42,58,59,62–65,67,68,71), únicamente Krishna e

Ingelse emplean también sondas convex/microconvex además de las lineales (61,72). Estas se recogieron en forma de clip de vídeo para su análisis posterior, de forma ciega, por los dos investigadores principales del estudio, de forma similar a lo realizado por Zoido y San Sebastián (42,59). En otras investigaciones la ecografía se realiza e interpreta de forma independiente por un pediatra y un radiólogo (57,61) o por un pediatra ajeno a la situación clínica del paciente (58,63,64,69).

8.2.2 Hallazgos ecográficos

En el 18,9% de los pacientes la ecografía pulmonar fue normal, siendo ligeramente superior a lo que recogen autores como Krishna, Basile o Jaszczolt donde la tasa de hallazgos radiológicos positivos oscila entre el 78 – 91% (57,61,70). Pese a todo, en estudios como el de Varshney el 58% de los pacientes menores de 2 años con clínica respiratoria y sibilancias presentaban una EcoP normal (69). A esto tenemos que sumar además que algunos autores afirman que en la EcoP realizada a lactantes sanos en los primeros 6 meses de vida es frecuente encontrar líneas B debido a la inmadurez pulmonar (90), lo que podría influir en el resultado de los *scores* ecográficos.

Si nos fijamos en los patrones ecográficos visualizados en las más de 950 áreas pulmonares valoradas en nuestro estudio, podemos comparar nuestros resultados con los obtenidos por Coca-Pérez (91) donde en total analizó aproximadamente unas 1400 imágenes de pacientes menores de 2 años ingresados en UCIP con BA. Así, en nuestro caso obtuvimos un 62% de áreas pulmonares normales, cercano al 58% de Coca; el patrón intersticial leve (líneas B) tendría también porcentajes similares (13 y 11% respectivamente), sin embargo, el resto de patrones descritos en ambos estudios no sería equiparable por lo que no podemos comparar los resultados obtenidos.

8.2.3 Scores ecográficos y variables resultado

Al igual que en otras investigaciones en relación a la EcoP en BA, los pacientes que ingresaron en planta de hospitalización, en UCIP o que precisaron oxigenoterapia, presentaron puntuaciones superiores respecto a los que no tienen estas demandas

asistenciales (42,57,58,63,64,66), aunque en cada trabajo se emplee un sistema de puntuación diferente. En concreto, en nuestro caso, estos resultados fueron estadísticamente significativos para todos los *scores* (y en las opciones 8Z, 6Z y 4Z) en el caso de la hospitalización y la necesidad de oxígeno. En cuanto al ingreso en UCIP sólo se obtuvieron valores significativamente superiores en los *scores* 8Z y 6Z y no con los *scores* aplicados sobre 4 zonas pulmonares.

El análisis ROC también mostró que, utilizando los diferentes puntos de corte calculados, la capacidad predictiva de los *scores* ecográficos de forma aislada fue en líneas generales aceptable y significativa para todos los *scores* 8Z y 6Z y para los 4Z con las variables ingreso hospitalario y necesidad de oxígeno.

Dado que valores de AUC entre 0,7 y 0,9 se consideran de utilidad (79), los *scores* 8Z y 6Z para las 3 variables principales estudiadas estarían incluidas en esta categoría, estando cerca los *scores* 4Z para las variables ingreso hospitalario y necesidad de oxígeno. Son valores similares a los obtenidos por Gori, que con sus *scores* ecográficos alcanzó un AUC máxima de 0,755 para detectar casos de BA moderada/grave, aunque no analizó de forma específica lo que esto implicaba en cuanto a consumo de recursos se refiere (en términos de admisión hospitalaria o soporte respiratorio) (60).

Además, los valores del AUC de todas las escalas ecográficas 8Z fueron superiores a los de la escala clínica del HSJD a la hora de predecir el ingreso hospitalario. Bobillo en su estudio obtuvo también valores de AUC superiores a esta escala con el *score* ecográfico a la hora de predecir ingreso en UCIP (64).

8.2.4 Modelos predictivos:

Recordemos que los modelos de regresión (logística y lineal) estaban desarrollados a partir del *score* ecográfico, la escala de gravedad clínica y la edad.

a. Regresión logística:

En líneas generales, para predecir la necesidad de ingreso hospitalario o de oxígeno las opciones 8Z y 6Z fueron bastante similares, con un AUC de los modelos en torno a 0,9 (aunque para la primera de las variables algún *score* aplicado sobre 6 zonas pulmonares no ofrecía resultados significativos). En global, se obtuvieron mejores resultados para predecir

necesidad de oxigenoterapia e incluso podrían emplearse modelos 4Z manteniendo valores aceptables de AUC (0,86) y poder explicativo del 50%.

Los modelos 8Z y 6Z que resultaron significativos para predecir la necesidad de ingreso y de oxigenoterapia obtuvieron valores de AUC muy superiores (entre 0,885 y 0,906) al obtenido por el *score* clínico-ecográfico LUSCAB aplicado en urgencias pediátricas, con un AUC para la necesidad de ingreso hospitalario de 0,64 y para la necesidad de oxígeno de 0,69 (65). Aunque en nuestro caso no hemos podido analizar la capacidad predictiva de los modelos en relación a la necesidad de ventilación mecánica, el *score* anteriormente mencionado (LUSCAB) obtenía AUC de 0,845 aplicado en pacientes ingresados (62) y 0,85 en pacientes que acudían a urgencias (65).

En el caso de la necesidad de ingreso en UCIP, no se han alcanzado en nuestro trabajo resultados significativos con ningún modelo independientemente de que se empleasen 8, 6 o 4 zonas. Camporesi desarrolló también un *score* clínico-ecográfico para predecir la necesidad de ingreso en UCIP y de CPAP obteniendo en ambos casos un AUC de 0,82; no obstante, tanto el porcentaje de pacientes que precisaban cuidados críticos como los que recibían asistencia respiratoria era muy superior al nuestro (34% frente al 16,7% y 51% de su muestra con CPAP frente a nuestro 14,4% con VNI, toda en modalidad BIPAP, respectivamente)(68). El *score* de Bobillo, basado únicamente en resultados ecográficos (sin variables clínicas) presenta una capacidad predictiva aún mayor, con AUC 0,932 (64). Es muy probable que el bajo número de ingresos en cuidados intensivos haya impedido encontrar un modelo capaz de predecir el ingreso en UCIP.

b. Regresión lineal:

Respecto a los modelos lineales, podían predecir de forma aceptable el tiempo de ingreso hospitalario con los modelos clínico-ecográficos propuestos, con resultados similares empleando 8 y 6 zonas. Aun así, no se ha obtenido capacidad predictiva significativa para el tiempo de estancia en UCIP (sin importar la extensión pulmonar explorada) o en el caso del tiempo de conexión a oxígeno el poder explicativo del modelo es bajo.

Zoido había desarrollado un *score* ecográfico (ScECO) según el cual por cada 5 puntos de incremento del mismo se aumentaba la estancia hospitalaria en 1,2 días y el tiempo de

conexión a oxigenoterapia 0,87 días (42). De manera similar, empleando los modelos 8Z 3A o 3B, una puntuación superior a 2 supondría un aumento de 2 días de estancia hospitalaria en el análisis multivariante. Para el tiempo de conexión a oxígeno, puntuaciones superiores a 4, 5 o 6 (en función del *score*) implicarían un aumento de aproximadamente 2,3 días en el análisis univariante y de 1,7 en el multivariante.

En cuanto a los modelos 6Z, puntuaciones mayores a 1 o a 2 en algunos *scores* ya implicarían un aumento de en torno a 2 de los días de estancia hospitalaria en el análisis multivariante. Este punto de corte tan bajo en la escala ecográfica puede deberse a que en muchas ocasiones el ingreso hospitalario no se produce por la gravedad clínica desde el punto de vista respiratorio exclusivamente, sino que a él contribuyen otros factores como la ingesta oral reducida, edad muy temprana o presencia de apneas en el caso de ingreso en UCIP, pues en estas situaciones pueden no existir alteraciones ecográficas (64).

8.2.5 Diferencias entre los scores

a. Según campos pulmonares explorados

Según se explica con anterioridad, de todos los modelos ecográficos propuestos se calcularon tres opciones atendiendo al número de áreas pulmonares exploradas en cada hemitórax (z1, z2, z3 y z4). En función de si se empleaban dos, tres o las cuatro áreas previamente descritas se elaboraron estas diferentes opciones (4Z, 6Z y 8Z respectivamente). El objetivo de estos cálculos fue el de valorar la necesidad de explorar todas las áreas pulmonares o sería suficiente con explorar zonas anterolaterales de forma similar a estudios realizados en población adulta comparando la eficacia de varios protocolos que abarcan diferentes extensiones pulmonares (76–78).

A tenor de los resultados obtenidos, como se resume en los apartados anteriores, parece que, en líneas generales, los *scores* aplicados sobre 8 y 6 zonas pulmonares obtuvieron resultados bastante similares (superiores cuando se explora todo el pulmón) y que estos eran significativamente mejores respecto a los que obtuvo el análisis de sólo 4 zonas pulmonares.

Puesto que la diferencia entre los *scores* 8Z y 6Z es que los primeros exploraban el área paravertebral y los últimos no, impresiona que la exploración de esta área no supuso una

aportación fundamental a la hora de elaborar los modelos propuestos. Esto iría en concordancia con lo afirmado anteriormente por varios autores en relación a la BA, pues el hecho de visualizar alteraciones en campos posteriores puede deberse en gran parte a efecto de la gravedad al pasar mucho tiempo en posición supina(60,62,90); y también a lo afirmado por Pisani et al. refiriéndose a adultos con distrés respiratorio agudo (76). En base a esto, parece por tanto que la exploración de zonas más declives/posteriores (las paravertebrales) podría no ser necesaria y de hecho estudios como el de Ingelse en pacientes con BA conectados a VMI no se exploran estas regiones (72) y el *score* LUSCAB empleado en estudios de Bueno-Campaña y Hernández-Villaruel tiene en cuenta las líneas B anteriores pero sólo la presencia de consolidaciones a nivel de campos posteriores(62,65). No obstante, otros autores como Camporesi han encontrado que la afectación de zonas posteriores se relaciona con peor evolución de los pacientes (68). Sin embargo, si tenemos en cuenta los resultados obtenidos en nuestra investigación, parece razonable pensar que la exploración de zonas paravertebrales no aportaría mucha información en el seguimiento ecográfico de los pacientes con BA. Esto tendría especial utilidad por ejemplo en pacientes críticos, inestables, en los que la movilización podría suponer que se desestabilizasen. Con todo, sería necesario realizar estudios más específicos para poder comprobar esta hipótesis.

Por otra parte, el empleo de los *scores* 4Z (es decir, exploración de zonas anterolaterales únicamente) ha resultado de menor capacidad predictiva en comparación con más áreas exploradas (*scores* 6Z y 8Z). Se ha observado que este modelo simplificado fue capaz de identificar a los pacientes que requirieron hospitalización y oxigenoterapia (Tablas 58 y 60) de manera aceptable (AUC 0,66 – 0,69), pero no a los que precisaron ingreso en UCIP (Tabla 62, AUC 0,6 sin significación estadística), si bien el bajo número de admisiones en dicha unidad evitan que podamos obtener conclusiones sólidas al respecto.

b. Según los *scores* ecográficos

Atendiendo a los diferentes *scores* ecográficos propuestos, los resultados obtenidos parecen indicar que no existe una superioridad clara de los *scores* atendiendo a si estos se

centraban en el patrón ecográfico observado (1A y 1B), en su extensión (2) o en una combinación de ambos (3A, 3B, 4A y 4B).

Ahora bien, en los modelos de regresión logística y lineal sí se observa cierta superioridad de aquellos que incluyen los *scores* 3 y 4, cuya puntuación se basa en una combinación del patrón visualizado y su extensión. Este hecho iría en consonancia con lo sostenido también por Gori en relación a la importancia de tener en consideración no sólo los hallazgos ecográficos sino también su extensión (60). En muchos trabajos de hecho, la escala de puntuación ecográfica empleada sólo tiene en cuenta la presencia de imágenes patológicas, independientemente de los espacios intercostales sobre los que se extienden (61,62,64–68).

Por otra parte, otro de los objetivos del estudio era comparar entre dos modelos de puntuación: A (basado en *scores* empleados más frecuentemente en neonatología) y B (similar a escalas utilizadas con anterioridad en BA y pacientes adultos), no observándose tampoco una superioridad clara de unas escalas sobre otras.

8.3 Concordancia entre investigadores

El grado de concordancia entre los dos investigadores participantes del estudio, uno experto y el otro con un año de experiencia en ecografía pulmonar, fue elevado, obteniéndose valores de CCI superiores a 0,8 en todos los *scores* y con una media de 0,913. Se considera que existe un nivel de concordancia excelente cuando el CCI obtiene valores entre 0,75 y 1 (92).

Este resultado se ajustaría a lo descrito en otras publicaciones con valores de concordancia interobservador superiores a 0,9 (42,59). En estos, los investigadores también tenían diferente grado de experiencia, considerando que unos poseían un “nivel avanzado” en EcoP frente a otros con menor experiencia, basada en unas pocas horas de formación teórica y realización de ecografías supervisadas.

En estudios previos se observan altos niveles de conformidad entre los distintos investigadores con tiempos más cortos de aprendizaje en la técnica, además de la curva de aprendizaje rápida que recoge la literatura en las distintas aplicaciones de la ecografía a pie

de cama (32–34,93). Por todo ello, es lógico pensar en la EcoP como una técnica útil y de fácil aplicación y aprendizaje, razón por la cual distintos expertos han abogado por incluirla (junto a otras aplicaciones de la ecografía a pie de cama) como parte de la formación del médico interno residente en Pediatría y su áreas específicas (31).

8.4 Limitaciones

Nuestro estudio tiene varias limitaciones, en primer lugar, el sesgo de selección por el hecho de realizar muestreo de conveniencia, que podría conllevar una falta de representatividad de la muestra. Esto iría relacionado de forma directa con el hecho de que el porcentaje de pacientes que fueron dados de alta a domicilio o que ingresaron en UCIP fue menor a los que ingresan en planta de hospitalización (14,4% y 16,7% frente al 68,9% respectivamente). Por otra parte, se han incluido pacientes menores de 12 meses aunque no existe un consenso sobre el rango de edad que abarca la bronquiolitis, de hecho las guías clínicas como la británica NICE y la de la academia americana de pediatría consideran como margen superior de edad los 2 años (1,14), mientras que la italiana publicada recientemente sugiere como límite los 12 meses de edad (94).

Otro punto desfavorable es el hecho de que el proyecto se desarrollase en dos instituciones hospitalarias, con el consiguiente manejo diferente de los pacientes, siendo un buen ejemplo de ello las desigualdades encontradas en los tratamientos médicos aplicados o el tiempo de estancia hospitalaria.

Respecto a la ecografía pulmonar, aunque la recogida de imágenes estaba muy protocolizada para asegurar la máxima homogeneidad entre ambos centros, fue realizada por varios facultativos, con ecógrafos diferentes y con diferente calidad de imágenes, a pesar de que finalmente todas ellas fuesen analizadas por los dos investigadores principales. En relación a esto, hay que tener en cuenta también que la ecografía es una prueba radiológica operador-dependiente, pese a que algunos trabajos demuestran que las líneas B son los hallazgos que más concordancia interobservador tienen (95). En el estudio se ha intentado minimizar este hecho a través del análisis ciego y a posteriori de las imágenes, ahora bien, el hecho de que el investigador que realizara la EcoP conociese

el estado clínico del paciente conllevaba por una parte que la adquisición de imágenes se viera influida por la condición médica de este a la hora de realizarla y, por otra, a que existiese pérdida de información pues sólo se podía registrar un clip de vídeo por cada área pulmonar explorada, lo cual es una limitación común a muchos trabajos (42,59,75).

Aunque no se estableció como objetivo del estudio, habría sido interesante haber registrado el tiempo necesario para realizar la ecografía, aunque trabajos previos como los de San Sebastián, Smith y Hernández-Villarroel empleaban entre 6 y 8 minutos de media para explorar todos los campos pulmonares (59,65,66).

Además, existió un margen muy amplio en el tiempo de realización de la ecografía (desde las 0 a las 24 horas de contacto con el paciente) y probablemente la utilidad del estudio radica en poder aplicarlo de forma mucho más precoz en los pacientes diagnosticados de BA. Esto explicaría el por qué se obtuvieron puntos de corte tan bajos en algunos casos en los modelos de regresión (por ejemplo, > 1 punto en el *score* 6Z 1A aumentaría la probabilidad de ingreso hospitalario 3,9 veces). Por otra parte, debemos tener presente también que en lactantes < 6 meses sin patología respiratoria es posible observar líneas B en la EcoP (90). Sin embargo, esta limitación es común a todos los trabajos que abordan la EcoP en lactantes.

Una limitación significativa de este trabajo es el tamaño muestral y a este respecto, habría sido interesante también disponer de más pacientes que precisasen asistencia respiratoria, pues el bajo número de estos en la muestra ($n=13$) no nos ha permitido establecer conclusiones a este respecto.

Otra de las deficiencias del estudio está en relación al bajo número de pacientes a los que se le realizó una segunda ecografía ($n=31$), que resultó insuficiente para poder investigar acerca de la evolución ecográfica y el papel de esta a la hora de predecir la evolución de los pacientes, por lo que no se llevaron a cabo dichos análisis.

8.5 Fortalezas

Como fortalezas debemos destacar que en nuestra investigación se analizaron numerosas variables resultado (un total de 6) de gran importancia en cuanto al consumo de recursos sanitarios se refiere (necesidad y duración de oxigenoterapia, de ingreso hospitalario y de ingreso en UCIP), siendo lo habitual en otros estudios el análisis tan sólo de una o dos variables (60,62,64,67,71).

Otro de los puntos fuertes de nuestro trabajo es que, en nuestro conocimiento, este es el primero llevado a cabo en población pediátrica en el que se compara, para cada uno de los *scores*, 3 opciones diferentes en cuanto a la extensión pulmonar analizada, abarcando de forma gradual menor número de áreas pulmonares (8Z, 6Z y 4Z). De hecho, existen varios trabajos publicados en población adulta que comparan protocolos ecográficos aplicados sobre diferentes extensiones pulmonares en patologías como el síndrome de distrés respiratorio agudo, neumonía o edema pulmonar (76–78), pero no hemos encontrado trabajos similares aplicados a EcoP en población infantil.

Debemos resaltar también como aspecto positivo del estudio el elevado número de vídeos analizados por ambos facultativos (968 en total), muy superior a trabajos previos como el de di Mauro con unas 250 áreas exploradas en total, Krishna con 300, Supino 450, Bobillo 500, y Zoido 600 (42,61,63,64,67). Los trabajos encontrados con mayor número de exploraciones ecográficas son los de San Sebastián y Coca, con cifras cercanas a 1200 y 1400 respectivamente (59,91). El hecho de haber analizado los vídeos de forma ciega, semanas después de que hayan sido registrados y sin conocer las características del paciente, refuerza además el elevado grado de concordancia obtenido con las puntuaciones ecográficas resultantes.

CONCLUSIONES

9 CONCLUSIONES

1. La gravedad de la BA parece relacionada con el grado de aireación del parénquima pulmonar: a menor aireación pulmonar mayor riesgo de ingreso hospitalario y oxigenoterapia.
2. El empleo de un modelo basado en parámetros ecográficos, fundamentados en el grado de aireación pulmonar, y clínicos, es útil para predecir la evolución de los pacientes con BA en relación con las siguientes variables:
 - Necesidad de ingreso hospitalario y duración de estancia hospitalaria.
 - Necesidad de oxigenoterapia y tiempo de conexión a oxígeno.
3. No se ha podido demostrar la utilidad de un modelo clínico-ecográfico para predecir la necesidad de ingreso en una unidad de cuidados críticos y la duración de la estancia en dicha unidad.
4. La exploración de menor número de zonas pulmonares, obviando las posteriores, ofrece resultados similares a los que se obtienen explorando todo el pulmón y con una rentabilidad aceptable. Por ello, la valoración de la zona paravertebral para detectar a pacientes con riesgo de evolución tórpida podría no ser necesaria.
5. De las siete escalas ecográficas desarrolladas (1A, 1B, 2, 3A, 3B, 4A y 4B), no se observa superioridad evidente de ninguna de ellas sobre las demás.
6. No se evidencia que el empleo de un tipo de escala sea más ventajoso que otro atendiendo a si esta se fundamenta en el patrón ecográfico observado (*scores* 1A y 1B), en la extensión del mismo (*score* 2), o a una combinación de patrón y extensión (*scores* 3A, 3B, 4A y 4B).
7. El nivel de concordancia obtenido entre los investigadores fue excelente.

BIBLIOGRAFÍA

10 BIBLIOGRAFÍA

1. Ralston SL, Lieberthal AS, Meissner HC, Alverson BK, Baley JE, Gadomski AM, et al. Clinical practice guideline: the diagnosis, management, and prevention of bronchiolitis. *Pediatrics*. 2014 Nov;134(5):e1474-1502.
2. Deshpande SA, Northern V. The clinical and health economic burden of respiratory syncytial virus disease among children under 2 years of age in a defined geographical area. *Arch Dis Child*. 2003 Dec;88(12):1065–9.
3. Gil-Prieto R, Gonzalez-Escalada A, Marín-García P, Gallardo-Pino C, Gil-de-Miguel A. Respiratory Syncytial Virus Bronchiolitis in Children up to 5 Years of Age in Spain: Epidemiology and Comorbidities: An Observational Study. *Medicine (Baltimore)*. 2015 May;94(21):e831.
4. Vicente D, Montes M, Cilla G, Perez-Yarza EG, Perez-Trallero E. Hospitalization for respiratory syncytial virus in the paediatric population in Spain. *Epidemiol Infect*. 2003 Oct;131(2):867–72.
5. Øymar K, Skjerven HO, Mikalsen IB. Acute bronchiolitis in infants, a review. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2014 Apr 3;22:23.
6. Pelletier AJ, Mansbach JM, Camargo CA. Direct medical costs of bronchiolitis hospitalizations in the United States. *Pediatrics*. 2006 Dec;118(6):2418–23.
7. Díez Domingo J, Ridao López M, Úbeda Sansano I, Ballester Sanz A. Incidencia y costes de la hospitalización por bronquiolitis y de las infecciones por virus respiratorio sincitial en la Comunidad Valenciana. Años 2001 y 2002. *An Pediatr*. 2006 Oct;65(4):325–30.
8. Florin TA, Plint AC, Zorc JJ. Viral bronchiolitis. *The Lancet*. 2017 Jan 14;389(10065):211–24.
9. Chong SL, Teoh OH, Nadkarni N, Yeo JG, Lwin Z, Ong YKG, et al. The modified respiratory index score (RIS) guides resource allocation in acute bronchiolitis. *Pediatr Pulmonol*. 2017 Jul;52(7):954–61.
10. Fernandes RM, Plint AC, Terwee CB, Sampaio C, Klassen TP, Offringa M, et al. Validity of bronchiolitis outcome measures. *Pediatrics*. 2015 Jun;135(6):e1399-1408.
11. Destino L, Weisgerber MC, Soung P, Bakalarski D, Yan K, Rehborg R, et al. Validity of respiratory scores in bronchiolitis. *Hosp Pediatr*. 2012 Oct;2(4):202–9.
12. Bekhof J, Reimink R, Brand PLP. Systematic review: insufficient validation of clinical scores for the assessment of acute dyspnoea in wheezing children. *Paediatr Respir Rev*. 2014 Mar;15(1):98–112.

13. Balaguer M, Alexandre C, Vila D, Esteban E, Carrasco JL, Cambra FJ, et al. Bronchiolitis Score of Sant Joan de Déu: BROSJOD Score, validation and usefulness. *Pediatr Pulmonol*. 2017;52(4):533–9.
14. Overview | Bronchiolitis in children: diagnosis and management | Guidance | NICE [Internet]. NICE; [cited 2020 May 13]. Available from: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng9>
15. Nebot MS, Teruel GC, Cubells CL, Sabadell MDE, Fernández JP. [Acute bronchiolitis clinical practice guideline: recommendations for clinical practice]. *An Pediatr Barc Spain* 2003. 2010 Oct;73(4):208.e1-10.
16. Schuh S, Lalani A, Allen U, Manson D, Babyn P, Stephens D, et al. Evaluation of the utility of radiography in acute bronchiolitis. *J Pediatr*. 2007 Apr;150(4):429–33.
17. Moore CL. Point-of-Care Ultrasonography. *N Engl J Med*. 2011;9.
18. Díaz-Rodríguez N, Garrido-Chamorro RP, Castellano-Alarcón J. Metodología y técnicas. Ecografía: principios físicos, ecógrafos y lenguaje ecográfico. *Med Fam SEMERGEN*. 2007 Aug 1;33(7):362–9.
19. Díaz-Rodríguez N, Garrido-Chamorro RP, Castellano-Alarcón J. Ecografía: principios físicos, ecógrafos y lenguaje ecográfico. *SEMERGEN - Med Fam*. 2007 Aug;33(7):362–9.
20. Hagen-Ansert SL. Textbook of Diagnostic Sonography. Chapter 1: Foundations of Clinical Sonography. 9ª. Elsevier; 2023.
21. C LT. Ecotomografía. Una alternativa diagnóstica para la Medicina Veterinaria. *Av En Cienc Vet* [Internet]. 1991 Jan 1 [cited 2024 May 6];6(2). Available from: <https://avancesveterinaria.uchile.cl/index.php/ACV/article/view/4658>
22. Miller RW. Special susceptibility of the child to certain radiation-induced cancers. *Environ Health Perspect*. 1995 Sep;103 Suppl 6:41–4.
23. Pearce MS, Salotti JA, Little MP, McHugh K, Lee C, Kim KP, et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet Lond Engl*. 2012 Aug 4;380(9840):499–505.
24. Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR VII Phase 2 [Internet]. Washington, D.C.: National Academies Press; 2006 [cited 2020 May 27]. Available from: <http://www.nap.edu/catalog/11340>
25. Andreassi MG. Radiation risk from pediatric cardiac catheterization: friendly fire on children with congenital heart disease. *Circulation*. 2009 Nov 10;120(19):1847–9.
26. Ait-Ali L, Andreassi MG, Foffa I, Spadoni I, Vano E, Picano E. Cumulative patient effective dose and acute radiation-induced chromosomal DNA damage in children with congenital heart disease. *Heart Br Card Soc*. 2010 Feb;96(4):269–74.

27. Hopkins A, Doniger SJ. Point-of-Care Ultrasound for the Pediatric Hospitalist's Practice. *Hosp Pediatr*. 2019 Sep;9(9):707–18.
28. González Cortés R, Renter Valdovinos L, Coca Pérez A, Vázquez Martínez JL. Ecografía en el punto de cuidado en las unidades de cuidados intensivos pediátricos españolas. *An Pediatr*. 2017 Jun;86(6):344–9.
29. Karp J, Burke K, Daubaras SM, McDermott C. The role of PoCUS in the assessment of COVID-19 patients. *J Ultrasound* [Internet]. 2021 Apr 19 [cited 2021 Jul 5]; Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s40477-021-00586-8>
30. Marin JR, Lewiss RE, American Academy of Pediatrics, Committee on Pediatric Emergency Medicine, Society for Academic Emergency Medicine, Academy of Emergency Ultrasound, American College of Emergency Physicians, Pediatric Emergency Medicine Committee, World Interactive Network Focused on Critical Ultrasound. Point-of-Care Ultrasonography by Pediatric Emergency Medicine Physicians. *Pediatrics*. 2015 Apr;135(4):e1113–22.
31. Mayordomo-Colunga J, González-Cortés R, Bravo MC, Martínez-Mas R, Vázquez-Martínez JL, Renter-Valdovinos L, et al. Ecografía a pie de cama: ¿es el momento de incluirla en la formación del pediatra? *An Pediatr*. 2019 Sep;91(3):206.e1-206.e13.
32. Conlon TW, Himebauch AS, Fitzgerald JC, Chen AE, Dean AJ, Panebianco N, et al. Implementation of a Pediatric Critical Care Focused Bedside Ultrasound Training Program in a Large Academic PICU*: *Pediatr Crit Care Med*. 2015 Mar;16(3):219–26.
33. Chalumeau-Lemoine L, Das V, Guidet B, Offenstadt G, Maury E, de APH. Results of short-term training of naïve physicians in focused general ultrasonography in an intensive-care unit. :5.
34. Nadimpalli A, Tsung JW, Sanchez R, Shah S, Zelikova E, Umphrey L, et al. Feasibility of Training Clinical Officers in Point-of-Care Ultrasound for Pediatric Respiratory Diseases in Aweil, South Sudan. *Am J Trop Med Hyg*. 2019 Sep 4;101(3):689–95.
35. 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 Dec;24(1):65.
36. Lichtenstein DA. Ultrasound in the management of thoracic disease. *Crit Care Med*. 2007 May;35(5 Suppl):S250-261.
37. Volpicelli G. Point-of-Care Lung Ultrasound. *Praxis*. 2014 Jun 1;103(12):711–6.
38. Fuentealba T I. Ultrasonido de tórax en niños. *Rev Chil Enfermedades Respir*. 2012 Sep;28(3):229–35.

39. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med.* 2012 Apr;38(4):577–91.
40. See KC, Ong V, Wong SH, Leanda R, Santos J, Taculod J, et al. Lung ultrasound training: curriculum implementation and learning trajectory among respiratory therapists. *Intensive Care Med.* 2016 Jan;42(1):63–71.
41. Emergency Ultrasound Guidelines. *Ann Emerg Med.* 2009 Apr 1;53(4):550–70.
42. Zoido Garrote E, García Aparicio C, Camila Torrez Villarroel C, Pedro Vega García A, Muñiz Fontán M, Oulego Erroz I. [Usefulness of early lung ultrasound in acute mild-moderate acute bronchiolitis. A pilot study]. *An Pediatr Barc Spain* 2003. 2019 Jan;90(1):10–8.
43. Lichtenstein D, Mézière G, Biderman P, Gepner A, Barré O. The comet-tail artifact. An ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997 Nov;156(5):1640–6.
44. Lichtenstein D. Lung ultrasound in the critically ill. *Curr Opin Crit Care.* 2014 Jun;20(3):315–22.
45. Via G, Storti E, Gulati G, Neri L, Mojoli F, Braschi A. Lung ultrasound in the ICU: from diagnostic instrument to respiratory monitoring tool. *MINERVA Anestesiol.* 2012;78(11):15.
46. Liu J, Chen XX, Li XW, Chen SW, Wang Y, Fu W. Lung Ultrasonography to Diagnose Transient Tachypnea of the Newborn. *Chest.* 2016;149(5):1269–75.
47. 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 Aug;169(8):e151797.
48. Zhao Z, Jiang L, Xi X, Jiang Q, Zhu B, Wang M, et al. Prognostic value of extravascular lung water assessed with lung ultrasound score by chest sonography in patients with acute respiratory distress syndrome. *BMC Pulm Med.* 2015 Aug 23;15:98.
49. Berce V, Tomazin M, Gorenjak M, Berce T, Lovrenčić B. The Usefulness of Lung Ultrasound for the Aetiological Diagnosis of Community-Acquired Pneumonia in Children. *Sci Rep.* 2019 Nov 29;9(1):17957.
50. Ambroggio L, Sucharew H, Rattan MS, O'Hara SM, Babcock DS, Clohessy C, et al. Lung Ultrasonography: A Viable Alternative to Chest Radiography in Children with Suspected Pneumonia? *J Pediatr.* 2016 Sep;176:93-98.e7.

51. Ho MC, Ker CR, Hsu JH, Wu JR, Dai ZK, Chen IC. Usefulness of lung ultrasound in the diagnosis of community-acquired pneumonia in children. *Pediatr Neonatol*. 2015 Feb;56(1):40–5.
52. Reissig A, Copetti R, Mathis G, Mempel C, Schuler A, Zechner P, et al. Lung ultrasound in the diagnosis and follow-up of community-acquired pneumonia: a prospective, multicenter, diagnostic accuracy study. *Chest*. 2012 Oct;142(4):965–72.
53. Volpicelli G. Point-of-Care Lung Ultrasound. *Praxis*. 2014 Jun 1;103(12):711–6.
54. Fraga MV, Stoller JZ, Glau CL, De Luca D, Rempell RG, Wenger JL, et al. Seeing Is Believing: Ultrasound in Pediatric Procedural Performance. *Pediatrics*. 2019 Nov;144(5):e20191401.
55. Maury É, Pichereau C, Bourcier S, Galbois A, Lejour G, Baudel JL, et al. Diagnostic échographique du pneumothorax. *Rev Mal Respir*. 2016 Oct;33(8):682–91.
56. Caiulo VA, Gargani L, Caiulo S, Fisicaro A, Moramarco F, Latini G, et al. Lung ultrasound in bronchiolitis: comparison with chest X-ray. *Eur J Pediatr*. 2011 Nov;170(11):1427–33.
57. Basile V, Di Mauro A, Scalini E, Comes P, Lofù I, Mostert M, et al. Lung ultrasound: a useful tool in diagnosis and management of bronchiolitis. *BMC Pediatr*. 2015 May 21;15:63.
58. Özkaya AK, Yilmaz HL, Kendir ÖT, Gökay SS, Eyüboğlu İ. Lung Ultrasound Findings and Bronchiolitis Ultrasound Score for Predicting Hospital Admission in Children With Acute Bronchiolitis. *Pediatr Emerg Care*. 2020 Mar;36(3):e135–42.
59. San Sebastian Ruiz N, Rodríguez Albarrán I, Gorostiza I, Gallettebeitia Laka I, Delgado Lejonagoitia C, Samson F. Point-of-care lung ultrasound in children with bronchiolitis in a pediatric emergency department. *Arch Pédiatrie*. 2021 Jan;28(1):64–8.
60. Gori L, Amendolea A, Buonsenso D, Salvadori S, Supino MC, Musolino AM, et al. Prognostic Role of Lung Ultrasound in Children with Bronchiolitis: Multicentric Prospective Study. *J Clin Med*. 2022 Jul 21;11(14):4233.
61. Krishna D, Khera D, Toteja N, Sureka B, Choudhary B, Ganakumar VM, et al. Point-of-Care Thoracic Ultrasound in Children with Bronchiolitis. *Indian J Pediatr*. 2022 Nov;89(11):1079–85.
62. Bueno-Campaña M, Sainz T, Alba M, Del Rosal T, Mendez-Echevarría A, Echevarria R, et al. Lung ultrasound for prediction of respiratory support in infants with acute bronchiolitis: A cohort study. *Pediatr Pulmonol*. 2019;54(6):873–80.
63. Di Mauro A, Cappiello AR, Ammirabile A, Abbondanza N, Bianchi FP, Tafuri S, et al. Lung Ultrasound and Clinical Progression of Acute Bronchiolitis: A Prospective Observational Single-Center Study. *Medicina (Mex)* [Internet]. 2020 Jun 26 [cited 2021 Apr 7];56(6). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7353897/>

64. Bobillo-Perez S, Sorribes C, Gebellí P, Lledó N, Castilla M, Ramon M, et al. Lung ultrasound to predict pediatric intensive care admission in infants with bronchiolitis (LUSBRO study). *Eur J Pediatr*. 2021 Jul;180(7):2065–72.
65. Hernández-Villaruel AC, Ruiz-García A, Manzanaro C, Echevarría-Zubero R, Bote-Gascón P, Gonzalez-Bertolin I, et al. Lung Ultrasound: A Useful Prognostic Tool in the Management of Bronchiolitis in the Emergency Department. *J Pers Med*. 2023 Nov 21;13(12):1624.
66. Smith JA, Stone BS, Shin J, Yen K, Reisch J, Fernandes N, et al. Association of outcomes in point-of-care lung ultrasound for bronchiolitis in the pediatric emergency department. *Am J Emerg Med*. 2024 Jan;75:22–8.
67. Supino MC, Buonsenso D, Scateni S, Scialanga B, Mesturino MA, Bock C, et al. Point-of-care lung ultrasound in infants with bronchiolitis in the pediatric emergency department: a prospective study. *Eur J Pediatr*. 2019 May;178(5):623–32.
68. Camporesi A, Morello R, Guzzardella A, Pierucci UM, Izzo F, De Rose C, et al. A combined rapid clinical and lung ultrasound score for predicting bronchiolitis severity. *Intensive Care Med – Paediatr Neonatal*. 2023 Aug 7;1(1):14.
69. Varshney T, Mok E, Shapiro AJ, Li P, Dubrovsky AS. Point-of-care lung ultrasound in young children with respiratory tract infections and wheeze. *Emerg Med J EMJ*. 2016 Sep;33(9):603–10.
70. Jaszczołt S, Polewczyk T, Dołęga-Kozierowska M, Woźniak M, Doniec Z. Comparison of lung ultrasound and chest X-ray findings in children with bronchiolitis. *J Ultrason*. 2018;18(74):193–7.
71. Taveira M, Yousef N, Miatello J, Roy C, Claude C, Boutillier B, et al. [Can a simple lung ultrasound score predict length of ventilation for infants with severe acute viral bronchiolitis?]. *Arch Pediatr Organe Off Soc Francaise Pediatr*. 2018 Feb;25(2):112–7.
72. Ingelse SA, Pisani L, Westdorp MHA, Almakdase M, Schultz MJ, Woensel JBM, et al. Lung ultrasound scoring in invasive mechanically ventilated children with severe bronchiolitis. *Pediatr Pulmonol*. 2020 Oct;55(10):2799–805.
73. Amendolea A. Pleuropulmonary Ultrasound in Pediatrics: Proposal of a Reporting Model From the Academy of Thoracic Ultrasound - Amendolea - 2022 - *Journal of Ultrasound in Medicine - Wiley Online Library* [Internet]. [cited 2023 Oct 2]. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jum.15924>
74. Copetti R, Cattarossi L. Ultrasound diagnosis of pneumonia in children. *Radiol Med (Torino)*. 2008 Mar;113(2):190–8.
75. Raimondi F, Migliaro F, Sodano A, Ferrara T, Lama S, Vallone G, et al. Use of neonatal chest ultrasound to predict noninvasive ventilation failure. *Pediatrics*. 2014 Oct;134(4):e1089-1094.

76. Pisani L, Vercesi V, van Tongeren PSI, Lagrand WK, Leopold SJ, Huson MAM, et al. The diagnostic accuracy for ARDS of global versus regional lung ultrasound scores - a post hoc analysis of an observational study in invasively ventilated ICU patients. *Intensive Care Med Exp*. 2019 Jul 25;7(1):44.
77. Kok B, Schuit F, Lieveeld A, Azijli K, Nanayakkara PW, Bosch F. Comparing lung ultrasound: extensive versus short in COVID-19 (CLUES): a multicentre, observational study at the emergency department. *BMJ Open*. 2021 Sep 16;11(9):e048795.
78. Buessler A, Chouihed T, Duarte K, Bassand A, Huot-Marchand M, Gottwalles Y, et al. Accuracy of Several Lung Ultrasound Methods for the Diagnosis of Acute Heart Failure in the ED: A Multicenter Prospective Study. *CHEST*. 2020 Jan 1;157(1):99–110.
79. Swets JA. Measuring the Accuracy of Diagnostic Systems. *Science*. 1988 Jun 3;240(4857):1285–93.
80. Miller EK, Gebretsadik T, Carroll KN, Dupont WD, Mohamed YA, Morin LL, et al. Viral Etiologies of Infant Bronchiolitis, Croup and Upper Respiratory Illness During 4 Consecutive Years: *Pediatr Infect Dis J*. 2013 Sep;32(9):950–5.
81. Baldassarre ME, Loconsole D, Centrone F, Caselli D, Martire B, Quartulli L, et al. Hospitalization for bronchiolitis in children aged ≤ 1 year, Southern Italy, year 2021: need for new preventive strategies? *Ital J Pediatr*. 2023 Jun 6;49(1):66.
82. Mahant S, Parkin PC, Thavam T, Imsirovic H, Tuna M, Knight B, et al. Rates in Bronchiolitis Hospitalization, Intensive Care Unit Use, Mortality, and Costs From 2004 to 2018. *JAMA Pediatr*. 2022 Mar;176(3):1–11.
83. Hasegawa K, Tsugawa Y, Brown DFM, Mansbach JM, Camargo CA. Trends in Bronchiolitis Hospitalizations in the United States, 2000–2009. *Pediatrics*. 2013 Jul 1;132(1):28–36.
84. Flores-González JC, Mayordomo-Colunga J, Jordan I, Miras-Veiga A, Montero-Valladares C, Olmedilla-Jodar M, et al. Prospective Multicentre Study on the Epidemiology and Current Therapeutic Management of Severe Bronchiolitis in Spain. *BioMed Res Int*. 2017;2017:1–7.
85. Toledo Del Castillo B, Fernández Lafever SN, López Sanguos C, Díaz-Chirón Sánchez L, Sánchez Da Silva M, López-Herce Cid J. Evolution of non-invasive ventilation in acute bronchiolitis. *An Pediatría Engl Ed*. 2015 Aug;83(2):117–22.
86. Martínez DA, Checa RMC, Loygorri CFG, Diumenjo YA, Abal RP, López CM, et al. Iniciativa de mejora para reducir el uso de fármacos no recomendados en el manejo de lactantes con bronquiolitis aguda en los servicios de urgencias de una comunidad autónoma.
87. Andina Martínez D, Escalada Pellitero S, Viaño Nogueira P, Alonso Cadenas JA, Martín Díaz MJ, de la Torre-Espi M, et al. Decrease in the use of bronchodilators in the

- management of bronchiolitis after applying improvement initiatives. *An Pediatr* Engl Ed. 2022 Jun 1;96(6):476–84.
88. Recomendación “No Hacer” en Pediatría: bronquiolitis. Servicio de salud del Principado de Asturias [Internet]. [cited 2023 Sep 13]. Available from: <https://oetspa.astursalud.es/documents/30836/0/Informe+sobre+el+seguimiento+de+la+implementacion+de+la+RNH+sobre+bronquiolitis.pdf/e1698899-34b8-b231-8dd4-86f617c51604>
 89. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of Lung Ultrasound in the Diagnosis of Acute Respiratory Failure. *Chest*. 2008 Jul;134(1):117–25.
 90. Buonsenso D, Soldati G, Curatola A, Morello R, De Rose C, Vacca ME, et al. Lung Ultrasound Pattern in Healthy Infants During the First 6 Months of Life. *J Ultrasound Med Off J Am Inst Ultrasound Med*. 2020 Dec;39(12):2379–88.
 91. Coca Pérez A. UTILIDAD DE LA ECOGRAFÍA PULMONAR CLÍNICA EN LA BRONQUIOLITIS MODERADA-GRAVE [Internet]. Universidad de Alcalá; 2022. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=310185>
 92. Martínez Pérez JA, Pérez Martin PS. Coeficiente de correlación intraclase. *Med Fam SEMERGEN* [Internet]. 2023 Apr 1 [cited 2024 Feb 26];49(3). Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-familia-semergen-40-articulo-coeficiente-correlacion-intraclase-S1138359322002817>
 93. Rouby JJ, Arbelot C, Gao Y, Zhang M, Lv J, An Y, et al. Training for Lung Ultrasound Score Measurement in Critically Ill Patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2018 Mar 20;
 94. Manti S, Staiano A, Orfeo L, Midulla F, Marseglia GL, Ghizzi C, et al. UPDATE - 2022 Italian guidelines on the management of bronchiolitis in infants. *Ital J Pediatr*. 2023 Feb 10;49:19.
 95. Gravel CA, Monuteaux MC, Levy JA, Miller AF, Vieira RL, Bachur RG. Interrater reliability of pediatric point-of-care lung ultrasound findings. *Am J Emerg Med*. 2020 Jan;38(1):1–6.

ANEXOS

11 ANEXOS

Anexo 1. Aprobación del Comité de Ética para realización del estudio

GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS CONSEJERÍA DE SANIDAD Dirección General de Planificación Sanitaria	Comité de Ética de la Investigación con medicamentos del Principado de Asturias Hospital Universitario Central de Asturias N-1, S3.19 Avda. de Roma, s/n 33011 Oviedo Tfno: 9851079 27 (ext. 37927/38028), ceim.asturias@asturias.org
---	---

Oviedo, 15 de Octubre de 2018

El Comité de Ética de la Investigación del Principado de Asturias, ha revisado el Proyecto de Investigación nº 238/18, titulado: "ECOGRAFÍA PRECOZ EN BRONQUILITIS AGUDA PARA DETECCIÓN DE PACIENTES DE ALTO RIESGO". Investigadora Principal Dra. Lucia Rodríguez García del S. de Pediatría del HUCA.

El Comité ha tomado el acuerdo de considerar que el citado proyecto reúne las condiciones éticas necesarias para poder realizarse y en consecuencia emite su autorización.

Los Consentimientos informados deberán firmarse por duplicado (para dejar constancia de ello) y una copia deberá ser archivada con la documentación del estudio.

Le recuerdo que deberá guardarse la máxima confidencialidad de los datos utilizados en este proyecto.

Fdo: Mauricio Telenti Asensio
Secretario del Comité de Ética de la Investigación
del Principado de Asturias



Anexo 2. Consentimiento Informado**ECOGRAFÍA PULMONAR PRECOZ EN BRONQUIOLITIS AGUDA
PARA DETECCIÓN DE PACIENTES DE ALTO RIESGO**

Investigador coordinador: Lucía Rodríguez García

Centro Hospitalario: _____

Investigador en el Centro hospitalario: _____

HOJA DE INFORMACIÓN PARA PADRES

Este documento tiene como finalidad ofrecerle información sobre un estudio de investigación que se está llevando a cabo en nuestro centro en el que se invita a participar a su hijo/a y que ha sido aprobado por el comité ético de investigación de referencia.

Introducción

Estamos invitando a su hijo/a a participar en un estudio de investigación. Antes de que tome una decisión al respecto, nos gustaría explicarle en qué consiste el estudio y qué supondría para su hijo/a la participación. Por favor, tome el tiempo que necesite para leer la presente información y plantearnos las preguntas que puedan surgirle.

¿Cuál es el objetivo del estudio?

La bronquiolitis aguda es una entidad muy frecuente en la infancia, se produce como consecuencia de una infección vírica en el tracto respiratorio inferior. Es la primera causa de hospitalización en lactantes, sobre todo los menores de 3 meses.

Existe mucha variabilidad en cuanto a la presentación clínica, algunos pacientes pueden presentar cuadros leves con síntomas similares a los de un proceso catarral, mientras que otros requieren hospitalización con medidas terapéuticas más agresivas.

El objetivo de nuestro estudio es intentar identificar de forma precoz (mediante la ecografía) qué pacientes podrían presentar formas más graves de la enfermedad.

¿Por qué han elegido a mi hijo/a?

Su hijo/a ha sido seleccionado porque tiene menos de 1 año y presenta una infección respiratoria compatible con bronquiolitis.

¿Es obligatoria la participación de mi hijo/a?

No, depende de que usted desee que participe o no. Si accede, además de esta hoja de información, recibirá una hoja de consentimiento informado que deberá firmar.

Si declina la invitación, su hijo/a continuará con el tratamiento o procedimiento que estuviese previsto sin que en modo alguno su decisión pudiese influenciar los cuidados que estuviesen indicados. Incluso, en el caso de aceptar y firmar el consentimiento informado, usted podrá abandonar el estudio en cualquier momento que lo desee sin necesidad de dar ninguna explicación y sin que pueda interferir en los cuidados y atenciones de su hijo/a.

¿Qué sucederá si mi hijo/a participa?

Durante la atención de su hijo se realizará una ecografía pulmonar (se realizará en las primeras 24 horas de atención).

Adicionalmente, en algunos pacientes se realizará una segunda ecografía.

La ecografía es un método de diagnóstico radiológico que presenta como beneficios respecto a otros la ausencia de radiación del paciente, por lo que es un método que puede realizarse y repetirse con seguridad. Se realiza mediante la aplicación sobre la piel de un transductor o sonda, impregnado de un gel conductor.

¿Qué ventajas supone para mi hijo/a la participación en el estudio?

La participación en el estudio implicará la realización de una ecografía pulmonar, que no se realiza de forma rutinaria en los pacientes con bronquiolitis. Si se producen hallazgos significativos se actuará en consecuencia, según la práctica clínica habitual. La información que obtengamos podrá beneficiar a otros niños en el futuro.

¿Qué desventajas puede suponer para mi hijo/a la participación en el estudio?

Ninguna, ya que la ecografía no emite radiación ionizante y es una técnica indolora, no invasiva y que no requiere trasladar al paciente del lugar en el que se encuentra.

¿Qué ocurrirá con la información obtenida?

Se recogerán unas 8 imágenes ecográficas de su hijo/a, que se almacenarán de forma codificada. Este código se puede relacionar con la identidad de su hijo/a, sin embargo sólo podrán acceder a esta información los miembros del equipo investigador y las autoridades sanitarias en el ejercicio de sus funciones.

Por cada paciente, se puntuarán las diferentes imágenes según un sistema de puntuación en relación con el grado de afectación pulmonar. Nuestro objetivo será correlacionar los hallazgos ecográficos con la evolución del paciente.

¿Qué sucederá con los resultados del proyecto?

Los resultados serán remitidos a una publicación científica para su difusión, guardando estricta confidencialidad sobre la identidad de su hijo/a.

Se podrá transmitir a terceros la información que no pueda ser identificada.

MUCHAS GRACIAS POR SU TIEMPO Y CONSIDERACIÓN

**ECOGRAFÍA PULMONAR PRECOZ EN BRONQUIOLITIS AGUDA
PARA DETECCIÓN DE PACIENTES DE ALTO RIESGO****CONSENTIMIENTO INFORMADO**

1. Declaro que he leído y entendido la Hoja de Información sobre el estudio citado.
2. Se me ha entregado una copia de la Hoja de Información al participante. Se me han explicado las características y el objetivo del estudio, así como los posibles beneficios y riesgos del mismo.
3. He contado con el tiempo y la oportunidad de realizar preguntas y plantear dudas. Las preguntas fueron respondidas de forma satisfactoria.
4. Se me ha asegurado que se mantendrá la confidencialidad de los datos de mi hijo/a y comprendo que los datos recogidos con motivo del estudio serán exclusivamente manejados por personal responsable del estudio. Doy mi permiso para que estas personas, y en las condiciones señaladas, puedan acceder al historial clínico de mi hijo/a.
5. Entiendo que la participación de mi hijo/ es voluntaria y que soy libre de retirar mi consentimiento en cualquier momento sin necesidad de dar ninguna explicación y sin que la atención de mi hijo/a o sus derechos se vean afectados en modo alguno.
6. Acepto que mi hijo/a participe en este proyecto de investigación.

Nombre y apellidos del paciente:

Nombre y apellidos del padre/madre/tutor:

Firma

Fecha:

Nombre y apellidos del facultativo que informa:

Firma

Anexo 3. Hoja de recogida de datos

PEGATINA IDENTIFICATIVA DEL PACIENTE

ANTECEDENTES: Edad gestacional ____ sem
Peso RN ____

- Lactancia mat ☐ SI ☐ NO
Exclusiva ____ meses Total ____ meses

- Convivientes con clínica ☐ SI ☐ NO

- Guardería ☐ SI ☐ NO

- ¿Episodios previos de dificultad respiratoria?
(bronquiolitis, broncoespasmo, bronquitis...)
☐ SI ☐ NO Número ____

- Dermat atópica ☐ SI ☐ NO

- Apgar 5' ____

PROCESO ACTUAL: SI NO
Fiebre / Febrícula (Máx ____°C) ☐ ☐
Valorado por Pediatra AP? ☐ ☐

Tiempo Evolución ☐ <48h | ☐ 48-72h
(inicio cualquier síntoma) ☐ 72-96h | ☐ >96h/4d

1er contacto con el paciente
Tto previo: ☐ No | ☐ β_2 inh | ☐ β_2 oral
☐ SSH3% | ☐ Adrenalina nebuliz
☐ corticoide oral | ☐ mucolíticos

F. NACIMIENTO ____ / ____ / ____

F. EXPLORACIÓN ____ / ____ / ____

Peso actual: ____ kg

DESTINO:
☐ Domicilio | ☐ Hospitalización | ☐ UCIP

EVOLUCIÓN:
VNI NO ☐ SI ☐ | VMI NO ☐ SI ☐
☐ OAF | ☐ CPAP | ☐ BIPAP
Tto recibido: ☐ No | ☐ SSH3% neb | ☐ adrena neb
☐ salbutamol neb | ☐ corticoide vo

Fecha inicio – fin Oxígeno ____ / ____ - ____ / ____ / ____
Fecha inicio – fin VMNI ____ / ____ - ____ / ____ / ____
Fecha ingreso en UCIP ____ / ____ / ____
Fecha alta UCIP ____ / ____ / ____
Fecha alta a domicilio ____ / ____ / ____

VIRUS: ☐ VRS | ☐ Infl A/B | ☐ Rhinovirus
☐ Otros | ☐ Negativo | ☐ No recogido

Rellenar al final del episodio

SCORE HSJD					1º	2º
	0	1	2	3		
Sibilancias	No	Inspiratorios	Inspiratorios, espiratorios			
Tiraje	No	Subcostal, intercostal inferior	Alteos y supraclavicular	Intercostal superior y supraesternal		
Entrada de aire	Normal	Regular, simétrica	Asimétrica	Muy disminuida		
Saturación O₂						
Sin O ₂	≥ 95%	91-94%	< 91%			
Con O ₂	Sin O ₂	> 94 FiO ₂ < 40%	≤ 94 FiO ₂ > 40%			
FR < 3 meses	< 40 rpm	40-59 rpm	60-70 rpm	> 70 rpm		
3-12 meses	< 30 rpm	30-49 rpm	50-60 rpm	> 60 rpm		
12-24 meses	< 30 rpm	30-39 rpm	40-50 rpm	> 50 rpm		
FC < 1 año	< 130 lpm	130-149 lpm	150-170 lpm	> 170 lpm		
1-2 años	< 110 lpm	110-120 lpm	120-140 lpm	> 140 lpm		
Puntuación total						
Anotar en la siguiente hoja						

Criterios inclusión:

- Dificultad respiratoria
- Edad < o igual 12 meses
- Auscultación patológica
- Clínica compatible con bronquiolitis

Criterios exclusión:

- Cardiopatía
- Displasia broncopulmonar
- Sospecha infección localizada (neumonía)

VALORACIÓN CLÍNICO-ECOGRÁFICA**1ª valoración clínico-ecográfica:**Lugar valoración ☐URG | ☐HOSP | ☐UCIP

Fecha: _____ Hora: _____ Médico: _____

Horas ingreso: ____ h. Horas soporte resp: ____ h

Izquierdo	Z1		Soporte respiratorio: ☐ Sin soporte ☐ OBF ☐ OAF Flujo ____ lpm ☐ CPAP: ____ cmH2O ☐ BIPAP: IPAP ____, EPAP ____ ☐ VMI: PIP ____, PEEP ____, MAP ____ FiO ₂ ____%. PaO2 ____ mmHg (la + reciente, si disponible) pCO2 ____ mmHg (☐ venosa ☐ Capilar) (la + reciente, si disponible) ☐ transcutánea	Constantes: Sat O2 ____ % FC ____ lpm FR ____ rpm Tª ____ °C SHSJD ____ pto	Auscultación: ☐ Normal ☐ Patológica ☐ Sibilancias ☐ Crepitantes /Estertores ☐ Roncus (marcar la/las que procedan)
	Z2				
	Z3				
	Z4				
Derecho	Z1				
	Z2				
	Z3				
	Z4				

Rellenar al final del episodio

2ª valoración ecográfica: (tras 12-24h respecto a la primera)Lugar valoración ☐HOSP | ☐UCIP

Fecha: _____ Hora: _____ Médico: _____

Horas ingreso: ____ h. Horas soporte resp: ____ h

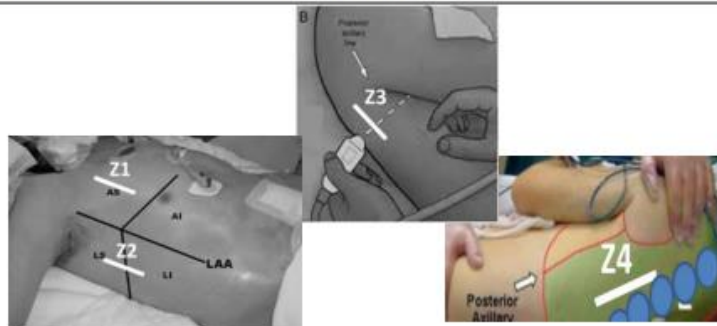
Izquierdo	Z1		Soporte respiratorio: ☐ Sin soporte ☐ OBF ☐ OAF Flujo ____ lpm ☐ CPAP: ____ cmH2O ☐ BIPAP: IPAP ____, EPAP ____ ☐ VMI: PIP ____, PEEP ____, MAP ____ FiO ₂ ____%. PaO2 ____ mmHg (la + reciente, si disponible) pCO2 ____ mmHg (☐ venosa ☐ Capilar) (la + reciente, si disponible) ☐ transcutánea	Constantes: Sat O2 ____ % FC ____ lpm FR ____ rpm Tª ____ °C SHSJD ____ pto	Auscultación: ☐ Normal ☐ Patológica ☐ Sibilancias ☐ Crepitantes /Estertores ☐ Roncus (marcar la/las que procedan)
	Z2				
	Z3				
	Z4				
Derecho	Z1				
	Z2				
	Z3				
	Z4				

Rellenar al final del episodio

0=patrón de aireación normal
 1= líneas B no confluentes
 2= líneas B confluentes
 3= pulmón blanco
 4= consolidación pulmonar

+: si solo se ven los hallazgos en 1 espacio
 ++: si se ven 2 espacios
 +++: si se ven en >2 espacios

Z1 (zona anterior): transductor en línea clavicular media por encima de la mamila
Z2 (zona anterolateral): transductor entre línea axilar anterior-media por encima del reborde costal
Z3: (zona latero-posterior): transductor en por detrás de la línea axilar posterior encima del hígado
Z4 (zona posterior) transductor en línea paravertebral al lado de la escapula



Anexo 4. Comunicaciones a congresos derivadas de este estudio

- Ecografía precoz en bronquiolitis aguda, estudio descriptivo. *Lucía Rodríguez García, Elena Hierro Delgado, Ignacio Oulego Erroz, Cristina García Aparicio, Corsino Rey Galán, Juan Mayordomo Colunga*. II Congreso Digital de la AEP (3 al 5 de junio de 2021)

Anexo 5. Artículo derivado de este estudio



Article

Clinical–Ultrasound Model to Predict the Clinical Course in Bronchiolitis

Lucía Rodríguez García ^{1,*†}, Elena Hierro Delgado ², Ignacio Oulego Erroz ^{2,3}, Corsino Rey Galán ^{1,4,5,6} and Juan Mayordomo Colunga ^{1,4,5,6,7}

- ¹ Childhood and Adolescence Clinical Management Area, Hospital Universitario Central de Asturias, 33011 Oviedo, Spain; crey@uniovi.es (C.R.G.)
 - ² Paediatrics Department, Complejo Asistencial Universitario de León, 24071 León, Spain
 - ³ Institute of Biomedicine of León, Universidad de León, 24071 León, Spain
 - ⁴ Cooperative Research Networks Oriented to Health Outcomes (RICORS), Instituto de Salud Carlos III, RD21/0012/0020, 28029 Madrid, Spain
 - ⁵ Department of Medicine, Universidad de Oviedo, 33006 Oviedo, Spain
 - ⁶ Health Research Institute of the Principality of Asturias (ISPA), 33011 Oviedo, Spain
 - ⁷ Biomedical Research Networking Center (CIBER)-Respiratory Diseases, Instituto de Salud Carlos III, 28029 Madrid, Spain
- * Correspondence: lucia.rodriguezg@sespa.es
 † Current address: Paediatrics Department, Hospital Valle del Nalón, 33920 Riaño, Spain.

Abstract: Background: The aim of the present study was to develop a clinical–ultrasound model for early detection of hospital admission, pediatric intensive care unit (PICU) admission, and oxygen requirement in children diagnosed with acute bronchiolitis (AB). Furthermore, the prognostic ability of models including sonographic data from antero-lateral, lateral-posterior, and posterior areas (eight zones) vs. antero-lateral and lateral-posterior areas (six zones) vs. only antero-lateral areas (four zones) was analyzed. Methods: A prospective study was conducted on infants under 12 months with AB. A lung ultrasound (LUS) was performed within 24 h of hospital care and analyzed using the Lung Ultrasound Combined Score (LUCS) based on the ultrasound patterns and their extent. Regression models combining LUCS (using eight, six, or four lung areas) with age and clinical scale were created. Results: A total of 90 patients were included (62 admitted to the ward, 15 to PICU), with a median age of 3.7 months. Clinical–ultrasound models with eight and six lung zones predicted hospital admission (AUC 0.89), need for oxygen therapy (AUC 0.88), and its duration (40% explanatory capacity). Models using four lung areas had lower prognostic yield. No model predicted PICU admission needs or duration. Conclusions: The ultrasound pattern and its extension combined with clinical information may be useful to predict hospital admission and oxygen requirement.

Keywords: bronchiolitis; ultrasound; hospitalization; oxygen inhalation therapy; prognosis



Citation: Rodríguez García, L.; Hierro Delgado, E.; Oulego Erroz, I.; Rey Galán, C.; Mayordomo Colunga, J. Clinical–Ultrasound Model to Predict the Clinical Course in Bronchiolitis. *Children* **2024**, *11*, 987. <https://doi.org/10.3390/children11080987>

Academic Editor: Jose A. Castro-Rodriguez

Received: 8 July 2024
 Revised: 10 August 2024
 Accepted: 12 August 2024
 Published: 14 August 2024



Copyright: © 2024 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

Acute bronchiolitis (AB) is the most common lower respiratory tract infection and the leading cause of hospitalization in infants under 12 months, significantly consuming healthcare resources [1–3]. Pathophysiologically, there is a decrease in lung air content and an increase in fluid, altering the ventilation–perfusion ratio. These changes are visible on ultrasound, with a clinical–ultrasound correlation described by Caiulo in 2011 [4,5].

Several clinical scales exist to predict the severity of AB and/or the need for hospitalization [6–10]. One of the most widely used in our region is the BROSJOD (bronchiolitis score of Sant Joan de Déu), based on findings from auscultation, external signs of respiratory distress, oxygen saturation, and heart and respiratory rate [11]. However, with the expanding use of bedside ultrasound, particularly lung ultrasound (LUS), numerous studies have been conducted in recent years to evaluate its ability to predict the evolution of patients with AB in relation to various variables [12–21].

Initial studies found a relationship between the findings visualized in the LUS and variables such as clinical severity, hospital admission, admission to the pediatric intensive care unit (PICU), or the need for respiratory support [4,12,14–21]. Some of these studies also designed scores to assess the predictive capacity of LUS [4,14,15,17,18], and the most recent studies have focused on the development of models that combine the use of ultrasound with clinical variables [12,21,22].

The primary aim of this study was to develop a clinical sonographic model to predict the clinical course of children with AB in an early manner. The secondary objective was to analyze whether using ultrasound data from the anterior or antero-lateral areas may provide similar prognosis ability, similarly to studies conducted in an adult population comparing the efficacy of various protocols covering different lung areas [23–25].

2. Materials and Methods

A prospective study was conducted between December 2018 and March 2020, including infants under 12 months diagnosed with AB. AB was considered when patients had an upper airway infection in the previous 1–3 days, followed by persistent cough, increased labored breathing, and wheezes and/or crackles on auscultation [1,2] regardless of whether it was the first episode or if they had experienced a similar condition previously. Patients with a history of congenital heart disease, bronchopulmonary dysplasia, and suspected localized infection (pneumonia) were excluded.

This study was approved by the Research Ethics Committee of Principado de Asturias. It was performed in two tertiary care centers in the North of Spain. After obtaining informed consent from guardians, all patients underwent LUS within the first 24 h of contact. Sampling was convenience-based, depending on the availability of the researcher and the ultrasound machine.

Demographic and clinical data, along with LUS, were collected for each patient. Patient management followed the usual protocols of each hospital, which adhere to international guidelines [1,2]: patients were admitted to the hospital ward when they had significant respiratory distress, apneas, oxygen needs (pulse oximetry saturation < 92%), or a significant decrease in intake, and to the PICU in cases of severe respiratory failure, high oxygen requirements (Sat O₂ < 92% with FiO₂ > 50%), and episodes of recurrent apnea with desaturation [26]. The primary variables studied were hospital admission (to the general ward and/or PICU), PICU admission, need for oxygen (via low-flow nasal cannula or while being ventilated), length of hospital stay (overall, including ward and PICU), length of PICU stay, and duration of oxygen therapy.

2.1. Lung Ultrasound

Video clips of eight lung areas were obtained for each patient, based on previous studies [14,27] as shown in Figure 1. Image acquisition was standardized to ensure uniformity among different researchers. A linear probe was used in a cranio-caudal direction (lung preset), using two different ultrasound machines: HD7 XE (Phillips®, Holland, MI, USA), SonoSite M-Turbo (Fujifilm®, Ratingen, Germany), and Acuson NX3 Elite (Siemens®, Tokyo, Japan). The images were analyzed subsequently by two researchers (one with one year of experience and another with more than five) blinded to the patient's clinical history.

Consistent with previous publications [4,13–15,28], each image was rated according to a system combining the visualized ultrasound pattern (normal, non-confluent B-lines, white lung, and consolidation) and its extent (1, 2, or more than 2 intercostal spaces affected), and from these initial ratings, the Lung Ultrasound Combined Score (LUCS) was developed (Table S1). Subpleural consolidations less than 1 cm in diameter with normal adjacent lung parenchyma, and the presence of ≤2 non-confluent B-lines in posterior fields (zones 3 and 4), were not considered pathological [5].

The sonographic information obtained from the scanning of all described lung areas VS. that obtained from less zones (e.g., excluding the less accessible posterior areas) was compared. LUCS was calculated with the described 8 lung areas (4 per hemithorax;

Initial studies found a relationship between the findings visualized in the LUS and variables such as clinical severity, hospital admission, admission to the pediatric intensive care unit (PICU), or the need for respiratory support [4,12,14–21]. Some of these studies also designed scores to assess the predictive capacity of LUS [4,14,15,17,18], and the most recent studies have focused on the development of models that combine the use of ultrasound with clinical variables [12,21,22].

The primary aim of this study was to develop a clinical sonographic model to predict the clinical course of children with AB in an early manner. The secondary objective was to analyze whether using ultrasound data from the anterior or antero-lateral areas may provide similar prognosis ability, similarly to studies conducted in an adult population comparing the efficacy of various protocols covering different lung areas [23–25].

2. Materials and Methods

A prospective study was conducted between December 2018 and March 2020, including infants under 12 months diagnosed with AB. AB was considered when patients had an upper airway infection in the previous 1–3 days, followed by persistent cough, increased labored breathing, and wheezes and/or crackles on auscultation [1,2] regardless of whether it was the first episode or if they had experienced a similar condition previously. Patients with a history of congenital heart disease, bronchopulmonary dysplasia, and suspected localized infection (pneumonia) were excluded.

This study was approved by the Research Ethics Committee of Principado de Asturias. It was performed in two tertiary care centers in the North of Spain. After obtaining informed consent from guardians, all patients underwent LUS within the first 24 h of contact. Sampling was convenience-based, depending on the availability of the researcher and the ultrasound machine.

Demographic and clinical data, along with LUS, were collected for each patient. Patient management followed the usual protocols of each hospital, which adhere to international guidelines [1,2]: patients were admitted to the hospital ward when they had significant respiratory distress, apneas, oxygen needs (pulse oximetry saturation < 92%), or a significant decrease in intake, and to the PICU in cases of severe respiratory failure, high oxygen requirements (Sat O₂ < 92% with FiO₂ > 50%), and episodes of recurrent apnea with desaturation [26]. The primary variables studied were hospital admission (to the general ward and/or PICU), PICU admission, need for oxygen (via low-flow nasal cannula or while being ventilated), length of hospital stay (overall, including ward and PICU), length of PICU stay, and duration of oxygen therapy.

2.1. Lung Ultrasound

Video clips of eight lung areas were obtained for each patient, based on previous studies [14,27] as shown in Figure 1. Image acquisition was standardized to ensure uniformity among different researchers. A linear probe was used in a cranio-caudal direction (lung preset), using two different ultrasound machines: HD7 XE (Phillips®, Holland, MI, USA), SonoSite M-Turbo (Fujifilm®, Ratingen, Germany), and Acuson NX3 Elite (Siemens®, Tokyo, Japan). The images were analyzed subsequently by two researchers (one with one year of experience and another with more than five) blinded to the patient's clinical history.

Consistent with previous publications [4,13–15,28], each image was rated according to a system combining the visualized ultrasound pattern (normal, non-confluent B-lines, white lung, and consolidation) and its extent (1, 2, or more than 2 intercostal spaces affected), and from these initial ratings, the Lung Ultrasound Combined Score (LUCS) was developed (Table S1). Subpleural consolidations less than 1 cm in diameter with normal adjacent lung parenchyma, and the presence of ≤2 non-confluent B-lines in posterior fields (zones 3 and 4), were not considered pathological [5].

The sonographic information obtained from the scanning of all described lung areas VS. that obtained from less zones (e.g., excluding the less accessible posterior areas) was compared. LUCS was calculated with the described 8 lung areas (4 per hemithorax;

Figure 1), 6 areas (anterior, anterolateral, and posterolateral -z1, z2, and z3-), and 4 areas (anterior and anterolateral -z1 and z2-), referred to as 8Z, 6Z, and 4Z, respectively.

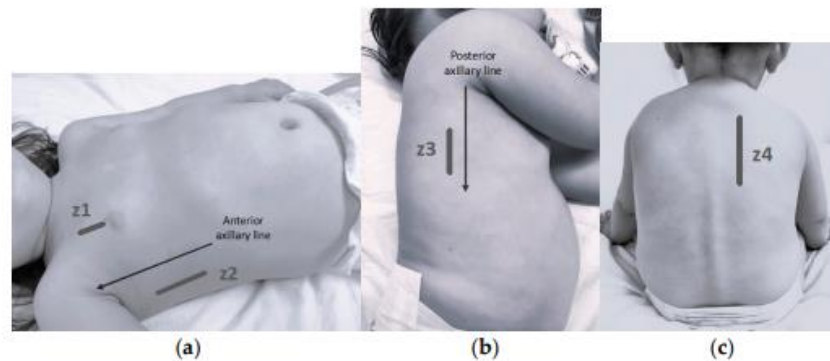


Figure 1. Explored lung areas (z1–z4). (a) z1: Anterior zone: probe in mid-clavicular line above the nipple; z2: anterolateral zone: probe between anterior and mid-axillary line, above the costal margin. (b) z3: Lateral-posterior zone: probe behind the posterior axillary line, above the liver. (c) z4: Posterior zone: probe in the paravertebral line beside the scapula.

2.2. Statistical Analysis

The statistical analysis was performed using the R program (R Development Core Team), version 3.6.3. Descriptive analysis was conducted, providing relative and absolute frequency distributions for qualitative variables, and measures of position and dispersion for quantitative variables. Relationships between qualitative variables were examined using the Chi-square or Fisher test, depending on the fulfillment of expected frequencies. The evaluation of different quantitative variables as tests to diagnose admission or oxygen therapy requirement was performed by calculating sensitivity, specificity, predictive values, and likelihood ratios, both positive and negative, establishing an optimal cutoff point calculated from the Youden index. The area under the receiver operating characteristic (ROC) curve (AUC) was also calculated.

Binary logistic regression models were constructed considering hospital admission, the need for oxygen therapy, and PICU admission as the main outcomes, and the LUCS ultrasound score, age, and the BROSJOD score as independent variables. First, univariate models were developed, and then multivariate models, calculating the odds ratio (OR) of each coefficient, its 95% confidence interval (CI), and the associated *p*-value. Nagelkerke's R², AUC, and Akaike Information Criterion (AIC) were calculated as measures of model fit. Linear models with the same independent variables were also developed to predict the duration of hospital stay, days of oxygen therapy, and PICU stay, using AIC and adjusted R² as measures of model fit.

The degree of concordance between researchers was analyzed using the intraclass correlation coefficient (ICC).

3. Results

3.1. Sample Description

A total of 90 patients were included, 61 from hospital A and 29 from hospital B. The median age of the individuals was 3.7 months (interquartile range—IQR—1.8–6.7 months); 62 required hospitalization and 15 required PICU admission. The sample characteristics, patient evolution, and outcomes are shown in Table 1 and Figure 2.

There were no statistically significant differences between the sample groups from the hospitals regarding history, patients' characteristics, evolution, PICU stay, or connection to oxygen or mechanical ventilation. Differences were only found in hospital stay duration and the rate of individuals requiring oxygen therapy (37.7% in one center and 69% in another),

although both of them used an oxygen saturation criterion of $<92\%$ on pulse oximetry for its application (Table S2). In terms of care requirements (need for hospitalization, need for oxygen therapy, length of hospital stay, length of PICU stay, or duration of oxygen therapy), no significant differences were observed between patients with RSV and those infected with other viruses.

Table 1. Sample characteristics.

Patients' Characteristics			Patients Outcome	
Age (m)		3.68 (1.80–6.65)	Discharged home	13 (14.4)
Weight (kg)		5.80 (4.71–7.70)	Hospital admission	77 (85.6)
Gestational age (w + d)		39 + 1 (37 + 5–40 + 2)	Hospital stay (d)	4 (2–6)
Birth weight (g)		3.080 (2.735–3.455)	PICU admission	15 (16.6)
Gender	Male	49 (54.43)	PICU stay (d)	4 (3–5.5)
	Female	41 (45.6)	Oxygen therapy (low flow /with NIV)	43 (47.8)
Prematurity (<37 weeks)		8 (8.9%)	Low-flow oxygen therapy only	30 (69.8)
Breastfeeding		58 (64.4)	Duration of oxygen therapy (d)	3 (1.5–5)
Daycare attendance		13 (14.4)	Need of NIV	13 (14.4)
Previous episodes of respiratory distress		22 (24.4)	Duration of NIV support (d)	2.5 (2–3)
			Need of IMV	0 (0)
Household members with respiratory symptoms		70 (77.8)		
Nasopharyngeal Swab				
Not collected		10 (11.1)	RSV	54 (67.5)
Collected		80 (88.9)	Adenovirus	5 (6.25)
Negative		13 (16.25)	Influenza virus	4 (5)
Coinfection		10 (12.5)	Others	4 (5)

Results are expressed as “frequency (%)” in the qualitative variables and as “median (interquartile range)” in the quantitative variables. m: months. w: weeks. d: days. PICU: pediatric intensive care unit. NIV: non-invasive ventilation. IMV: invasive mechanical ventilation.

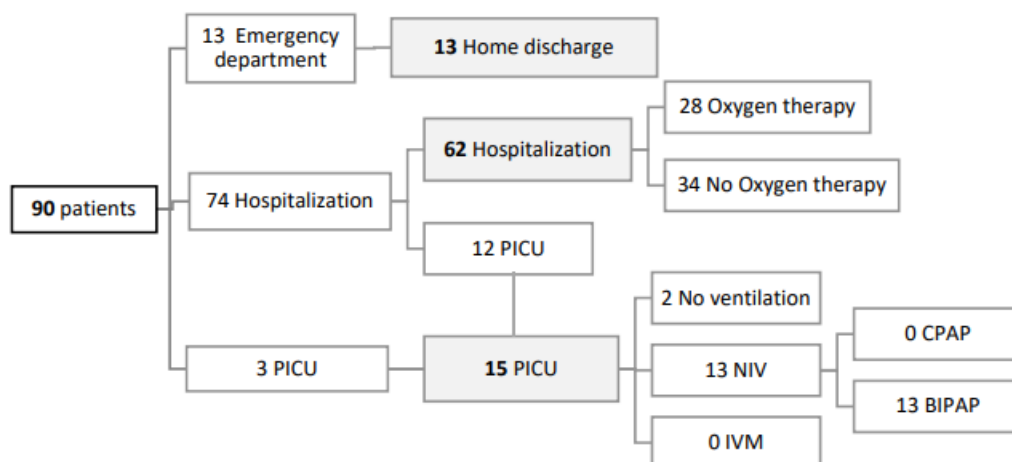


Figure 2. Patient flow diagram. PICU: pediatric intensive care unit. NIV: non-invasive ventilation. IMV: invasive mechanical ventilation. CPAP: continuous positive airway pressure. BIPAP: bilevel positive airway pressure.

3.2. Ultrasound Findings

Ultrasound was performed at a median of 16 h after admission (IQR 12–22). The median BROSJOD score at the time of ultrasound examination was 6 (IQR 4–7), consistent with moderate bronchiolitis. The ICC between researchers was 0.924 (95% CI 0.886–0.949).

3.2.1. LUCS Relation with Outcome Variables

In all patients requiring oxygen therapy and hospitalization, the LUCS scores were significantly higher regardless of whether 8Z, 6Z, or 4Z was used. For PICU admission, significantly higher scores were obtained only with 8Z and 6Z, not with 4Z (Table S3).

3.2.2. Accuracy of LUCS

The LUCS for the three main outcomes (oxygen requirement, hospital admission, and PICU admission), showed AUC values between 0.72 and 0.76 when applied to 8Z: 0.729 (95% CI 0.531–0.896; $p = 0.008$); 0.724 (95% CI 0.617–0.831; $p < 0.001$); and 0.750 (95% CI 0.615–0.886; $p = 0.002$), respectively, and 6Z: 0.764 (95% CI 0.625–0.902; $p = 0.002$); 0.730 (95% CI 0.626–0.833; $p < 0.001$); and 0.719 (95% CI 0.601–0.838; $p = 0.014$), respectively. When using 4 zones, AUC values were acceptable for hospital admission (0.698; 95% CI 0.559–0.836; $p = 0.019$) and oxygen requirement (0.674; 95% CI 0.565–0.783; $p = 0.003$), but lost significance for predicting PICU admission (0.606; 95% CI 0.447–0.765; $p = 0.182$) (Table S4).

3.2.3. Logistic Regression Models

The clinical–ultrasound models developed from the 3 LUCS versions (8Z, 6Z, and 4Z, with 8, 6, and 4 lung areas, respectively) along with age and the BROSJOD clinical score, yielded the following results for the different main variables.

- Hospital Admission: LUCS reached significant values within the 8Z and 6Z models ($p = 0.029$ and $p = 0.045$, respectively). The AUCs of the models were 0.899 and 0.889, and the explanatory power (R^2) was 47% (Table S6). A score > 3 in the LUCS 8Z would increase the risk of requiring hospital admission by more than 5 times. The 4Z option did not yield significant results (Table 2).
- Oxygen Therapy: Significant values were obtained for the score in all its versions ($p = 0.001$ for 8Z and 6Z, and $p = 0.021$ for 4Z) with AUC > 0.85 and R^2 up to 55% exploring 6 zones (Table S6). In the LUCS 8Z, a score > 6 would increase the risk of requiring oxygen by almost 7 times, and more than 2 points in the LUCS 4Z would increase it by 4 times (Table 2).
- PICU Admission: The LUCS score did not reach a significant value in any extension (8Z, 6Z, or 4Z) (Table 2).

Table 2. Univariate and multivariate logistic regression models.

			Cutoff Point	OR Univariate	OR Multivariate
Hospitalization	Model 8Z variables	Age (m)	>3.47	0.07 (0.00–0.36) $p = 0.011$	0.05 (0.00–0.32) $p = 0.008$
		BROSJOD	>6	7.33 (1.81–49.50) $p = 0.013$	12.71 (2.60–101.04) $p = 0.005$
		LUCS 8Z	>3	6.41 (1.87–25.86) $p = 0.005$	5.47 (1.28–28.60) $p = 0.029$
	Model 6Z variables	Age (m)	>3.47	0.07 (0.00–0.36) $p = 0.011$	0.06 (0.00–0.36) $p = 0.011$
		BROSJOD	>6	7.33 (1.81–49.50) $p = 0.013$	10.85 (2.27–82.31) $p = 0.007$
		LUCS 6Z	>2	9.10 (2.24–61.57) $p = 0.006$	5.90 (1.20–45.00) $p = 0.045$
	Model 4Z variables	Age (m)	>3.47	0.07 (0.00–0.36) $p = 0.011$	0.07 (0.00–0.42) $p = 0.016$
		BROSJOD	>6	7.33 (1.81–49.50) $p = 0.013$	11.07 (2.40–81.80) $p = 0.005$
		LUCS 4Z	>2	11.10 (2.04–207.16) $p = 0.024$	6.01 (0.88–121.47) $p = 0.116$

Table 2. Cont.

			Cutoff Point	OR Univariate	OR Multivariate
Oxygen Therapy	Model 8Z variables	Age (m)	>4.07	0.44 (0.19–1.01) $p = 0.057$	0.23 (0.06–0.73) $p = 0.018$
		BROSJOD	>6	11.02 (4.28–31.04) $p < 0.001$	15.77 (5.01–60.80) $p < 0.001$
		LUCS 8Z	>6	6.39 (2.60–16.86) $p < 0.001$	6.88 (2.28–23.61) $p = 0.001$
	Model 6Z variables	Age (m)	>4.07	0.44 (0.19–1.01) $p = 0.057$	0.35 (0.09–1.14) $p = 0.093$
		BROSJOD	>6	11.02 (4.28–31.04) $p < 0.001$	16.98 (5.29–67.49) $p < 0.001$
		LUCS 6Z	>1	16.56 (4.37–109.05) $p < 0.001$	17.45 (3.67–134.55) $p = 0.001$
	Model 4Z variables	Age (m)	>4.07	0.44 (0.19–1.01) $p = 0.057$	0.36 (0.10–1.11) $p = 0.086$
		BROSJOD	>6	11.02 (4.28–31.04) $p < 0.001$	17.22 (5.66–64.96) $p < 0.001$
		LUCS 4Z	>2	3.63 (1.53–8.98) $p = 0.004$	3.97 (1.29–13.91) $p = 0.021$
Picu Admission	Model 8Z variables	Age (m)	>3.37	0.10 (0.02–0.41) $p = 0.004$	0.03 (0.00–0.22) $p = 0.005$
		BROSJOD	>8	38.86 (9.83–205.02) $p < 0.001$	94.99 (13.22–2086.29) $p < 0.001$
		LUCS 8Z	>8	5.84 (1.80–22.86) $p = 0.005$	3.23 (0.52–26.56) $p = 0.220$
	Model 6Z variables	Age (m)	>3.37	0.10 (0.02–0.41) $p = 0.004$	0.03 (0.00–0.28) $p = 0.008$
		BROSJOD	>8	38.86 (9.83–205.02) $p < 0.001$	101.08 (14.33–2197.85) $p < 0.001$
		LUCS 6Z	>3	6.00 (1.73–27.98) $p = 0.009$	2.95 (0.46–26.36) $p = 0.273$
	Model 4Z variables	Age (m)	>3.37	0.10 (0.02–0.41) $p = 0.004$	0.03 (0.00–0.26) $p = 0.007$
		BROSJOD	>8	38.86 (9.83–205.02) $p < 0.001$	114.50 (16.64–2453.94) $p < 0.001$
		LUCS 4Z	>2	2.38 (0.78–7.77) $p = 0.134$	1.27 (0.19–9.29) $p = 0.803$

The models are constructed based on the LUCS (with its 3 versions depending on pulmonary areas explored—8Z, 6Z, and 4Z) in conjunction with age and the clinical scale. 8Z: 8 pulmonary zones. 6Z: 6 pulmonary zones. 4Z: 4 pulmonary zones. m: months. OR: odds ratio. PICU: pediatric intensive care unit. BROSJOD: Sant Joan de Déu Hospital bronchiolitis severity clinical score.

3.2.4. Linear Regression Models

Similar to logistic regression, linear models were constructed to predict the duration of hospital stay, PICU stay, and days of oxygen therapy (Tables S5 and S6):

- Hospital Stay: LUCS was significant within the 8 and 6 zone models ($p = 0.001$). A LUCS score > 3 or 2 (depending on whether it is 8Z or 6Z) would increase the hospital stay by almost 2 days, with an R^2 for both models around 45%. The 4Z model did not reach statistical significance ($p = 0.082$).
- Oxygen Therapy Duration: Significant results were obtained only with the 8Z option ($p < 0.001$), although the results with 6 zones were close to reaching significance ($p = 0.051$).
- PICU Stay: No statistical significance was reached for the models in 8Z, 6Z, or 4Z.

4. Discussion

The clinical–ultrasound model developed seems to be able to predict the need for hospital admission and oxygen therapy, as well as their duration, in infants with AB. While other authors have developed scores based on ultrasound or clinical–ultrasound parameters to predict hospital admission, PICU admission, or the need for respiratory support [12,14,15,17,19–22], no studies have simultaneously evaluated these three main outcomes (hospital admission, oxygen therapy, PICU admission) or their duration.

Additionally, to our knowledge, this is the first study in the pediatric population comparing a single score (LUCS) including different number of lung areas (8Z, 6Z, and 4Z). In this regard, it appears that the use of six lung areas (omitting the paravertebral region) yields similar results to exploring the entire lung (8Z), while the performance of only four areas is lower. This finding suggests that exploring the paravertebral zone could be avoided, thus significantly facilitating exploration in critical patients. This is consistent with

previous authors' statements, since the visualization of alterations in posterior fields may largely be due to the effect of gravity after extended periods in a supine position [12,19,29], and with Pisani's findings in adults with acute respiratory distress [23]. Ingelse, who evaluated mechanically ventilated AB patients, did not effectively assess these posterior regions [30], and the LUSCAB score developed by Bueno-Campaña only considered B-lines in the anterior thorax [12,21]. However, other studies have found that posterior zone involvement is most related to poor AB outcomes [22].

Regarding the predictive capacity of the LUCS alone, ROC analysis for the three main variables studied showed acceptable AUC values (>0.72) for the 8Z and 6Z options; exploring four areas offered similar results but only for hospital admission or oxygen therapy requirement. Gori obtained AUC values of 0.76 and 0.73 with their ultrasound scales to predict the clinical severity of AB [19]; however, they did not study their relationship with resource utilization.

The predictive capacity of the clinical-ultrasound logistic regression models for hospital admission and oxygen therapy was greater than that of the ultrasound score alone (AUC > 0.85 and explanatory power around 50% with the 8Z and 6Z models) and superior to that obtained by Hernández-Villaruel (AUC of 0.64 and 0.69), who also developed a clinical-ultrasound model [21]. Linear models were also useful for predicting days of hospital admission and oxygen therapy (although only with 8Z). None of the models (8Z, 6Z, and 4Z) were capable of predicting the need for PICU admission or its duration, which may be due to the small sample size (only 17% were admitted to this unit).

Our study has several limitations. First, there is the possibility of some selection bias due to convenience sampling, as well as differences in clinical management between the two centers. Furthermore, although image collection was highly standardized, it was carried out with different ultrasound machines. Additionally, there was a wide time margin for performing the ultrasound (from 0 to 24 h of patient contact), and the study utility relates to being applied as early as possible to patients diagnosed with BA. It is also worth noting that hospital admission does not always occur due to high scores on the clinical severity scale, but may be influenced by other factors such as inadequate oral fluid intake or the presence of apneas in the case of PICU admission, which may not be reflected in the ultrasound findings in these situations. This could partly explain the low cutoff points in some cases in the regression models (for example, >2 points on the LUCS 6Z score would increase the probability of hospital admission by nearly six times).

As strengths of this study, we should also mention the high correlation coefficient obtained between the researchers. In general, studies on point-of-care ultrasound show high levels of agreement among observers [14,17,18].

5. Conclusions

The present clinical-ultrasound model seems to be useful for identifying infants with AB at higher risk of requiring hospital admission or oxygen therapy. Scanning the paravertebral areas may be unnecessary.

Supplementary Materials: The following supporting information can be downloaded at: <https://www.mdpi.com/article/10.3390/children11080987/s1>. Table S1: Lung Ultrasound Combined Score (LUCS). Table S2: Comparison of the different variables between the hospital centers. Table S3: Scores obtained from the different scoring systems grouped according to the need for hospitalization, oxygen therapy, and admission to the PICU or not. Table S4: Accuracy of the ultrasound score in relation to hospital admission, need for oxygen therapy, and admission to the PICU. Table S5: Linear models for predicting the duration of hospital stay, oxygen requirement, and PICU stay. Table S6: Goodness-of-fit tests applied to the developed logistic and linear regression models.

Author Contributions: Conceptualization, L.R.G., E.H.D., I.O.E. and J.M.C.; formal analysis, L.R.G. and J.M.C.; investigation, L.R.G., E.H.D., I.O.E. and J.M.C.; data curation, L.R.G. and J.M.C.; writing—original draft preparation, L.R.G.; writing—review and editing, L.R.G., E.H.D. and C.R.G. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This work has been partially funded by the Ernesto Sánchez Villares Foundation [grant number 2020/05].

Institutional Review Board Statement: The study was approved by the Research Ethics Committee of the Principality of Asturias on 15 October 2018 (project 238/18).

Informed Consent Statement: Written informed consent was obtained from a parent and/or legal guardian.

Data Availability Statement: The datasets used and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request due to privacy and ethical restrictions.

Acknowledgments: To the Statistical Consulting Unit of the Scientific-Technical Services of the University of Oviedo for their assistance and guidance. To all nursing staff and the families who, with their assistance and patience, have collaborated in the study.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflicts of interest.

References

1. Ralston, S.L.; Lieberthal, A.S.; Meissner, H.C.; Alverson, B.K.; Baley, J.E.; Gadomski, A.M.; Johnson, D.W.; Light, M.J.; Maraqa, N.F.; Mendonca, E.A.; et al. Clinical practice guideline: The diagnosis, management, and prevention of bronchiolitis. *Pediatrics* **2014**, *134*, e1474–e1502. [CrossRef] [PubMed]
2. Bronchiolitis in Children: Diagnosis and Management | Guidance | NICE [Internet]. NICE. Available online: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng9> (accessed on 1 February 2024).
3. Gil-Prieto, R.; Gonzalez-Escalada, A.; Marín-García, P.; Gallardo-Pino, C.; Gil-De-Miguel, A. Respiratory Syncytial Virus Bronchiolitis in Children up to 5 Years of Age in Spain: Epidemiology and Comorbidities: An Observational Study. *Medicine* **2015**, *94*, e831. [CrossRef] [PubMed]
4. Basile, V.; Di Mauro, A.; Scalini, E.; Comes, P.; Lofù, I.; Mostert, M.; Tafuri, S.; Manzionna, M.M. Lung ultrasound: A useful tool in diagnosis and management of bronchiolitis. *BMC Pediatr.* **2015**, *15*, 63. [CrossRef] [PubMed]
5. Caiulo, V.A.; Gargani, L.; Caiulo, S.; Fisicaro, A.; Moramarco, F.; Latini, G.; Picano, E. Lung ultrasound in bronchiolitis: Comparison with chest X-ray. *Eur. J. Pediatr.* **2011**, *170*, 1427–1433. [CrossRef]
6. Chong, S.; Teoh, O.H.; Nadkarni, N.; Yeo, J.G.; Lwin, Z.; Ong, Y.G.; Lee, J.H. The modified respiratory index score (RIS) guides resource allocation in acute bronchiolitis. *Pediatr. Pulmonol.* **2017**, *52*, 954–961. [CrossRef]
7. Fernandes, R.M.; Plint, A.C.; Terwee, C.B.; Sampaio, C.; Klassen, T.P.; Offringa, M.; van der Lee, J.H. Validity of bronchiolitis outcome measures. *Pediatrics* **2015**, *135*, e1399–e1408. [CrossRef]
8. Destino, L.; Weisgerber, M.C.; Soung, P.; Bakalarski, D.; Yan, K.; Rehborg, R.; Wagner, D.R.; Gorelick, M.H.; Simpson, P. Validity of respiratory scores in bronchiolitis. *Hosp. Pediatr.* **2012**, *2*, 202–209. [CrossRef]
9. Bekhof, J.; Reimink, R.; Brand, P.L.P. Systematic review: Insufficient validation of clinical scores for the assessment of acute dyspnoea in wheezing children. *Paediatr. Respir. Rev.* **2014**, *15*, 98–112. [CrossRef]
10. Granda, E.; Urbano, M.; Andrés, P.; Corchete, M.; Cano, A.; Velasco, R. Comparison of severity scales for acute bronchiolitis in real clinical practice. *Eur. J. Pediatr.* **2023**, *182*, 1619–1626. [CrossRef]
11. Balaguer, M.; Aleandre, C.; Vila, D.; Esteban, E.; Carrasco, J.L.; Cambra, F.J.; Jordan, I. Bronchiolitis Score of Sant Joan de Déu: BROSJOD Score, validation and usefulness. *Pediatr. Pulmonol.* **2017**, *52*, 533–539. [CrossRef]
12. Bueno-Campaña, M.; Sainz, T.; Alba, M.; del Rosal, T.; Mendez-Echevarría, A.; Echevarría, R.; Tagarro, A.; Ruperez-Lucas, M.; Herreros, M.L.; Latorre, L.; et al. Lung ultrasound for prediction of respiratory support in infants with acute bronchiolitis: A cohort study. *Pediatr. Pulmonol.* **2019**, *54*, 873–880. [CrossRef] [PubMed]
13. Supino, M.C.; Buonsenso, D.; Scateni, S.; Scialanga, B.; Mesturino, M.A.; Bock, C.; Chiaretti, A.; Giglioni, E.; Reale, A.; Musolino, A.M. Point-of-care lung ultrasound in infants with bronchiolitis in the pediatric emergency department: A prospective study. *Eur. J. Pediatr.* **2019**, *178*, 623–632. [CrossRef]
14. Zoido Garrote, E.; García Aparicio, C.; Camila Torrez Villarreal, C.; Pedro Vega García, A.; Muniz Fontán, M.; Oulego Erroz, I. Usefulness of early lung ultrasound in acute mild-moderate acute bronchiolitis. A pilot study. *An. Pediatr.* **2019**, *90*, 10–18. [CrossRef] [PubMed]
15. Özkaya, A.K.; Yilmaz, H.L.; Kendir, Ö.T.; Gökay, S.S.; Eyüboğlu, I. Lung Ultrasound Findings and Bronchiolitis Ultrasound Score for Predicting Hospital Admission in Children With Acute Bronchiolitis. *Pediatr. Emerg. Care* **2020**, *36*, e135–e142. [CrossRef] [PubMed]
16. Di Mauro, A.; Cappiello, A.R.; Ammirabile, A.; Abbondanza, N.; Bianchi, F.P.; Tafuri, S.; Manzionna, M.M. Lung Ultrasound and Clinical Progression of Acute Bronchiolitis: A Prospective Observational Single-Center Study. *Medicina* **2020**, *56*, 314. [CrossRef] [PubMed]
17. Bobillo-Perez, S.; Sorribes, C.; Gebellí, P.; Lledó, N.; Castilla, M.; Ramon, M.; Rodríguez-Fanjul, J. Lung ultrasound to predict pediatric intensive care admission in infants with bronchiolitis (LUSPRO study). *Eur. J. Pediatr.* **2021**, *180*, 2065–2072. [CrossRef]

18. Ruiz, N.S.S.; Albarrán, I.R.; Gorostiza, I.; Laka, I.G.; Lejonagoitia, C.D.; Samson, F. Point-of-care lung ultrasound in children with bronchiolitis in a pediatric emergency department. *Arch. Pediatr.* **2021**, *28*, 64–68. [CrossRef]
19. Gori, L.; Amendolea, A.; Buonsenso, D.; Salvadori, S.; Supino, M.C.; Musolino, A.M.; Adamoli, P.; Coco, A.D.; Trobia, G.L.; Biagi, C.; et al. Prognostic Role of Lung Ultrasound in Children with Bronchiolitis: Multicentric Prospective Study. *JCM* **2022**, *11*, 4233. [CrossRef]
20. Smith, J.A.; Stone, B.S.; Shin, J.; Yen, K.; Reisch, J.; Fernandes, N.; Cooper, M.C. Association of outcomes in point-of-care lung ultrasound for bronchiolitis in the pediatric emergency department. *Am. J. Emerg. Med.* **2024**, *75*, 22–28. [CrossRef]
21. Hernández-Villarreal, A.C.; Ruiz-García, A.; Manzanaro, C.; Echevarría-Zubero, R.; Bote-Gascón, P.; Gonzalez-Bertolin, I.; Sainz, T.; Calvo, C.; Bueno-Campaña, M. Lung Ultrasound: A Useful Prognostic Tool in the Management of Bronchiolitis in the Emergency Department. *JPM* **2023**, *13*, 1624. [CrossRef] [PubMed]
22. Camporesi, A.; Morello, R.; Guzzardella, A.; Pierucci, U.M.; Izzo, F.; De Rose, C.; Buonsenso, D. A combined rapid clinical and lung ultrasound score for predicting bronchiolitis severity. *Intensive Care Med. Paediatr. Neonatal.* **2023**, *1*, 14. [CrossRef]
23. Pisani, L.; Vercesi, V.; van Tongeren, P.S.; Lagrand, W.K.; Leopold, S.J.; Huson, M.A.; Henwood, P.C.; Walden, A.; Smit, M.R.; Riviello, E.D.; et al. The diagnostic accuracy for ARDS of global versus regional lung ultrasound scores—A post hoc analysis of an observational study in invasively ventilated ICU patients. *Intensive Care Med. Exp.* **2019**, *7*, 44. [CrossRef] [PubMed]
24. Kok, B.; Schuit, F.; Lieveld, A.; Azijli, K.; Nanayakkara, P.W.; Bosch, F. Comparing lung ultrasound: Extensive versus short in COVID-19 (CLUES): A multicentre, observational study at the emergency department. *BMJ Open* **2021**, *11*, e048795. [CrossRef] [PubMed]
25. Buessler, A.; Chouihed, T.; Duarte, K.; Bassand, A.; Huot-Marchand, M.; Gottwalles, Y.; Péline, A.; André, E.; Nace, L.; Jaeger, D.; et al. Accuracy of Several Lung Ultrasound Methods for the Diagnosis of Acute Heart Failure in the ED: A Multicenter Prospective Study. *Chest* **2020**, *157*, 99–110. [CrossRef] [PubMed]
26. Pilar Orive FJLópez Fernández, Y.M. Manejo de la Bronquiolitis Aguda en la UCIP. Protocol of the Spanish Society of Paediatric Intensive Care, 2021. [Internet]. Available online: https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/21_bronquiolitis_ucip.pdf (accessed on 1 February 2024).
27. Copetti, R.; Cattarossi, L. Ultrasound diagnosis of pneumonia in children. *Radiol. Med.* **2008**, *113*, 190–198. [CrossRef] [PubMed]
28. Taveira, M.; Yousef, N.; Miatello, J.; Roy, C.; Claude, C.; Boutillier, B.; Dubois, C.; Pierre, A.-F.; Tissières, P.; Durand, P. Can a simple lung ultrasound score predict length of ventilation for infants with severe acute viral bronchiolitis? *Arch. Pediatr.* **2018**, *25*, 112–117. [CrossRef]
29. Buonsenso, D.; Soldati, G.; Curatola, A.; Morello, R.; De Rose, C.; Vacca, M.E.; Lazzareschi, I.; Musolino, A.M.; Valentini, P. Lung Ultrasound Pattern in Healthy Infants During the First 6 Months of Life. *J. Ultrasound Med.* **2020**, *39*, 2379–2388. [CrossRef]
30. Ingelse, S.A.; Pisani, L.; Westdorp, M.H.A.; Almakdase, M.; Schultz, M.J.; van Woensel, J.B.M.; Bem, R.A. Lung ultrasound scoring in invasive mechanically ventilated children with severe bronchiolitis. *Pediatr. Pulmonol.* **2020**, *55*, 2799–2805. [CrossRef]

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of MDPI and/or the editor(s). MDPI and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.

Anexo 6. Becas y ayudas recibidas.

Fundación Ernesto Sánchez Villares
Sociedad de Pediatría de Asturias, Cantabria, Castilla y León

Zamora, 3 de abril de 2020

-Proyecto 2020/05

“Ecografía precoz en bronquiolitis para detección de pacientes de alto riesgo”

Investigador principal: Lucía Rodríguez García

Investigadores colaboradores: Mayordomo Colunga, Juan; Hierro Delgado, Elena; Oulego Erroz, Ignacio;

Estimada Dra. Rodríguez García

El Patronato de la Fundación “Ernesto Sánchez Villares”, tras valorar su proyecto, ha decidido conceder al Proyecto del que es Investigadora Principal una Ayuda

El importe de la Ayuda puede hacerse efectivo de dos maneras. Una, transfiriendo la totalidad del dinero directamente al investigador, en cuyo caso sufre una retención del 15% (IRPF) por parte de Hacienda. Para hacer esta transferencia precisamos el NIF de quien la recibe, la dirección fiscal y el número IBAN de cuenta donde realizar la transferencia. Otra forma es transferir el importe a otra Fundación o Institución que se nos indique.

Para ello es necesario que se ponga en contacto con el Tesorero de la Fundación, Dr. Jesús M^a Andrés de Llano (jm.andres.dellano@gmail.com), indicando la manera en que se procederá a su cobro. Recordar que el importe de la Ayuda se hará efectiva, previa deducción de los impuestos o retenciones aplicables, dentro de los **treinta días posteriores** a la recepción de esta notificación.

Tal como consta en las bases de la convocatoria, cuando el trabajo se haya realizado es obligado enviar una Memoria a la Fundación en los seis meses siguientes a su finalización y a presentarlos en el Memorial Guillermo Arce-Ernesto Sánchez Villares de ese mismo año. Asimismo, en las publicaciones a que dé lugar la investigación deberá hacerse constar la financiación otorgada por la Fundación Ernesto Sánchez Villares mediante la presente Convocatoria y comunicar a la misma su publicación.

Reciba mi felicitación y un cordial saludo

Firmado por 09263794S CARLOS
OCHOA (R: G33536293) el día
03/04/2020 con un certificado
emitido por AC Representación

Carlos Ochoa Sangrador
Presidente Fundación “Ernesto Sánchez Villares”