

# Rendimiento de la escala Severe Community Acquired Pneumonia (SCAP) para la predicción de desenlaces clínicos en neumonía

Luis F. Reyes-Velasco<sup>1,2</sup>, Alirio R. Bastidas-Goyes<sup>1,3,\*</sup>, Juan M. Leguizamo-Isaza<sup>1,4</sup>, Daniela Urbina-Jaramillo<sup>1,5</sup>, Manuela Jaramillo-Sierra<sup>1,6</sup>, Julián M. Rozo-Prieto<sup>1,7</sup>, Melissa A. Peñata-Hoyos<sup>1,8</sup>, Andrés F. Méndez-Bonilla<sup>1,9</sup>, Luz A. Cepeda-Cortés<sup>1,10</sup>, Ana M. Duque-Giraldo<sup>1,11</sup>, Dayana A. Arjona-Granados<sup>1,12</sup>, Nicolás Leal-Poveda<sup>1,13</sup>, Laura M. Quintero-Salgado<sup>1,14</sup>

## Resumen

**Objetivo:** evaluar el desempeño de la escala Severe Community Acquired Pneumonia (SCAP) en pacientes con neumonía adquirida en la comunidad (NAC) para la predicción de muerte intrahospitalaria, a 30 días, requerimiento de ventilación mecánica invasiva (VMI) y de soporte vasopresor.

**Metodología:** estudio de cohorte retrospectivo con análisis de prueba diagnóstica de la escala SCAP en pacientes con NAC conforme a los criterios de la American Thoracic Society (ATS) y la Infectious Diseases Society of America (IDSA). Se estimó una escala SCAP adicional reemplazando la  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 250$  por la  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2 < 400$ . Se calcularon los OR crudos y ajustados por cada variable de los puntajes con los desenlaces de interés, así como las áreas bajo la curva de la característica operativa del receptor (ACOR). Se compararon las ACOR con la prueba De-Long, considerando una  $p < 0,05$  estadísticamente significativa.

**Resultados:** se incluyeron 1795 pacientes en el análisis definitivo, 13,6% fallecieron en el hospital y 15% en el seguimiento a 30 días, 10,8% requirieron VMI y 11,4% soporte vasopresor. La sensibilidad de la escala SCAP para la predicción de los cuatro desenlaces previamente mencionados fue mayor que la del puntaje CURB-65. El rendimiento de la escala no se modifica al emplear como criterio la  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2 < 400$ .

**Conclusiones:** la escala SCAP presenta un buen desempeño para la predicción de los desenlaces clínicos en neumonía, manteniendo su rendimiento cuando se utiliza la  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2 < 400$ .

**Palabras clave (DeCS):** neumonía; pronóstico; mortalidad; respiración artificial; hipoxia.

## Performance of the Severe Community Acquired Pneumonia (SCAP) Score in the prediction of clinical outcomes in pneumonia

### Abstract

**Objective:** to assess the performance of the SCAP score for the prediction of in-hospital mortality, 30-day mortality, requirement of invasive mechanical ventilation (IMV) and of vasopressor support, in patients with community-acquired pneumonia (CAP).

**Methods:** retrospective cohort study with diagnostic test analysis of the SCAP and CURB-65 scores in patients with CAP according to the ATS/IDSA criteria. An additional SCAP score in which  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 250$  was replaced for  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2 < 400$  was estimated. The crude and adjusted OR per each variable of score and outcomes of interest were calculated, as well as the areas under the receiver operating characteristic curve (AUROCs). AUROCs were compared with the DeLong test and a  $p < 0,05$  was considered statistically significant.

**Results:** 1795 patients were included in the final analysis, 13,6% of them died in-hospital, 15% within 30 days of hospital admission, 10,8% required IMV and 11,4% required vasopressor support. The SCAP score's sensitivity for the prediction of the four outcomes previously mentioned was higher than that of the CURB-65 score. The performance did not modify when  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2 < 400$  is used as criteria.

**Conclusions:** the SCAP score shows good performance for predicting clinical outcomes in pneumonia, maintaining its performance when  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2 < 400$  is used.

**Key words:** pneumonia; clinical outcome; mortality; intensive care unit; mechanical ventilation; vasoconstrictors; hypoxia.

## Introducción

La neumonía adquirida en la comunidad (NAC) constituye la primera causa de muerte por infecciones en el mundo y la octava causa de muerte en adultos en los Estados Unidos de América (EE.UU)<sup>1,2</sup>. Su incidencia es de aproximadamente 9,2-33 casos por cada 1000 personas por año, incrementando

con la edad<sup>2</sup>. Se estima que su tasa de mortalidad global es del 10-14%, disminuyendo hasta un 2% en pacientes jóvenes y sanos; sin embargo, en aquellos pacientes que requieren manejo intrahospitalario, ésta puede aumentar hasta un 14% y en los que requieren manejo en unidad de cuidados intensivos (UCI), incrementarse hasta un 50%<sup>3,4</sup>.

1 Universidad de La Sabana. Chía, Cundinamarca, Colombia.

2 Clínica Universidad de La Sabana. Chía, Cundinamarca, Colombia. <https://orcid.org/0000-0003-1172-6539>

3 <https://orcid.org/0000-0002-8873-9779>

4 <https://orcid.org/0000-0003-1139-8141>

5 <https://orcid.org/0000-0003-3825-6143>

6 <https://orcid.org/0000-0002-3872-8641>

7 <https://orcid.org/0000-0001-9748-5224>

8 <https://orcid.org/0000-0001-9375-3033>

9 <https://orcid.org/0000-0002-1220-7784>

10 <https://orcid.org/0000-0002-0893-4401>

11 <https://orcid.org/0000-0003-4363-3361>

12 <https://orcid.org/0000-0001-6966-7725>

13 <https://orcid.org/0000-0001-9166-749X>

14 <https://orcid.org/0000-0001-8611-7338>

\* Autor para correspondencia: alirio.bastidas@unisabana.edu.co  
Número de teléfono: +57 (315) 884-7355 Dirección postal: Campus Puente del Común, Km. 7, Autopista Norte de Bogotá. Chía, Cundinamarca, Colombia. 140013.

Recibido: 17/09/2021; Aceptado: 16/12/2021

Cómo citar este artículo: L.F. Reyes-Velasco, et al. Rendimiento de la escala Severe Community Acquired Pneumonia (SCAP) para la predicción de desenlaces clínicos en neumonía. *Infectio* 2022; 26(3): 216-223

Identificar a los pacientes con mayor probabilidad de desarrollar NAC severa de forma objetiva y temprana puede disminuir la tasa de mortalidad asociada a la misma<sup>5</sup>. Con este fin, se han desarrollado y validado varios puntajes que evalúan la severidad de la NAC, entre los puntajes desarrollados y más estudiados se encuentra el Pneumonia Severity Index (PSI), CURB-65<sup>6-12</sup>, SMART-COP<sup>13</sup>; los cuales facilitan un diagnóstico adecuado y orientan la toma adecuada de exámenes complementarios, el lugar de manejo y el tratamiento más adecuado para cada paciente. Entre los puntajes desarrollados se encuentra la escala Severe Community Acquired Pneumonia (SCAP) o PS-CURXO80, propuesta originalmente en el 2006 por España et al<sup>5,11,14</sup>, la cual ha mostrado buen rendimiento para la predicción de neumonía comunitaria grave que requiere la admisión a UCI, fármacos vasopresores o conexión a ventilación mecánica y muerte, cuando ha sido comparada con la regla de la American Thoracic Society (m-ATS), el puntaje CURB-65 y el Pneumonia Severity Index (PSI)<sup>15,16</sup>.

La escala SCAP, que va de cero a 59 puntos e indica, a mayor puntaje, mayor severidad de la neumonía, ha mostrado un ACOR mayor que el CURB-65 para mortalidad y otros desenlaces en sujetos con neumonía, Saldías et al, describe que el SCAP es superior en 6 puntos para predecir muerte y 13 puntos para predecir conexión a ventilación mecánica cuando se compara con el ACOR del CURB-65 para estos desenlaces<sup>15,16</sup>. No obstante, aún se discute si el rendimiento del puntaje SCAP ofrece una mejor precisión pronóstica para diferentes desenlaces clínicos en comparación con el CURB-65, razón por la cual este estudio propone evaluar el desempeño de la escala SCAP en relación con el CURB-65 como predictor de mortalidad intrahospitalaria, mortalidad a 30 días, requerimiento de VMi y de soporte vasopresor.

## Materiales y métodos

### Diseño del estudio

Se realizó un estudio de cohorte retrospectivo que incluyó a pacientes que ingresan a los servicios de urgencias, salas generales o UCI con diagnóstico de NAC, en una institución de salud de tercer nivel de complejidad en Cundinamarca, Colombia (Clínica Universidad de La Sabana), tomando datos de historias clínicas desde enero de 2012 a febrero de 2020. La recopilación de datos fue realizada con autorización del comité de ética de la institución y almacenados en el software RedCap.

### Criterios de selección

Se incluyeron sujetos con edad mayor a 18 años con diagnóstico de NAC según las guías de la IDSA y la ATS definido como el conjunto de signos y síntomas de infección respiratoria aguda asociados a anomalías en la radiografía de tórax compatibles con ocupación alveolar y/o intersticial<sup>4</sup>, así como pacientes con registro de historia clínica completa que permitía el cálculo de las escalas SCAP y CURB-65. Fueron excluidos aquellos pacientes en quienes durante la hospitalización se consideró otro diagnóstico principal diferente a

neumonía, así como en los que cursaban con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) exacerbada, crisis asmática, tuberculosis, insuficiencia cardíaca descompensada y tromboembolismo pulmonar (TEP).

### Variables

Se tomaron datos de variables sociodemográficas, clínicas, fisiológicas y antecedentes patológicos mediante el índice de Charlson, así pruebas de laboratorio (hemograma, nitrógeno ureico en sangre, glicemia, albúmina sérica, bilirrubinas, gases arteriales) e imágenes diagnósticas (radiografía de tórax y/o tomografía axial computarizada de tórax) realizadas en la admisión inicial al hospital, cuyo resultado fue interpretado por el médico radiólogo de la institución. Los desenlaces evaluados fueron la mortalidad intrahospitalaria y a 30 días, el requerimiento de VMi, así como de soporte vasopresor, los cuales fueron obtenidos a partir de la fuente nacional de registros de defunción y de la evolución intrahospitalaria del paciente, respectivamente. Con base en los datos obtenidos se calcularon las escalas CURB-65 (Confusión, nitrógeno ureico > 19 mg/dL, frecuencia respiratoria  $\geq 30$  respiraciones por minuto, presión arterial sistólica < 90 mmHg o presión arterial diastólica  $\leq 60$  mmHg, edad  $\geq 65$  años) y la escala SCAP<sup>4,17,18</sup>.

### Escala SCAP o PS-CURXO80

Esta escala consta de 8 variables, 2 de ellas son criterios mayores (pH arterial < 7,30 y presión arterial sistólica < 90 mmHg, que puntúan 13 y 11 puntos respectivamente) y 6 menores (alteración la conciencia 5 puntos, nitrógeno ureico en sangre > 30 mg/dl 9 puntos, frecuencia respiratoria  $\geq 30$  respiraciones por minuto 9 puntos, PaO<sub>2</sub> < 54 mmHg o PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> < 250 6 puntos, edad > 80 años 5 puntos y neumonía multilobar o bilateral en la radiografía de tórax 5 puntos). Conforme a la puntuación total obtenida se clasifica en 5 grupos o clases: riesgo bajo, grupo 0-1 (0-9 puntos), riesgo intermedio, grupo 2 (10-19 puntos) y por el último alto riesgo, grupo 3-4 (> 20 puntos), así mismo define NAC grave como la presencia de al menos 1 criterio mayor o dos menores<sup>5,11</sup>.

### Tamaño de muestra

Para la estimación del tamaño de muestra de este estudio se utilizaron los datos del estudio de España et al<sup>5</sup>, en la cual se reporta una incidencia de neumonía severa en un 8,2%, una sensibilidad del 92,1% y una especificidad del 73,8% para la predicción de mortalidad. Para alcanzar un nivel de confianza del 95% y de precisión del 5%, se requería como mínimo un total de 1364 sujetos. Con el fin de completar este número de pacientes, se revisaron los registros de historias clínicas y aquellos pacientes que cumplían con los criterios de inclusión descritos anteriormente fueron seleccionados.

### Análisis estadístico

Los datos se ingresaron en el software Research Electronic Data Capture (REDCap)<sup>19</sup> y luego analizados en el programa SPSS 25 licenciado. No se analizaron las variables con pérdida mayor al 20%. Las variables cuantitativas de distribución normal fueron resumidas en promedio y desviación estándar y las que

no cumplían criterios de normalidad, en mediana y rango intercuartil. Las variables cualitativas se resumieron en frecuencias y porcentajes. Se realizó un análisis bivariado comparando las variables cuantitativas con t de Student o U de Mann-Whitney de acuerdo con su distribución y las variables cualitativas se compararon con la prueba de Chi cuadrado. Se compararon cada una de las variables que componen los puntajes SCAP y CURB-65 con los desenlaces de interés y se calcularon los odds ratio (OR), sensibilidad, especificidad, el valor predictivo positivo (VPP), el valor predictivo negativo (VPN), la razón de verosimilitud positiva (LR+), la razón de verosimilitud negativa (LR-) y las áreas bajo la curva de características operativas del receptor (ACOR) respectivas con intervalos de confianza del 95%. Se construyó adicionalmente el puntaje SCAP reemplazando el valor de la PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub><250 o PaO<sub>2</sub> <54 mmHg por la SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub><400. Se efectuó una comparación entre las ACOR de los diferentes puntajes con la prueba de DeLong, se consideró una p estadísticamente significativa con un valor p<0,05.

### Consideraciones éticas

El presente estudio cuenta con aprobación por parte del Comité de Ética institucional de la Clínica Universidad de La Sabana, considerándose como sin riesgo según la resolución 8430 de 1993, respetándose la protección de datos personales según la ley de habeas data 1266 de 2008, por lo que no se requiere la obtención de consentimiento informado.

### Resultados

El análisis definitivo incluyó a 1795 pacientes, de los cuales el 13,6% fallecieron durante la hospitalización y el 15% en el seguimiento a 30 días, el 10,8% requirieron VMi y el 11,4% soporte vasopresor. En la figura 1 se describe el flujo de ingreso de pacientes al estudio.

### Características generales de la población

La edad promedio de la cohorte estudiada fue 70,4 años (DE ± 18,9), 58,2% de sexo masculino, 86,2% tuvieron tos como síntoma más frecuente, 60,4% hipertensión arterial como comorbilidad más común y compromiso radiológico multilobar

en el 32,1% de los casos. Se identificó una relación estadísticamente significativa entre el desenlace de muerte y la edad, presencia de disnea, identificación de estertores, tirajes, hipertensión arterial, antecedente de falla cardiaca crónica, enfermedad cerebrovascular y demencia. En la tabla 1 y tabla 2 se resumen las características generales de la población, exámenes paraclínicos e imágenes diagnósticas de los sujetos incluidos en el estudio.

### Variables asociadas a desenlaces clínicos

Las variables que se asociaron a los desenlaces clínicos de muerte durante la hospitalización, muerte a 30 días, requerimiento de VMi y soporte vasopresor fueron la edad mayor a 80 años, alteración del estado de conciencia, frecuencia respiratoria mayor de 30 respiraciones por minuto, nitrógeno ureico mayor a 30 mg/dL y el compromiso multilobar en la radiografía de tórax, la edad mayor de 65 años no se asoció con el fallecimiento durante la hospitalización y a 30 días en el análisis multivariado, la presión arterial sistólica menor de 90 mmHg o presión arterial diastólica menor de 60 mmHg no se relacionó con el requerimiento de VMi y el nitrógeno ureico con un punto de corte de 19 mg/dL sólo se asoció con el fallecimiento a 30 días y el requerimiento de soporte vasopresor, en la tabla 3, se muestra los OR del análisis bivariado y ORs del análisis multivariado de las principales variables con cada uno de los desenlaces evaluados.

### Rendimiento de los puntajes SCAP y CURB-65 para mortalidad, requerimiento de VMi y soporte vasopresor.

El puntaje SCAP muestra un rendimiento superior para la predicción de muerte durante la hospitalización, muerte a 30 días, requerimiento de ventilación mecánica y fármacos vasopresores que el puntaje CURB-65, prueba de DeLong p<0,001; al cambiar en el puntaje SCAP el parámetro de PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> <250 o PaO<sub>2</sub> <54 mmHg por SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> <400, no se modifica de manera significativa el desempeño de la escala en la predicción de los desenlaces clínicos estudiados. En la figura 2 y la tabla 4. Se muestran los resultados de validez del puntaje SCAP con mortalidad durante la hospitalización, fallecimiento a 30 días, requerimiento de VMi y requerimiento de soporte vasopresor.

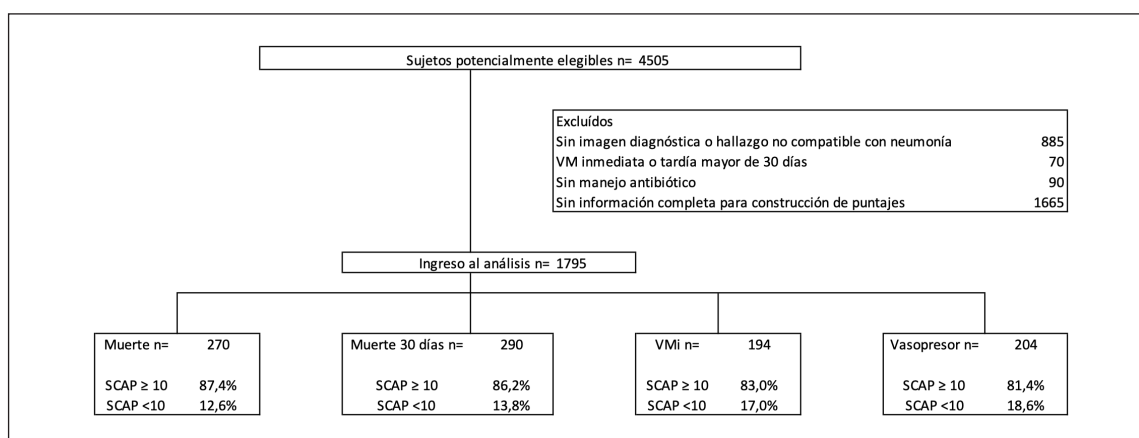


Figura 1. Flujograma de ingreso de sujetos al estudio.

VMi: requerimiento de ventilación mecánica invasiva. PA: presión arterial. FR: frecuencia respiratoria. SpO<sub>2</sub>: saturación periférica de oxígeno. FiO<sub>2</sub>: Fracción inspirada de oxígeno. BUN: Nitrógeno ureico en sangre. PO<sub>2</sub>: presión arterial de oxígeno. VMi: requerimiento de ventilación mecánica invasiva. SCAP: Severe Community Acquired Pneumonia Score.

**Tabla 1.** Características generales de la población

Variable	Población total n=1795	Muertos n=270	Vivos n=1525	Valor P
Edad en años, x (ds)	70,4 (18,9)	78,4 (15,5)	69 (19,1)	<0,001
Sexo masculino, n (%)	1045 (58,2)	143 (52,9)	902 (59,1)	0,058
<b>Hallazgos clínicos</b>				
Tos, n (%)	1548 (86,2)	227 (84,1)	1321 (86,7)	0,262
Disnea, n (%)	1389 (77,4)	225 (83,3)	1164 (76,3)	0,011
Dolor pleurítico, n (%)	535 (29,8)	81 (30)	454 (29,8)	0,939
Adenopatías dolorosas, n (%)	4 (0,2)	1 (3,4)	3 (0,2)	0,577
Días de síntomas, x (ds)	5 (3,7)	4,4 (3,4)	5,1 (3,8)	0,003
Fiebre, n (%)	971 (54,1)	150 (55,6)	821 (53,8)	0,601
Frecuencia respiratoria, x (ds)	21,6 (6,3)	22,8 (6,1)	21,4 (6,3)	0,001
Estertores, n (%)	1157 (64,5)	198 (73,3)	959 (62,9)	0,001
Sibilancias, n (%)	564 (31,4)	109 (40,4)	455 (29,8)	0,001
Tirajes, n (%)	604 (33,6)	144 (53,3)	460 (30,2)	<0,001
FiO2 ingreso, x (ds)	29,2 (11,5)	35,9 (16,6)	28 (9,9)	<0,001
PAM, x (ds)	88,8 (15,4)	85,3 (18,1)	89,4 (14,9)	<0,001
Alteración de la conciencia, n (%)	269 (15)	95 (35,2)	174 (11,4)	<0,001
<b>Antecedentes, n (%)</b>				
EPOC	583 (32,5)	96 (35,6)	487 (31,9)	0,242
HTA	1084 (60,4)	194 (71,9)	890 (58,4)	<0,001
Asma	35 (1,9)	2 (0,7)	33 (2,2)	0,119
ICC	366 (20,4)	84 (31,1)	282 (18,5)	<0,001
IAM	154 (8,6)	28 (10,4)	131 (8,3)	0,254
ECV	187 (10,4)	50 (18,5)	137 (9,0)	<0,001
DM tipo II	74 (4,1)	15 (5,6)	59 (3,9)	0,199
ERC	139 (7,8)	31 (11,5)	108 (7,1)	0,013
Tabaquismo	531 (29,6)	95 (35,3)	436 (28,6)	0,026
Neoplasia	184 (10,3)	56 (20,7)	128 (8,4)	<0,001
Demencia	266 (14,8)	78 (28,9)	188 (12,3)	<0,001
Institucionalizado	278 (15,5)	84 (31,1)	194 (12,7)	<0,001
Trauma	49 (2,7)	8 (0,3)	41 (2,7)	0,799
SIDA	5 (0,3)	2 (0,7)	3 (0,2)	0,118

**Abreviaciones:** x (ds): promedio (desviación estándar). n (%): número (porcentaje). FiO2: fracción inspirada de oxígeno. PAM: presión arterial media. EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica. HTA: Hipertensión arterial sistémica. ICC: insuficiencia cardiaca congestiva. IAM: infarto agudo del miocardio. ECV: Enfermedad cerebro vascular. DM: diabetes mellitus. ERC: Enfermedad renal crónica. SIDA: síndrome de inmunodeficiencia adquirida.

**Tabla 2.** Exámenes paraclínicos e imágenes diagnósticas

Variable	Población total n=1795	Muertos n=270	Vivos n=1525	Valor P
Leucocitos/mm3, x (ds)	12452 (8296)	12442,7 (8878,8)	12453,3 (8191)	0,99
Hb (g/dL), x (ds)	13,3 (2,8)	12,2 (2,5)	13,5 (2,7)	<0,001
HTO (%), x (ds)	40,1 (11,9)	37,3 (7,7)	40,6 (12,4)	<0,001
Plaquetas/mm3, x (ds)	254241 (140476)	233051 (123732)	258022 (142967)	0,002
Sodio (mEq/L) x (ds)	137,4 (7,3)	139,3 (12,6)	137,1 (5,6)	<0,001
Glicemia (mg/dL) x (ds)	131,3 (68,2)	133,7 (67,8)	130,8 (68,3)	0,9
Creatinina (mg/dL) x (ds)	1,3 (1,9)	1,6 (1,8)	1,3 (1,9)	0,02
BUN (mg/dL), x (ds)	25,5 (18,1)	35,7 (23,7)	23,6 (16,3)	<0,001
<b>Gases arteriales, x (ds)</b>				
pH	7,4 (0,1)	7,4 (0,1)	7,4 (0,1)	0,332
PO2 (mmHg)	62,2 (18)	64,2 (23,4)	61,8 (16,8)	0,1
PCO2 (mmHg)	33,5 (11,4)	34,9 (11,8)	33,2 (11,3)	0,022
HCO3 (mEq/L)	20,9 (5,8)	20,4 (5,5)	21 (5,9)	0,139
BE (mmol/L)	-2,6 (5,0)	-3,5 (5,7)	-2,5 (4,9)	0,007
Lactato (mmol/L)	3,5 (45,5)	2,6 (2,1)	3,7 (50,1)	0,391
SaO2 (mmHg)	88,4 (8,4)	86,4 (10,1)	88,7 (8)	<0,001
FiO2 (%)	29,2 (11,5)	35,9 (16,6)	28 (9,9)	<0,001
PaO2/FiO2	227,1 (71,3)	200,9 (93)	231,8 (65,7)	<0,001
<b>Radiografía de tórax, n (%)</b>				
Infiltrado intersticial	1035 (57,7)	191 (70,7)	844 (55,3)	<0,001
Infiltrado alveolar	1422 (79,2)	228 (84,4)	1194 (78,3)	0,022
Compromiso multilobar	577 (32,1)	152 (56,3)	425 (27,9)	<0,001
Derrame pleural	285 (15,9)	61 (22,6)	224 (14,7)	0,001
<b>TC de tórax, n (%)</b>				
Infiltrado intersticial	573 (77)	71 (80,7)	502 (76,5)	0,384
Infiltrado alveolares	414 (55,6)	61 (69,3)	353 (53,8)	0,006
Compromiso multilobar	355 (70,6)	62 (70,5)	293 (44,7)	<0,001
Derrame pleural	200 (26,7)	34 (38,6)	166 (25,3)	0,008

**Abreviaciones:** x (ds): promedio (desviación estándar). n (%): número (porcentaje). Hb: hemoglobina. BUN: nitrógeno ureico en sangre. PO2: presión arterial de oxígeno. PCO2: presión arterial de dióxido de carbono. HCO3: bicarbonato en sangre. BE: base exceso. SaO2: saturación periférica de oxígeno. FiO2: fracción inspirada de oxígeno. PaO2/FiO2: relación entre la presión arterial de oxígeno y la fracción inspirada de oxígeno. TC: tomografía computarizada.

**Tabla 3.** Variables clínicas y su relación con muerte durante la hospitalización, fallecimiento a 30 días, requerimiento de VMI y soporte vasopresor

	OR Análisis bivariado (IC95%)	OR Análisis multivariado (IC95%)	Valor P
<b>Muerte durante la hospitalización</b>			
Edad > 65 años	2,93 (2,04-4,19)	1,41 (0,91-2,18)	0,123
Edad > 80 años	2,54 (1,95-3,31)	1,52 (1,10-2,11)	0,012
Alteración del estado de conciencia	4,21 (3,14-5,66)	2,78 (2,00-3,86)	<0,001
FR ≥ 30 rpm	3,07 (2,11-4,47)	2,14 (1,40-3,26)	<0,001
Presión arterial mmHg	2,06 (1,56-2,72)	1,53 (1,12-2,09)	0,007
PaO <sub>2</sub> <54 o PaFiO <sub>2</sub> <250	1,97 (1,43-2,70)	1,59 (1,13-2,42)	0,008
Nitrogeno ureico >19 mg/dL	3,05 (2,73-4,09)	1,43 (0,98-2,08)	0,061
Nitrogeno ureico >30 mg/dL	3,60 (2,75-4,71)	1,97 (1,40-2,79)	<0,001
Rx de tórax (compromiso multilobar)	3,29 (2,52-4,29)	2,69 (2,02-3,58)	<0,001
<b>Fallecimiento a 30 días</b>			
Edad > 65 años	3,13 (2,15-3,59)	1,45 (0,95-2,23)	0,088
Edad > 80 años	2,78 (2,15-3,60)	1,69 (1,23-2,32)	0,001
Alteración del estado de conciencia	3,98 (2,98-5,33)	2,52 (1,83-3,47)	<0,001
FR ≥ 30 rpm	2,88 (1,99-4,18)	2,06 (1,36-3,12)	0,001
Presión arterial mmHg	2,17 (1,65-2,84)	1,67 (1,24-2,25)	0,001
PaO <sub>2</sub> <54 o PaFiO <sub>2</sub> <250	1,64 (1,23-2,21)	1,33 (0,96-1,83)	0,081
Nitrogeno ureico >19 mg/dL	3,15 (2,37-4,20)	1,49 (1,04-2,13)	0,031
Nitrogeno ureico >30 mg/dL	3,65 (2,80-4,74)	1,96 (1,41-2,73)	<0,001
Rx de torax (compromiso multilobar)	2,70 (2,09-3,48)	2,18 (1,65-2,87)	<0,001
<b>Requerimiento de VMI</b>			
Edad > 65 años	0,51 (0,38-0,69)	0,41 (0,28-0,61)	<0,001
Edad > 80 años	0,51 (0,37-0,72)	0,47 (0,31-0,72)	<0,001
Alteración del estado de conciencia	2,56 (1,82-3,62)	2,79 (1,88-4,12)	<0,001
FR ≥ 30 rpm	4,53 (3,10-6,67)	3,63 (2,37-5,57)	<0,001
Presión arterial	1,28 (0,91-1,80)	0,99 (0,86-1,44)	0,969
PaO <sub>2</sub> <54 o PaFiO <sub>2</sub> <250	2,28 (1,56-3,35)	2,07 (1,38-3,10)	<0,001
Nitrogeno ureico >19 mg/dL	1,53 (1,13-2,08)	1,34 (0,89-2,01)	0,164
Nitrogeno ureico >30 mg/dL	1,89 (1,38-2,59)	1,62 (1,06-2,46)	0,025
Rx de tórax (compromiso multilobar)	2,62 (1,94-3,55)	2,37 (1,72-3,28)	<0,001
<b>Requerimiento de soporte vasopresor</b>			
Edad > 65 años	0,64 (0,48-0,87)	0,53 (0,36-0,77)	0,001
Edad > 80 años	0,61 (0,44-0,84)	0,52 (0,35-0,78)	0,001
Alteración del estado de conciencia	2,23 (1,58-3,15)	2,07 (1,40-3,06)	<0,001
FR ≥ 30 rpm	4,22 (2,86-6,22)	3,31 (2,18-5,02)	<0,001
Presión arterial	1,79 (1,31-2,46)	1,48 (1,06-2,08)	0,023
PaO <sub>2</sub> <54 o PaFiO <sub>2</sub> <250	1,85 (1,29-2,63)	1,60 (1,10-2,33)	0,08
Nitrogeno ureico >19 mg/dL	1,89 (1,39-2,58)	1,70 (1,15-2,52)	0,089
Nitrogeno ureico >30 mg/dL	1,96 (1,45-2,68)	1,40 (0,95-2,07)	<0,001
Rx de torax (compromiso multilobar)	2,38 (1,78-3,20)	2,08 (1,52-2,84)	<0,001

**Abreviaciones:** FR: frecuencia respiratoria. BUN: nitrógeno ureico en sangre. PO<sub>2</sub>: presión arterial de oxígeno. PCO<sub>2</sub>: presión arterial de dióxido de carbono. HCO<sub>3</sub>: bicarbonato en sangre. BE: base exceso. SaO<sub>2</sub>: saturación periférica de oxígeno. FiO<sub>2</sub>: fracción inspirada de oxígeno. PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>: relación entre la presión arterial de oxígeno y la fracción inspirada de oxígeno. TC: tomografía computarizada.

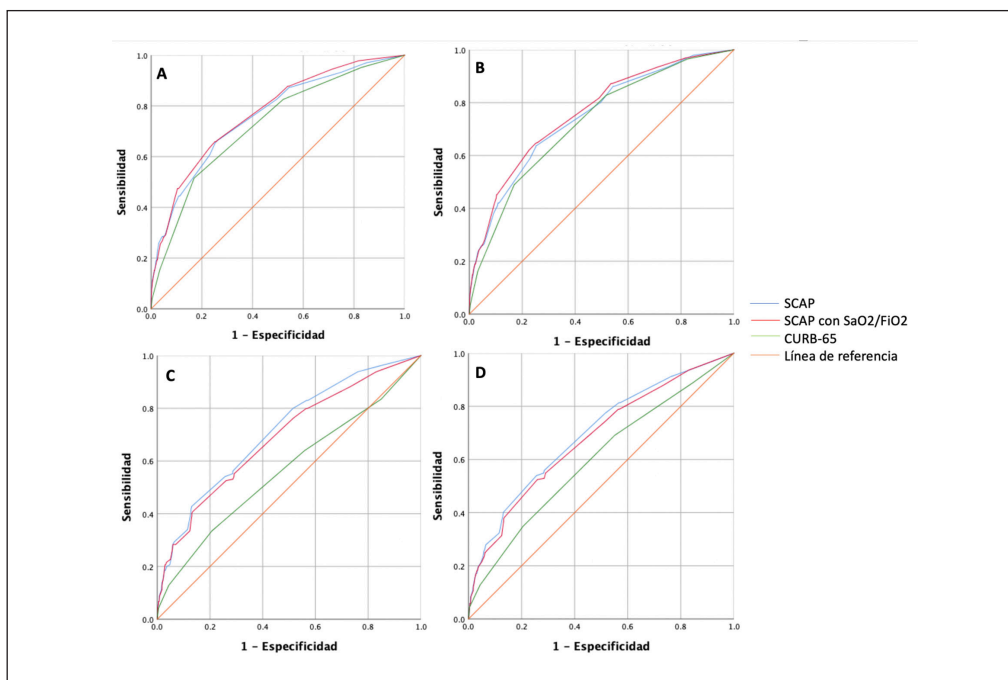
## Discusión

Con los resultados del presente estudio fue posible determinar que la escala SCAP tiene un buen desempeño para la predicción de mortalidad intrahospitalaria, mortalidad a 30 días, requerimiento de VMI y de soporte vasopresor; incluso, su rendimiento para la estimación de dichos desenlaces resulta superior al del CURB-65 en la cohorte estudiada, al reemplazar la variable  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 250$  o  $\text{PaO}_2 < 54$  mmHg por la relación  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2 < 400$ , el puntaje resultante no pierde sensibilidad para la predicción de los desenlaces de interés mencionados anteriormente.

España et al., compara el SCAP con el CURB-65, el puntaje modified American Thoracic Society (m-ATS) y el PSI en dos cohortes con un total de 2.917 pacientes, encontrando una mayor ACOR del SCAP para la predicción de NAC severa en las siguientes 24 horas<sup>5,7</sup>, en población latinoamericana pero con un número menor de sujetos el SCAP mostró ser mejor que el PSI para la predicción de VMI pero el PSI fue mejor para la predicción de muerte<sup>15,16</sup>, los resultados del puntaje SCAP han sido consistentes especialmente con la predicción de admisión a UCI en pacientes con NAC, Marti et al., en una revisión sistemática donde se logran evaluar 11 puntajes para la predicción de neumonía severa encuentra que el puntaje SCAP y el SMART-COP tienen mejores resultados discriminatorios en comparación con el PSI y CURB-65 para el requerimiento de UCI<sup>13</sup>, no obstante, el SMART-COP

ha mostrado una mayor sensibilidad para la predicción de VMI que el SCAP<sup>15,16</sup>. Los puntajes de severidad en neumonía muestran en diferentes estudios clínicos rendimientos diferentes<sup>8,10,11,14</sup>, sin embargo, en general tienen buenos valores predictivos negativos y una mayor precisión a un mayor número de variables<sup>6,9,12,20</sup>, siendo esta un posible explicación del mayor rendimiento del SCAP que incorpora el pH,  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  y compromiso radiográfico multilobar a diferencia del CURB-65 en nuestra población.

Una de las variables adicionales utilizadas en el SCAP a diferencia del CURB-65 es el  $\text{pH} < 7,3$ , esta variable se encuentra en otras escalas utilizadas para la predicción de severidad y otros desenlaces clínicos en neumonía tales como el PSI, el Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II (APACHE-II), el SMART-COP y el REA-ICU, principalmente debido a que la presencia de este parámetro indica un estado acidótico que se ha asociado a tasas de mortalidad elevadas en pacientes críticamente enfermos<sup>21</sup>; también, se ha observado que en pacientes con NAC, los estados de acidosis metabólica están vinculados a lesión renal aguda y disfunción del sistema nervioso central, predisponiendo al desarrollo de alteración del estado de consciencia hasta coma, situación asociada a una menor sobrevivencia<sup>22</sup>; Aydoğdu et al., identificaron que, en pacientes con NAC severa, el PSI y el puntaje APACHE-II, que incluyen un  $\text{pH} < 7,3$ , tuvieron un mayor poder discriminatorio para predecir mortalidad en pacientes que requirieron UCI en comparación con el CURB-65<sup>23</sup>.



**Figura 2.** ACOR de la escala SCAP y el puntaje CURB65 para la predicción de mortalidad intrahospitalaria, mortalidad a 30 días, requerimiento de ventilación mecánica invasiva (VMI) y de soporte vasopresor

**A.** Mortalidad intrahospitalaria **B.** Mortalidad a 30 días **C.** Requerimiento de soporte vasopresor **D.** Requerimiento de ventilación mecánica invasiva (VMI)

ACOR: área bajo la curva de características operativas del receptor. CURXO: SCAP (Severe Community Acquired Pneumonia Score). CURB-65: Confusión, nitrógeno ureico  $> 7$  mmol/L(19mg/dL), frecuencia respiratoria  $\geq 30$ /min, presión arterial sistólica  $< 90$  mmHg o presión arterial diastólica  $\leq 60$  mmHg, edad  $\geq 65$  años).  $\text{FiO}_2$ : Fracción inspirada de oxígeno.  $\text{SpO}_2$ : Saturación de oxígeno por pulsioximetría.  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ : Relación entre saturación de oxígeno por pulsioximetría / Fracción inspirada de oxígeno.

**Tabla 4.** Valores validez puntaje SCAP - CURB 65 con mortalidad durante hospitalización, fallecimiento a 30 días, requerimiento de VMi y soporte vasopresor.

	S	E	VPP	VPN	LR+	LR-	ACOR (IC95%)	Valor P
<b>Mortalidad durante la hospitalización</b>								
SCAP $\geq$ 10	88,1%	44,1%	21,8%	95,5%	1,58	0,27	0,76 (0,728-0,792)	<0,001
SCAP $\geq$ 10 (SpO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> <400)	87,8%	46,1%	22,4%	95,5%	1,63	0,27	0,772 (0,741-0,803)	<0,001
CURB 65 $\geq$ 2	82,6%	47,9%	21,9%	94,0%	1,58	0,36	0,724 (0,691-0,758)	<0,001
<b>Mortalidad a 30 días</b>								
SCAP $\geq$ 10	87,2%	43,8%	23,0%	94,7%	1,55	0,29	0,748 (0,717-0,779)	<0,001
SCAP $\geq$ 10 (SpO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> <400)	87,2%	46,4%	23,9%	93,5%	1,63	0,36	0,762 (0,732-0,793)	<0,001
CURB 65 $\geq$ 2	82,8%	48,3%	22,1%	94,1%	1,60	0,36	0,725 (0,693-0,756)	<0,001
<b>Requerimiento de VMi</b>								
SCAP $\geq$ 10	84,5%	42,2%	20,6%	93,9%	1,46	0,37	0,712 (0,673-0,751)	<0,001
SCAP $\geq$ 10 (SpO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> <400)	79,9%	43,5%	20,0%	92,4%	1,41	0,46	0,689 (0,647-0,73)	<0,001
CURB 65 $\geq$ 2	63,9%	44,2%	16,9%	87,4%	1,14	0,82	0,565 (0,518-0,612)	0,003
<b>Requerimiento de soporte vasopresor</b>								
SCAP $\geq$ 10	82,8%	42,1%	20,2%	93,3%	1,43	0,41	0,696 (0,656-0,736)	<0,001
SCAP $\geq$ 10 (SpO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> <400)	78,9%	43,6%	19,8%	92,1%	1,40	0,48	0,68 (0,639-0,72)	<0,001
CURB 65 $\geq$ 2	69,1%	44,9%	18,2%	89,1%	1,25	0,69	0,6 (0,557-0,643)	<0,001

Abreviaciones: S: Sensibilidad. E: Especificidad. VPP: Valor predictivo positivo. VPN: Valor predictivo negativo. LR +: Razón de verosimilitud positiva. LR-: Razón de verosimilitud negativa. ACOR: Área bajo la curva de características operativas del receptor. IC: Intervalo de confianza. SCAP (Severe Community Acquired Pneumonia Score). CURB-65: Confusión, nitrógeno ureico > 7 mmol/L (19mg/dL), frecuencia respiratoria  $\geq$  30/min, presión arterial sistólica < 90 mmHg o presión arterial diastólica  $\leq$  60 mmHg, edad  $\geq$  65 años). FiO<sub>2</sub>: Fracción inspirada de oxígeno. SpO<sub>2</sub>: Saturación de oxígeno por pulsioximetría. SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>: Relación entre la saturación de oxígeno por pulsioximetría y la fracción inspirada de oxígeno.

La evaluación de la oxigenación a través de la PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> es otro parámetro diferenciador del puntaje SCAP con el CURB-65, los diferentes grados de hipoxemia que se pueden generar en los pacientes con NAC son un reflejo de la severidad de lesión pulmonar por la infección, niveles bajos de PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> se asocian a falla ventilatoria, hipoperfusión tisular, requerimiento de ventilación mecánica y mayor mortalidad<sup>5,21,24</sup>. En un análisis univariado que incluyó a 526 pacientes con NAC, Guo et al., encontraron que la relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub><240 se comportó como un predictor de mortalidad<sup>25</sup>. Martínez et al., encontraron que la relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> es una herramienta útil para identificar a los pacientes con NAC que van a requerir VMi e incluso, determinaron que un valor <180 tiene un buen poder discriminatorio para predecir el requerimiento de VMi en las primeras 72 horas posteriores al ingreso hospitalario<sup>26</sup>. También, Ferrer et al., observaron que la relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> es un buen predictor para el desarrollo de NAC severa y que, y que puede ser una variable útil para alertar sobre la necesidad de inicio temprano del tratamiento antibiótico en estos pacientes, así como reflejar la respuesta a la terapia antimicrobiana que se está administrando<sup>27</sup>.

Al remplazar en el puntaje SCAP el parámetro PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> <250 o PaO<sub>2</sub> <54 mmHg por SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> <400, se mantiene el redimiento de este puntaje para la predicción de los diferentes desenlaces estudiados; incluso, sigue siendo mejor que el CURB-65 en nuestra población. La SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> como

variable del estado de oxigenación y como factor para mortalidad en el paciente con compromiso pulmonar ha sido estudiado en diferentes poblaciones<sup>28,29,30</sup>, Fukuda et al, en una cohorte de 572 pacientes con NAC severa encontró que la SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> era un predictor de mortalidad intrahospitalaria así como de VMi, los valores bajos de esta relación se asociaron a pacientes que requirieron intubación orotraqueal temprana y los valores altos a pacientes que sobrevivieron<sup>28</sup>; además, constituye una herramienta no-invasiva, rápidamente disponible y que facilitaría el cálculo del puntaje SCAP al no requerir la obtención de muestras de sangre arterial ni equipos de análisis de gases arteriales<sup>26</sup>.

Dentro de las principales limitaciones de este estudio se incluye su diseño retrospectivo con datos obtenidos de registros clínicos, los cuales tienen el riesgo de presentar información incompleta o de calidad limitada, al ser un estudio en un solo centro hospitalario se limita la extrapolación de sus resultados, sin embargo, se considera que se cuenta con un tamaño de muestra suficiente que apoya los hallazgos encontrados. La definición de neumonía severa puede ser variable en la literatura y generar confusión<sup>24</sup>, situación que puede afectar la evaluación de puntajes pronósticos en neumonía, por lo que se consideró que la evaluación de desenlaces como fallecimiento, instauración de VMi e inicio de medicamentos vasopresores reflejarían de una manera más objetiva la severidad del paciente con NAC.

## Conclusión

La escala SCAP presenta un buen desempeño en la predicción de mortalidad intrahospitalaria, mortalidad a 30 días, requerimiento de VMI y de soporte vasopresor en los pacientes con NAC, siendo superior al CURB-65. Reemplazar el parámetro de oxigenación de  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 250$  o  $\text{PaO}_2 < 54$  mmHg del puntaje por  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2 < 400$  no afecta el rendimiento del puntaje para los desenlaces estudiados.

**Conflicto de intereses.** Ninguno declarado por los autores

**Financiación.** Estudio realizado en la Universidad de La Sabana.

**Declaración de la financiación y conflictos de interés.** Se hace constar que no se tiene conocimiento de la existencia de conflictos de interés asociados a este trabajo, así como de fuentes de financiación externas que puedan haber influido en su desarrollo y desenlace.

**Agradecimientos.** A la Clínica Universidad de La Sabana.

## Referencias

- Kochanek KD, Murphy SL, Xu J, Arias E. National Vital Statistics Reports Volume 68, Number 9 June 24, 2019 Deaths: Final Data for 2017. 2019;68(9).
- Kaysin A, Viera AJ. Community-Acquired Pneumonia in Adults: Diagnosis and Management. *Am Fam Physician*. 2016;94(9):698-706.
- Arnold FW, Wiemken TL, Peyrani P, Ramirez JA, Brock GN. Mortality differences among hospitalized patients with community-acquired pneumonia in three world regions: Results from the Community-Acquired Pneumonia Organization (CAPO) International Cohort Study. *Respiratory Medicine*. 2013;107(7):1101-11. DOI: 10.1016/j.rmed.2013.04.003
- Mandell LA, Wunderink RG, Anzueto A, Bartlett JG, Campbell GD, Dean NC, et al. Infectious Diseases Society of America/American Thoracic Society Consensus Guidelines on the management of community-acquired pneumonia in adults. *Clinical Infectious Diseases*. 2007;44(SUPPL. 2). DOI: 10.1086/511159
- España PP, Capelastegui A, Gorordo I, Esteban C, Oribe M, Ortega M, et al. Development and validation of a clinical prediction rule for severe community-acquired pneumonia. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2006;174(11):1249-56. DOI: 10.1164/rccm.200602-1770C
- Aujesky D, Auble TE, Yealy DM, Stone RA, Obrosky DS, Meehan TP, et al. Prospective comparison of three validated prediction rules for prognosis in community-acquired pneumonia. *Am J Med*. 2005;118(4):384-92. DOI: 10.1016/j.amjmed.2005.01.006
- Yandiola PPE, Capelastegui A, Quintana J, Diez R, Gorordo I, Bilbao A, et al. Prospective comparison of severity scores for predicting clinically relevant outcomes for patients hospitalized with community-acquired pneumonia. *Chest*. 2009;135(6):1572-9. DOI: 10.1378/chest.08-2179
- Chalmers JD, Singanayagam A, Akram AR, Mandal P, Short PM, Choudhury G, et al. Severity assessment tools for predicting mortality in hospitalised patients with community-acquired pneumonia. Systematic review and meta-analysis. *Thorax*. 2010;65(10):878-83. DOI: 10.1136/thx.2009.133280
- Loke YK, Kwok CS, Niruban A, Myint PK. Value of severity scales in predicting mortality from community-acquired pneumonia: systematic review and meta-analysis. *Thorax*. 2010;65(10):884-90. DOI: 10.1136/thx.2009.134072
- Chalmers JD, Mandal P, Singanayagam A, Akram AR, Choudhury G, Short PM, et al. Severity assessment tools to guide ICU admission in community-acquired pneumonia: systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med*. 2011;37(9):1409-20. DOI: 10.1007/s00134-011-2261-x
- Capelastegui A, España PP, Quintana JM, Areitio I, Gorordo I, Egurrola M, et al. Validation of a predictive rule for the management of community-acquired pneumonia. *Eur Respir J*. 2006;27(1):151-7. DOI: 10.1183/09031936.06.00062505
- Buising KL, Thursky KA, Black JF, MacGregor L, Street AC, Kennedy MP, et al. A prospective comparison of severity scores for identifying patients with severe community acquired pneumonia: reconsidering what is meant by severe pneumonia. *Thorax*. 2006;61(5):419-24. DOI: 10.1136/thx.2005.051326
- Marti C, Garin N, Groscurin O, Poncet A, Combescure C, Carballo S, et al. Prediction of severe community-acquired pneumonia: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2012;16(4):R141. DOI: 10.1186/cc11447
- Capelastegui A, España PP, Quintana JM, Bilbao A, Menendez R, Zalacain R, et al. Development of a prognostic index for 90-day mortality in patients discharged after admission to hospital for community-acquired pneumonia. *Thorax*. 2009;64(6):496-501. DOI: 10.1136/thx.2008.098814
- Saldías F, Díaz O. [Severity scores for predicting clinically relevant outcomes for immunocompetent adult patients hospitalized with community-acquired pneumococcal pneumonia]. *Rev Chilena Infectol*. 2011;28(4):303-9.
- Saldías Peñafiel F, Uribe Monasterio J, Gassmann Poniachik J, Canelo López A, Díaz Patiño O. Evaluación de los índices predictores de eventos adversos en el adulto inmunocompetente hospitalizado por neumonía adquirida en la comunidad. *Revista médica de Chile*. 2017;145(6):694-702.
- Lim WS, van der Eerden MM, Laing R, Boersma WG, Karalus N, Town GI, et al. Defining community acquired pneumonia severity on presentation to hospital: an international derivation and validation study. *Thorax*. 2003;58(5):377-82. DOI: 10.1136/thorax.58.5.377
- Lim WS, Baudouin S, George R, Hill A, Jamieson C, Le Jeune I, et al. British Thoracic Society guidelines for the management of community acquired pneumonia in adults: Update 2009. *Thorax*. 2009;64(SUPPL. 3). DOI: 10.1136/thx.2009.121434
- Harris PA, Taylor R, Thielke R, Payne J, Gonzalez N, Conde JG. Research electronic data capture (REDCap)-A metadata-driven methodology and workflow process for providing translational research informatics support. *Journal of Biomedical Informatics*. 2009;42(2):377-81. DOI: 10.1016/j.jbi.2008.08.010
- Buising KL, Thursky KA, Black JF, MacGregor L, Street AC, Kennedy MP, et al. Identifying severe community-acquired pneumonia in the emergency department: a simple clinical prediction tool. *Emerg Med Australas*. 2007;19(5):418-26. DOI: 10.1111/j.1742-6723.2007.01003.x
- Yoshimoto A, Nakamura H, Fujimura M, Nakao S. Severe Community-acquired Pneumonia in an Intensive Care Unit: Risk Factors for Mortality. *Internal Medicine*. 2005;44(7):710-6. DOI: 10.2169/intermalmedicine.44.710
- Zhang ZX, Yong Y, Tan WC, Shen L, Ng HS, Fong KY. Prognostic factors for mortality due to pneumonia among adults from different age groups in Singapore and mortality predictions based on PSI and CURB-65. *Singapore Medical Journal*. 2018;59(4):190-8. DOI: 10.11622/smedj.2017079
- Aydoğdu M, Özyilmaz E, Aksoy H, Gürsel G, Ekim N. Mortality prediction in community-acquired pneumonia requiring mechanical ventilation; values of pneumonia and intensive care unit severity scores. *Tuberkuloz ve Toraks*. 2010;58(1):25-34.
- Capelastegui A. Neumonía adquirida en la comunidad de carácter grave: valoración y predicción. *Medicina Respiratoria*. 2008;3(1):7-17.
- Guo L, Wei D, Zhang X, Wu Y, Li Q, Zhou M, et al. Clinical Features Predicting Mortality Risk in Patients With Viral Pneumonia: The MuLBSTA Score. *Frontiers in Microbiology*. 2019;10(December):1-10. DOI: 10.3389/fmicb.2019.02752
- Martínez GM, Casas DP, Bastidas AR, Oliveros H, Pinilla PA, Calderón WJ, et al. Índices de oxigenación como predictores de ventilación mecánica en neumonía a 2600 metros de altitud. *Acta Médica Colombiana*. 2016;41(3):169-75.
- Ferrer, Sequeira, Cilloniz, Dominedo, Bassi, Martín L, et al. Ventilator-Associated Pneumonia and PaO2/FiO2 Diagnostic Accuracy: Changing the Paradigm? *Journal of Clinical Medicine*. 2019;8(8):1217-. DOI: 10.3390/jcm8081217
- Fukuda Y, Tanaka A, Homma T, Kaneko K, Uno T, Fujiwara A, et al. Utility of SpO2/FiO2 ratio for acute hypoxemic respiratory failure with bilateral opacities in the ICU. *PLoS ONE*. 2021;16(1 January):1-11. DOI: 10.1371/journal.pone.0245927
- Kwack WG, Lee DS, Min H, Choi YY, Yun M, Kim Y, et al. Evaluation of the SpO2/FiO2 ratio as a predictor of intensive care unit transfers in respiratory ward patients for whom the rapid response system has been activated. *PLoS ONE*. 2018;13(7):1-11. DOI: 10.1371/journal.pone.0201632
- G. Ortiz, A. Bastidas, M. Garay-Fernández et al., Correlation and validity of imputed PaO2/FiO2 and SpO2/FiO2 in patients with invasive mechanical ventilation at 2600 m above sea level, *Medicina Intensiva*, <https://doi.org/10.1016/j.medint.2021.05.001> ama de ingreso de sujetos al estudio